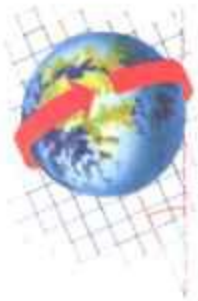
NATIONAL GEOGRAPHIC

أطلس الفضاء

خرائط تفصيلية للكون وما وراءه

جيمس تريفيل
تصدير بقلم: باز ألدرين

دار نهضة مصر

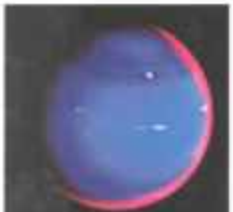


أطلس الفضاء

أطلس مثير مصوّر للكون.
يصحب القارئ في رحلة استكشافية شائقة
في عالم الفضاء الخارجي

اكتشف

ما اكبر كوكب - ما ابرد شيء في النظام الشمسي -
ما يعد اقرب نجم من الأرض عنها - كيف تولد النجوم -
اين تقع أعنف الكائنات في الكون - كيف تصل الاشارات المنبعثة من الأرض الى النجوم



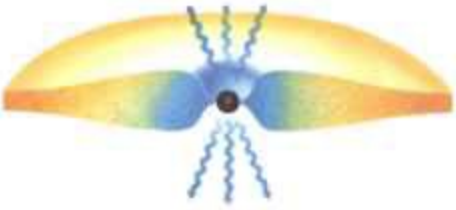
تعرف على

الجانب المظلم للقمر - أسطح وأجواء الكواكب وأقمارها -
شيخوخة وموت أحد النجوم - كيف تقيس المسافات بين النجوم -
مواقع جثث النجوم - الأحداث الغامضة التي تجري في قلب مجرتنا

اكتسب معلومات قيمة عن

الكواكب والنجوم والمجرات - السماء في المساء - القزم الأبيض والعملاق الأحمر
والثقب الأسود - بعثات فضائية الى النظام الشمسي وما بعد

والمزيد والمزيد ...



دار الشروق

دورلنج كندرسلي

دار الشروق

أطلس الفضاء
الطبعة العربية الثالثة 2001

انواننف هيلر كوبر ونيجل هنبست
التعريب أ.د. سعيد رمضان مدارة
التنفيذ الفني القسم الفني بدار الشروق
الإشراف اميرة أبو المجد

© دار الشروق

جميع حقوق النشر والطبع العربية محفوظة

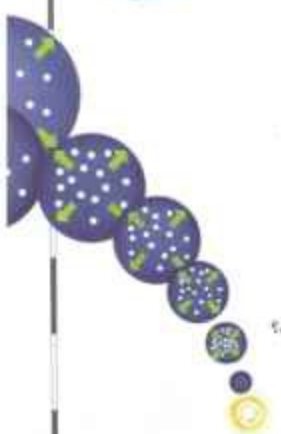
رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٩٩/٩٩١٠
ISBN: 977-09-0316-4

دار الشروق ٨ شارع سيبويه المصري
ص.ب ٢٢ المنيل القاهرة - جمهورية مصر
تليفون 3622399 / فاكس 3037567 (202)
مطابع الشروق ٦ ميدان طلعت حرب - القاهرة

سلسلة أطالس الشروق المصورة

أطلس الفضاء أطلس الاستكشاف
أطلس العالم أطلس الأرض
أطلس الحضارات القديمة
أطلس الحيوان

4 منصة الإطلاق
6 الانتقال إلى الفضاء
8 الحياة في الفضاء
10 الفضاء يؤدي خدمات
12 إلى القمر
14 القمر
16 تابع الأرض
18 المجموعة الشمسية
20 مسابير الاستكشاف الجديدة
22 عطارد
24 الزهرة
26 الأرض
28 المريخ
30 المشتري
32 زحل
34 أورانوس
36 نبتون
38 بلوتو
40 المذنبات
42 نجمنا المحلي
44 أقرب النجوم
47 نجوم السموات الشمالية
48 نجوم السموات الجنوبية
50 مولد النجم وحياته
52 الشيخوخة والوفاة
54 مدينتنا النجمية
56 المجموعة المحلية
58 مجرات منفجرة
60 الكون
62 هل من مخلوق هناك؟
64 الكشاف



منصـــة الإطـــلاق

يعتقد معظم الناس أن «الأطلس» كتاب يحتوي على خرائط للأرض. ولكن الأرض ليست إلا جزءا صغيرا من بيئة أكبر كثيرا، تلك هي بيئة الفضاء. وقد يبدو الفضاء بعيدا جدا، ولكنه ليس بعيدا. فهو، فيما ينطلق بجميع المقاصد والأغراض، يبدأ من منطقة ترتفع 150 كم فوق الأرض حيث يخف جوها. وهذه مسافة من النوع الذي يقطعه بعض الناس يوميا. والأقرب من صميم ما نحن بصدده هو أن الأشياء التي نأخذها ظفضايا مُسلَّم بها - كالاتصالات والتنبؤات الجوية والسفر، بل حتى ما نقرؤه في الصحف ونشاهده على شاشة التليفزيون - ربما اختلفت تماما عما هي عليه لو لم يكن الفضاء جزءا من حياتنا. بل إن الفضاء ستزداد أهميته بمضي الزمن. وهذا «الأطلس» يتفحص بيئتنا على أوسع نطاق لها، ويمدنا بنظرة عامة إلى الكون بدءا من سطح الأرض حتى حافة الفضاء الحقيقية. ولقد قضى علماء الفلك قرونا يدرسون الكواكب والنجوم والمجرات وجميع الأجرام السماوية الأخرى. ولكنهم يستطيعون الآن تقصي الكون كله باستخدام مجموعة واسعة النطاق من الأجهزة المعقدة - بدءا من الأطباق الراديوية الضخمة عند مستوى سطح البحر والتلسكوبات القوية القائمة في شموخ فوق قمم الجبال إلى المراصد الطائرة والمركبات الفضائية الروبوتية، التي تقوم مقام الإنسان في أداء الأعمال المطلوبة، وتقطع ملايين الكيلو مترات لتختبر العوالم الأخرى عن قرب - وجميعها وسائل مصنوعة بدقة عالية وفعالة لكشف أسرار الكون. وكوكب الأرض هو المكان الذي نبدأ منه الرحلة إلى حافة الكون.

مراقبة السماء

كانت أعين البشرية هي أدلة الأولى لرصد الكون. وقد استطاعت العصور الأولى تحديد أكثر بقعة - بكثير جدا - بقع الضوء في السماء. إن بعض أعين - تماما مثل بعض الأكثر - قد تستطيع أن تقول أن هناك أكثر من نجم واحد في الكواكب. إن الفرد - مثلا أن تكون أعين البشرية هي أدلة الأولى لرصد الكون. وقد استطاعت العصور الأولى تحديد أكثر بقعة - بكثير جدا - بقع الضوء في السماء. إن بعض أعين - تماما مثل بعض الأكثر - قد تستطيع أن تقول أن هناك أكثر من نجم واحد في الكواكب. إن الفرد - مثلا أن تكون أعين البشرية هي أدلة الأولى لرصد الكون. وقد استطاعت العصور الأولى تحديد أكثر بقعة - بكثير جدا - بقع الضوء في السماء. إن بعض أعين - تماما مثل بعض الأكثر - قد تستطيع أن تقول أن هناك أكثر من نجم واحد في الكواكب. إن الفرد - مثلا

قياس رمد الفضاء

استقبال الموجات الراديوية

نقطة الإنطلاق إلى الكون

الذهاب إلى هناك

المراصد الطائرة

الانتقال إلى الفضاء

ليس الفضاء بعيدا جدا في الحقيقة - فهو على مسافة تقطعها السيارة في ساعتين فقط لو استطاعت السيارات الصعود مباشرة. ولكن الأمر ليس سهلا كما يبدو. فأولا، ان قوة الجاذبية الأرضية الهائلة تضع كل شيء، ومهما يبلغ ارتفاعك في الطيران فإن قوة جاذبية الأرض تجذبك دائما إلى أسفل. ولكن إن امتلكت الانطلاق بسرعة 11 كم / ثانية أي حوالي 40,000 كم / ساعة - وهذه تعرف بسرعة الإفلات من الأرض - فإنك تستطيع مغادرة كوكبنا تماما. وثانيا، إن الفضاء خال من الهواء فهو فوق جو الأرض. ولذا فما إن تصل إلى داخل الفضاء حتى تصير في حاجة إلى مركبة لا تعتمد على الهواء لرفعها أو تحريكها. والصواريخ يمكنها الطيران في الفضاء الخالي من الهواء، وتسير بسرعة عالية بالقدر الكافي لتحطيم روابط جاذبية الأرض.

طائرة الفضاء

لا تستطيع الطائرة التقليدية السير في الفضاء الخالي من الهواء، لأنه لا هواء لها لتدور أي شيء. لكن تعمل. وهناك بالفعل تصاميم لأن في إنتاج طائرات فضائية، ومن شأن هذه الطائرات أن تبدأ الطيران أفقيا كالطائرة العادية وتستخدم أكسجين الهواء ما دامت داخل جو الأرض. وعندما تصل إلى حدود الفضاء تحول صواريخها إلى العمل على أسوأ الصاروخي حتى يمكنها الفرار من الجاذبية الأرضية. وبعد ذلك تعود الطائرات الفضائية التي تجوز تطويرها لا تزال مرئية للعلماء، ولكن ربما ستستطيع هذه الطائرات الطيران بسرعة تصل إلى ١٢ ضعف سرعة الصوت (١٢ ماخ) وتظل قريبة من الأرض التي تسمى في مناطق لا تعبر.

الدوران في مدار

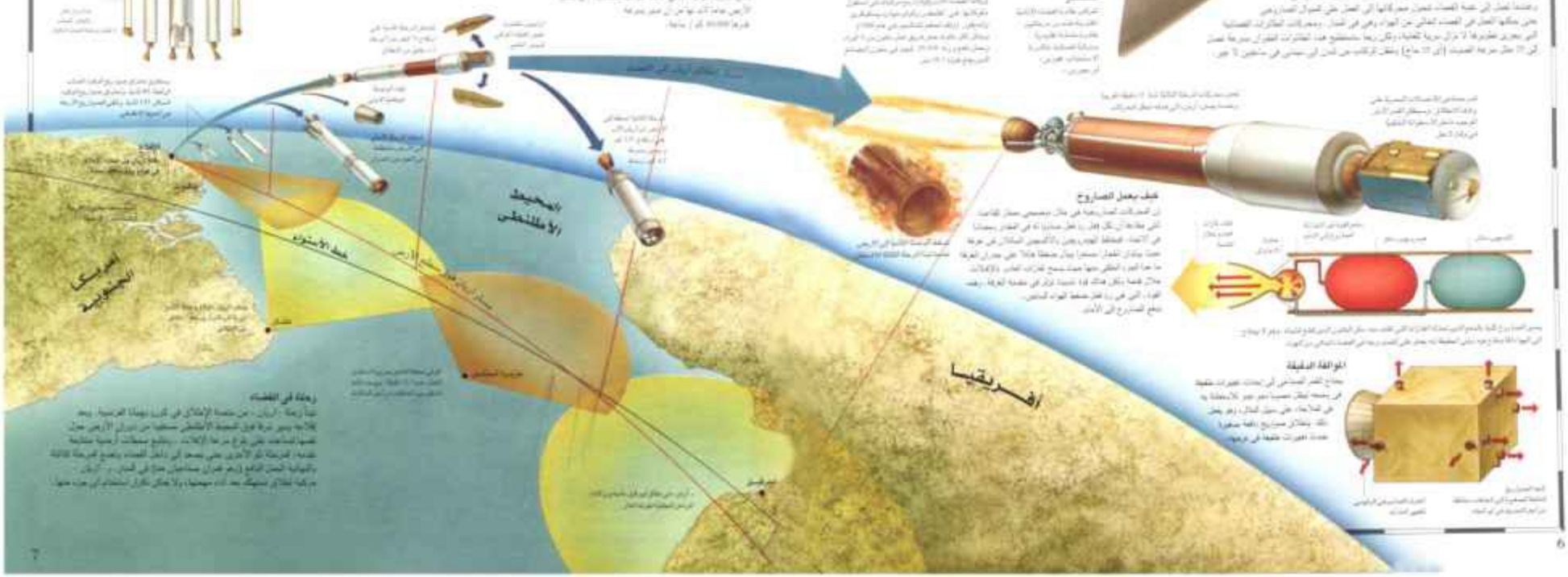
إن الجاذبية لا تجعل قمر الأرض يسقط على الأرض. بدلا من ذلك يدور حول الأرض. ويمكن أن تدور قمر صناعي حول الأرض بطريقة مماثلة. إذا أطلقت قمرا صناعيا بسرعة 11 كم / ثانية (٤٠,٠٠٠ كم / ساعة) فإنه سيفلت من الجاذبية الأرضية ويطير بعيدا في الفضاء. ولكن إذا أطلقته بسرعة أقل من ذلك، فإنه سيدور حول الأرض في مدار. وكلما كان القمر الصناعي أقرب إلى الأرض، كان عليه أن يتحرك بسرعة أكبر حتى يظل في مداره. فالقمر الصناعي الذي يدور على ارتفاع ٣٥٨٠٠ كم / ساعة يدور حول الأرض مرة كل يوم. وهذا يعني أنه يظل فوق نفس النقطة على الأرض طوال الوقت. وهذا مفيد للأقمار الصناعية التي تستخدم في الاتصالات.

المكوك : مركبة الإطلاق المتكررة الاستخدام

إن إطلاق الأقمار الصناعية مرتفعة الصواريخ يفقد الكثير لأن الصواريخ يدمر وأهم بعد مثلة وحيدة. ويملك الفضاء الأمريكي هو مجموعة تسمى مكوك الرحلة يعمل معظم أجزاء مركبة الإطلاق قابل للاستخدام مرارا. فعندما يبدأ المكوك الانطلاق إلى أعلى يدفعه صاروخان دافعان يحملان وقودهما. وبعدئذ يسقطان دافعا قعده وهبوطا بالمظلات حتى يتمكن من استخدامهما من جديد. والجزء الوحيد الذي يدمر من النظام هو صهريج الوقود الكبير الذي يحوي سم لاستكمال طفو. وبقي المسؤول المتعلق منه بعد تعاني بقائق من الطيران. فعندئذ يكون المكوك في الفضاء. وفي أثناء الرحلة التي تدوم أسبوعا عدة ممكن للعلماء الفضائيين إطلاق عدة أقمار صناعية وإجراء تجارب في الفضاء. ثم حتى يتسلم الجهاز صناعيا بها أطلق، أو يدور في مداراتها. وبعد انتهاء البعثة يعود المكوك للدخول في الجو بجسمه حاد من الطبع التي تقاوم الحرارة، ويهبط عائدا إلى الأرض بعمل العادية الأرضية للمطارات المدارجة.

أريان : ثلاث خطوات إلى السماء

إن شركة أريان - التي سنعتمدها وكالة الفضاء الأوروبية لإطلاق أقمارها الفضائية في حال صاروخي لحمل الصواريخ. وسيهمها في نظر حمل ثلاثة أقمار صناعية إلى الفضاء. إلى داخل الفضاء. ويكتفي أن نظل المحل لتاجع إلى عدة هذا الصاروخ ثلاثة مراحل. حتى مركبة الإطلاق أيضا أن يرفع نظر وقودها وغلافه الخارجي الصاروخ. وفيما هو السبب في أن أريان - يتكون من ثلاث مراحل. ثلاثة صواريخ بعضها فوق بعض. ويتضمن كل مرحلة في تاريخ جسما يخلو وقودها ينفجر ويهبط المرحلة التالية في الفضاء بأمن. و أريان 4 (الصورة المجاورة) هو أحد أشكال مركبات الإطلاق العديدة.



رحلة في الفضاء

تبدأ رحلة - أريان - من منصة الإطلاق في كورو بجيانا الفرنسية. ويتم إطلاقه نحو شرق فوق المحيط الأطلنطي مستفيدا من دوران الأرض حول نفسها لمساعدته على بلوغ سرعة الإفلات. ويطلق صمامات أرضية متابعة عديدة، فترحلة كم الأخرى على تتبعه في داخل الفضاء ويتتبع قمر صناعة بالتهاية الجزء الدافع ويعد قمران صناعيان حارا في المدار - أريان - مركبة إطلاق تستهلك بعد أداء مهمتها، ولا يمكن تكرار استخدام أي جزء منها.

خلف بعمل الصاروخ

إن المحركات تعمل وفق مبدأ بسيط يسمى معمل لكل فعل. أي ملاحظة أن لكل فعل رد فعل مساويا له في المقدار ومعاكسا له في الاتجاه. فالضغط الهيدروجين والأكسجين المتكاثر في غرفة احتراق المحرك يسبب ضغطا هائلا على جدران الغرفة. ما هذا الغاز المتطاير حتى مسموح فتحات العادم. والاتجاه مثل فتحة يتكون هناك قوة تدفع الغاز في مقدمة الغرفة. وهذه القوة، التي هي رد فعل ضغط الهواء المدفوع، تدفع الصاروخ إلى الأمام.

الوقاية الدقيقة

يحتاج القمر الصناعي إلى تحات تغيرات دقيقة في وضعه لتظل مصبوبة دون تغير للأعلى به في الملاحة، على سبيل المثال، ربما يظل ذلك بمثلاثي صواريخ دافعة صغيرة تحدث تغيرات طفيفة في وضعه.

الحيـــاة فى الفضـــاء

كانت الرحلات الأولى التى قام الملاحون الفضائيون بها فى الفضاء خلال الستينيات من القرن العشرين رحلات قصيرة دامت بضع ساعات فقط. ولكن عندما تحدت الولايات المتحدة الاتحاد السوفيتى فى إنزال رجل على القمر قبل نهاية الستينيات زاد تعقد المركبات الفضائية وطال زمن بقاء الملاحين الفضائيين بها. وبعد «السباق إلى القمر» (الذى خرجت منه الولايات المتحدة منتصرة) حدث تغير فى الصميم. فلقد اعتبر كلا البلدين الملاحين الفضائيين ثروة باهظة التكلفة (وخطرة) فى الفضاء. وتعين على الملاحين الفضائيين أن يأتوا بفائدة مجزية اقتصاديا ليبرروا بقاءهم فى المركبة الفضائية. وبدل الفضاء صورته - من مسرح للأعمال البطولية ومعارك « حروب النجوم» إلى منصة لإختبار أساليب جديدة فى الصناعة. وكان السوفيت روادا بتطويرهم محطتى الفضاء «ساليوت» و« ميير» حيث أمكن للملاحين الكونيين - كما يسمى الملاحون الفضائيون السوفيت - إجراء تجارب دامت أسابيع وشهورا بل حتى سنوات. وقامت الولايات المتحدة بإجراء تجارب قصيرة على مكوكات الفضاء. وهى الآن تقوم ببناء محطة الفضاء الخاصة بها.

ولكن هذا كله يعنى الحياة فى الفضاء مدة أطول. فكيف يتغلب الناس على المشكلات والمصاعب؟

تعيش فى الصورة أعلاه الملاحة الأمريكية شانون لوسى أمضت أطول فترة يقضيها رواد الفضاء الأمريكيون فى الفضاء. فقد قضت 188 يوما فى محطة الفضاء «ميير» التابعة للاتحاد السوفيتى. وقد عادت إلى الأرض فى سبتمبر ١٩٩٦.

المحطة الفضائية «فريدوم»

ستتألف محطة فضائية جديدة - فريدوم - (الحرية) من ستة مختبرات علمية تدور حول الأرض كوكبة. وهى ستكون أكبر من محطة الفضاء الروسية «ميير» التى تدور حول الأرض حاليا. وستكون محطة الفضاء الجديدة أكبر من أى مركبة فضاء صنعت حتى الآن. وستكون أكبر من ملعب لكرة القدم. وستكون المحطة الفضائية الجديدة مأهولة بطاقم من ٨ أشخاص. وسيقوم العلماء الذين يعملون على متنها بإجراء تجارب فى مجالات عديدة. وستشمل هذه المجالات علم الأحياء وعلم الفلك وعلم الأرض.

ستتكون المحطة الفضائية الجديدة من ١٦ وحدة رئيسية. وستكون كل وحدة بحجم حافلة ركاب كبيرة. وستتصل الوحدات ببعضها البعض بواسطة أنابيب تسمى الممرات. وستتصل الوحدات أيضا بألواح شمسية ضخمة. وستقوم هذه الألواح بتوليد الطاقة الكهربائية التى تحتاجها المحطة الفضائية.

وحدة التوجيه الأمامى

ستعد الوحدة الأمامى لتعمل كمدخل إلى محطة الفضاء. وستصل هذه الوحدة أولا بالمحطات التى ستأتى إلى المحطة الفضائية. وستقوم الوحدة بتوجيه المحطات إلى أماكن رسوها. وستحتوى الوحدة على ٤ أجهزة دفع. وستستخدم هذه الأجهزة لتحريك المحطة الفضائية فى الفضاء.

وحدة التوجيه الأمامى تعمل كمدخل إلى محطة الفضاء

وحدة الطاقم

ستكون وحدة الطاقم هى المكان الذى سيعيش فيه الملاحون الفضائيون. وستحتوى الوحدة على ٦ أسرة. وستحتوى الوحدة أيضا على مطبخ ومرحاض. وستحتوى الوحدة كذلك على مكان للتمرين. وستحتوى الوحدة على نوافذ كبيرة. وستسمح هذه النوافذ للملاحين الفضائيين برؤية الأرض.

وحدة الإرساء

ستتصل وحدة الإرساء بالمحطة الفضائية عن طريق الممرات. وستتصل بها ٤ مركبات فضاء. وستستخدم هذه المركبات للذهاب إلى الفضاء والعودة منه. وستتصل المركبات بوحدة الإرساء عندما تكون على وشك الذهاب إلى الفضاء أو العودة منه.

الألواح الشمسية

ستتصل الألواح الشمسية بالمحطة الفضائية. وستقوم الألواح بتوليد الطاقة الكهربائية التى تحتاجها المحطة الفضائية. وستتكون الألواح الشمسية من ٨ أجزاء. وستكون مساحة كل جزء ٣٨٠ مترا مربعا. وستكون مساحة الألواح الشمسية كلها ٣٠٤٠ مترا مربعا.

الممرات

ستتصل الممرات بالوحدات المختلفة. وستسمح الممرات للملاحين الفضائيين بالتنقل بين الوحدات. وستتكون الممرات من أنابيب معدنية. وستكون الممرات مضغوطة. وستحتوى الممرات على الهواء الذى يتنفسه الملاحون الفضائيون.

الوحدة الأوروبية

ستصنع الوحدة الأوروبية فى أوروبا. وستحتوى الوحدة على معدات علمية. وستحتوى الوحدة على أجهزة للتحكم فى المحطة الفضائية. وستحتوى الوحدة على أجهزة للاتصال بالأرض.

الوحدة اليابانية

ستصنع الوحدة اليابانية فى اليابان. وستحتوى الوحدة على معدات علمية. وستحتوى الوحدة على أجهزة للاتصال بالأرض.

الوحدة الكندية

ستصنع الوحدة الكندية فى كندا. وستحتوى الوحدة على ذراع آلية. وستستخدم الذراع الآلية لتحريك المعدات والملاحين الفضائيين.

الوحدة الأمريكية

ستصنع الوحدة الأمريكية فى الولايات المتحدة. وستحتوى الوحدة على معدات علمية. وستحتوى الوحدة على أجهزة للتحكم فى المحطة الفضائية.

الصورة أعلاه فى الفضاء. الهدف الأمريكى تشارلز برادى يستخدم جهاز الإنقاذ الأمريكى مانيرز الفضاء. تصميم الأشكال وغيرها الذى يحمل على ظهره. الجهاز الذى يطلق أشعة مستقيمة تقاوم الأرض. وهذه الوحدات مزودة بالأدوات اللازمة لإنقاذ أى ملاحين فضائيين يتوهون فى الفضاء. إذا انفصلوا عن المحطة الفضائية أو فقدوا أدوات الإنقاذ.

مواد زراعة صديقة

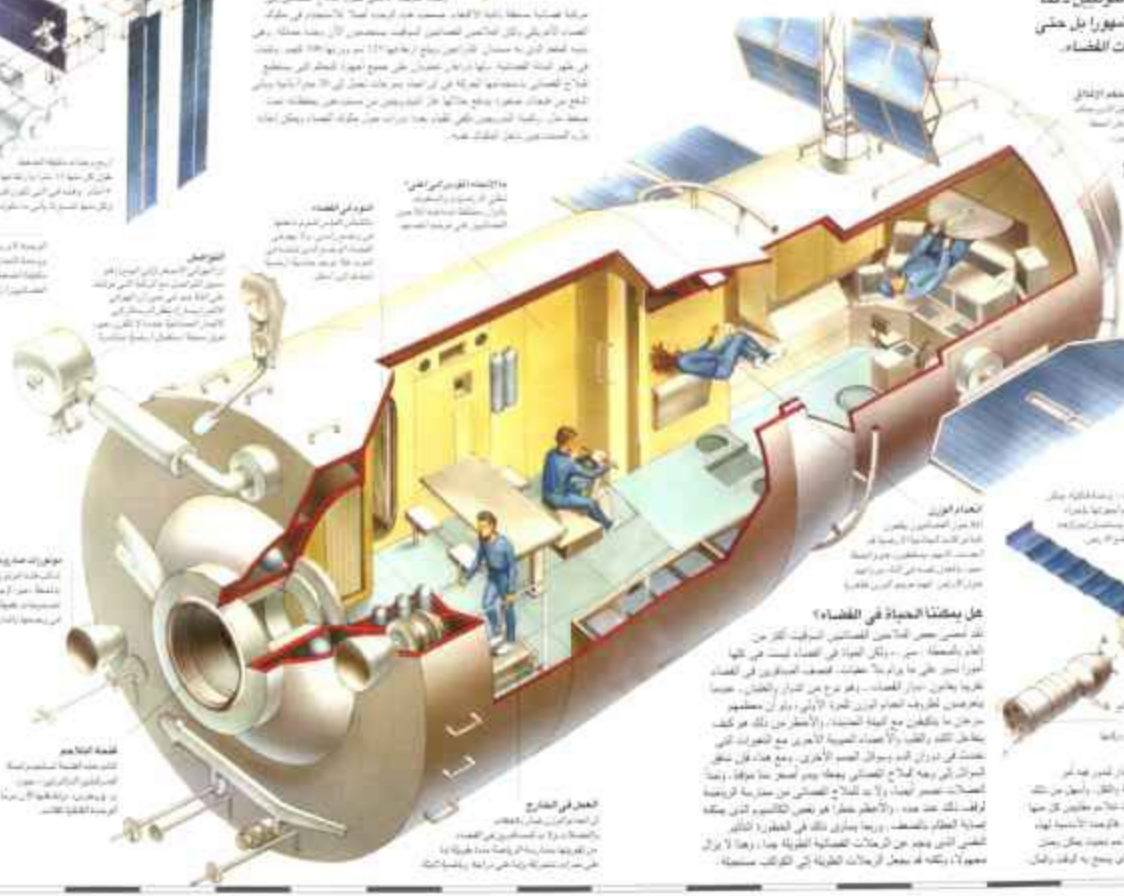
تتكون هذه المواد من بلاستيك خاص. ويتم زراعة هذه المواد فى الفضاء. وتستخدم هذه المواد لتعويض العظام التى تفقد فى الفضاء.

قفص الملاحين

تتكون هذه القفص من سلسلة من أسلاك الصلب. وتستخدم هذه القفص لحماية الملاحين الفضائيين. وتستخدم هذه القفص أثناء الخروج إلى الفضاء.

العمل فى الخارج

إن العمل فى الفضاء صعب. ويتطلب العمل فى الفضاء الكثير من الوقت والجهد. ويتطلب العمل فى الفضاء أيضا الكثير من الأدوات الخاصة. ويتطلب العمل فى الفضاء أيضا الكثير من التدريب.



الحياة فى الفضاء

إن الحياة فى الفضاء تختلف كثيرا عن الحياة على الأرض. فالناس يعيشون على الأرض فى منازل. ويعيشون فى الفضاء فى مركبات فضاء. ويعيشون على الأرض فى مدن. ويعيشون فى الفضاء فى مدارات. ويعيشون على الأرض فى بيئة طبيعية. ويعيشون فى الفضاء فى بيئة صناعية.

هل يمكننا الحياة فى الفضاء؟

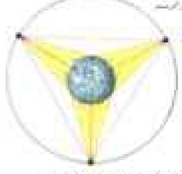
لقد تعلمنا بعض الأشياء الهامة عن الحياة فى الفضاء. ولكن هناك الكثير من الأشياء التى لا نعرفها. وهناك الكثير من الأشياء التى نحتاج إلى معرفتها. وهناك الكثير من الأشياء التى نحتاج إلى تعلمها. وهناك الكثير من الأشياء التى نحتاج إلى اكتشافها. وهناك الكثير من الأشياء التى نحتاج إلى تجربتها. وهناك الكثير من الأشياء التى نحتاج إلى دراستها. وهناك الكثير من الأشياء التى نحتاج إلى فهمها.

الفضـــاء يؤدى خدمـات

تطلق الأقمار الصناعية لسبب عملي جدا، هو أن تُفيدنا. والقليل من هذه الأقمار ما يجري بحوثا علمية، ولكن معظمها يسهم في رغد عيشنا. قبل ثلاثين عاما، على سبيل المثال، لم تكن المحادثات الهاتفية الدولية مألوفة واقعيا. وكانت المحطات التليفزيونية تعتمد على الطائرات في إحضار صور أحدث الأخبار من الجانب الآخر من العالم. والآن يمكن للأقمار الصناعية المخصصة للتواصل إرسال آلاف المحادثات الهاتفية وعشرات القنوات التليفزيونية في آن واحد. والأقمار الصناعية التخصصية الأخرى تزيد أيضا من سهولة حياتنا، بالتنبؤ بأحوال الطقس أو مساعدة الطائرات والسفن في الملاحة أو تحديد مواقع الرواسب النفطية والمعادن القيمة الأخرى. إن إطلاق الأقمار الصناعية باهظ التكلفة ولكن «العيون التي في السماء» حققت الفائدة المرجوة منها.

مراقبة الطقس على الكوكب

إن الأقمار الصناعية الخاصة بالطقس هي أنجح العيون التي في السماء، ويمكنها رؤية الطقس مقبلاً من موقعها الذي يتيح لها نظرة شاملة في الفضاء. فالقمر الصناعي المتحرك في مدار يمكنه رؤية الكيفية التي تتحرك بها السحب، ويستخدم المتنبئون بأحوال الطقس هذه المعلومات للتنبؤ بأحوال الطقس خلال عدة أيام مقبلة. ولهذه التنبؤات الدقيقة أهمية حيوية للمزارعين وخاصة في مناطق العالم ذات المناخ المتقلب. فهذا يعني أن المزارعين يمكنهم ترك المحاصيل لتنضج أطول مدة ممكنة (لا يحصدونها إلا قبل نزول المطر أو هبوب الريح مباشرة). وأقمار الطقس يمكنها أيضا التنبؤ بالأعاصير ذات الأمطار، فتتيح للمسئولين الوقت لإخلاء الناس واتخاذ تدابير السلامة. وقد حافظت التحذيرات التي أتيحت للمزارعين والمتضررين من الأعاصير على أموال ضخمة من الضياع، وهكذا دفعت هذه الأقمار الصناعية بأضعاف ما أنفق عليها.

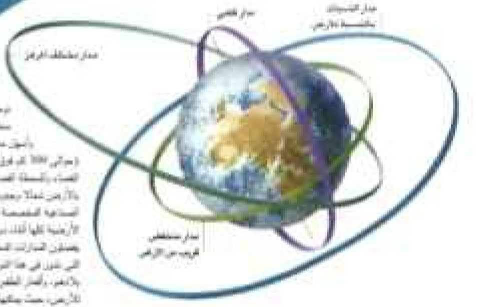


مدار الثبات بالنسبة للأرض

يعرف الأرض الذي يأخذه القمر الصناعي ليدور دورة حول الأرض على ارتفاع مداره. فكلما زاد انخفاض المدار زادت السرعة التي يتعين على القمر الصناعي الحفاظ عليها لمقاومة الجاذبية الأرضية. ويحلق القمر الصناعي الذي على ارتفاع 35,880 كيلو متر فوق الدائرة الاستوائية في مدار الثبات بالنسبة للأرض. أي إنه يستغرق 24 ساعة تماما، وهو الوقت الذي تأخذه الأرض في الدوران دورة حول محورها، فيبدو ساكنا فوق نقطة واحدة من سطح الأرض. وإذا وضعت ثلاثة أقمار تواصل في مدار الثبات بالنسبة للأرض، فهي تستطيع مجتمعة رؤية الكرة الأرضية بأكملها.

تدريبات عملية

- تحقق مدار كل قمر تستطيع تحديد موقع قمر صناعي.
- إن الأقمار الصناعية في مدارات مختلفة تتيح رؤية الأرض من زوايا مختلفة.



أي مدار يختار؟

توضع الأقمار الصناعية في مدارات مختلفة تبعا للمهمة التي يتعين عليها القيام بها. وأسهل مدار يمكن الوصول إليه مدار منخفض (حوالي 300 كم فوق الأرض)، وهو الذي يدور فيه مكوك الفضاء والمحطة الفضائية الروسية «مير». والمدار القطبي يحمله بالأرض شمالا وجنوبا مارا فوق القطبين، وهو مفضل للأقمار الصناعية المخصصة للمسح ومسح الأرض لأنه يغطي الكرة الأرضية كلها أثناء دورانها حول نفسها. والمدارات المختلفة الزوايا يفضلها بعض أقمار التواصل لأن الحركة التي تدور في هذا النوع من المدارات تقضي وقتا طويلا فوق منطقة معينة، وأقمار الطقس والتواصل تدور في مدارات الثبات بالنسبة للأرض، حيث يمكنها البقاء معلقة فوق منطقة الرؤية.

إلى القمـــر

إن أقرب جار لنا في الفضاء هو القمر الذي يبعد عنا بمسافة 384,400 كيلو متر فقط. وهو هدف طبيعي للمركبات الفضائية. ففي 13 من سبتمبر عام 1959 اندفع المسبار الأول «لونا 2» السوفيتي - صادما سطح القمر ومنهشما عليه. وبعد ستة عامين أخذ الرئيس كينيدي عهدا على نفسه بأن تنزل الولايات المتحدة رجلا على القمر في أواخر الستينيات. وتحقق نجاحها في 21 من يوليو عام 1969. ومنذ عام 1972، حينما توقفت الولايات المتحدة عن إرسال ملاحين فضائيين إلى القمر، لم يكن هناك إلا ثلاثة مسابير قمرية سوفيتية فقط، وكان آخرها في عام 1974. ومع هذا، فقد بدأت بلاد عديدة أخيرا تبدي اهتماما بموجة استكشاف قمري جديدة وإقامة قواعد قمرية يمكن الناس العيش فيها وتعدين المعادن الوفيرة بالتربة القمرية.

يبدو رائد الفضاء الأمريكي إدوين «باز» ألدرين الابن السفلي من المرحلة القمرية وهو أكبر الهبوط

الطريق إلى القمر

تطلقت البعثة الأمريكية إلى القمر «أبوللو 11» في يوليو عام 1969 لتنفيذ معظم تجربات الولايات المتحدة بموقع هبوط القمر. وقد انطلقت بقمر صناعي مخصص لأبحاث القمر.

الهبوط على سطح القمر

مسافرون؟

مركبات الهبوط على القمر

لقد هبطت حتى الآن عشرات المسابير السوفيتية والأمريكية. وكان أول مسبار يحقق «هبوطا لينا» ناجحا، حينما حط على سطح القمر هو «لونا 9» السوفيتي في 31 من يناير عام 1966.

المراصد الطائرة

مجموعة سيرفور

لونا 19

لونوخود 1

أبوللو

قاعدة قمرية

القمـــــر

إن القمر هو رفيق الأرض في الفضاء. وقد يكون لبعض الكواكب عائلات كبيرة من الأقمار، ولكن كل قمر منها صغير بالمقارنة بينه وبين كوكبه «الأب». وحجم قمرنا يزيد على ربع حجم الأرض، وهما أشبه «بكوكب مزدوج» ومع هذا فأوجه الشبه العائلية قليلة. فالأرض سطح نشط دائم التغير ومحيطات واسعة، وجو يحمي الكوكب. أما القمر فهو عالم ميت قاحل وعديم الهواء.

يبلغ من البعد القمر الذي لا يرى إلا القليل من الناس بقعة عن أعيننا في الأرض

فوهات بركانية مصبوبة

يوجد القمر فقط بين ٤٩ و ١٠٠ بليون طن من الصخور، أي في المتوسط الأدنى من نفس الصخور على سطح الأرض. ولكنها تختلف اختلافا كبيرا. وبعضها مغطى بفوهات بركانية متداخلة بعضها بعض حتما. القمر كقمر عبر بأسره به أقل من ثلثي أثر مائي على سطح الماء.

بحر السكون

إن أرضية الفوهات بركانية، وهي لا تشبه الصخور من البراكين يعلى سطح الأرض. فهي أكثر كثافة وبعض الأحيان تحتوي على كميات كبيرة من الحديد. الأرضية مغطاة بالحمم البركانية المتصلبة التي تدفقت من فتحات في القشرة. وهذه الحمم تشبه الصخور التي تسمى البازلت على الأرض. وهي تغطي مساحات واسعة من سطح القمر، بعضها يسمى بحارا لأنها تبدو مسطحة وداكنة.

جبال الهيمالايا

إن أعلى سلاسل الجبال على القمر تسمى الهيمالايا، تشبه في مظهرها جبال الهيمالايا على الأرض. وهي تمتد على طول الحافة الشرقية لبحر الصفاء. وهي تتكون من صخور فاتحة اللون، وتبدو أكثر سطوعا من الصخور المحيطة بها. وهي تتكون من صخور فاتحة اللون، وتبدو أكثر سطوعا من الصخور المحيطة بها.

الجانب القريب منا

يدور القمر دورة حول محوره في زمن يساوي تماما زمن دورته في مداره حول الأرض، ولذلك لأن قوة الجاذبية الشديدة للأرض تكبحت تدريجيا دورانه حول نفسه الذي كان أسرع أصلا. ونتيجة لذلك يواجه القمر الأرض بالجانب نفسه منه دائما. أي بالجانب القريب من القمر. فالجانب القريب هي نحو نصف من الأرض ومن الفضاء. ولكن الهبوط الفضائي على هذا الجانب، والعاصفة التي طالما تكون الغبار بمقدار نشكل الملاحظ للإنسان الظاهر على القمر.

الكواكب المزدوج

إن القمر كبير بالمقارنة بينه وبين الأرض، بالمقارنة بينه وبين الشمس. ولذا، فإن الجاذبية على الأرض حول الشمس، وهو يدور حول الأرض دورة كل ٢٧.٣ يوم وهذا يساوي زمن دورته حول الأرض.

الغلاف الضئيل

إن القمر لا يحتفظ بغلاف جوي. وليس لديه ما يكفي من الجاذبية لجذب الغازات. ولا يوجد على القمر ماء سائل. ولا يوجد على القمر أي شكل من أشكال الحياة.

بحر الأمطار

يقدر عمر أحد بحار القمر بنحو ٣.٨ بليون سنة. وقد تكون هذه البحار قد تكونت عندما اصطدمت كويكبات كبيرة بالقشرة القمرية. وقد تكون هذه البحار قد تكونت عندما اصطدمت كويكبات كبيرة بالقشرة القمرية.

الفوهات

إن الفوهات البركانية على القمر تسمى فوهات الاصطدام. وهي تتكون عندما تصطدم الكويكبات بالقمر. وهي تتكون عندما تصطدم الكويكبات بالقمر.

الصدوع

إن الصدوع على القمر هي شقوق طويلة في القشرة القمرية. وهي تتكون عندما تتحرك القشرة القمرية. وهي تتكون عندما تتحرك القشرة القمرية.

سواطح الهبوط

●	ريمر (سنتجر) رقم ٩ (٩.٩ ش)
◆	فوندا (هيجنس) رقم ٤ (١٤.٥ ش، ٤٤.٥٥ غ)
▲	سيرفيور (هيجنس) رقم ٦ (٤٦.٥ ش، ٤٦.٥٥ غ)
■	أبولو (ديسكفري) رقم ١٢ (١٤.٥ ش، ١١ غ)

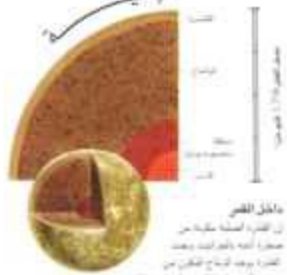
حقائق وأرقام

القطر	٣,٤٧٦ كم
بعد متوسط البعد عن الأرض	٣٨٤,٤٠٠ كم
السرعة المدارية حول الأرض	١.٠٢ كم/ثانية
زمن الدورة حول الأرض (شهر)	٢٧.٣ يوم
الدورة حول محوره	٢٧.٣ يوم
من قمر جديد إلى قمر جديد	٢٩.٥ يوم
الجاذبية السطحية (جاذبية الأرض = ١)	٠.١٦٥
متوسط الكثافة (الماء = ١)	٣.٣٤
الجاذبية السطحية (جاذبية الأرض = ١)	٠.١٦
درجة حرارة السطح	من -١٥٣° م إلى ١٢٨° م
(الماء يغلي عند ١٠٠° م ويتجمد عند صفر م)	

تمرينات عملية

- يمكنك أن ترى بالعين المجردة أكبر البحار والفوهات البركانية. ابحث وكوّن بيانك.
- إن المنظار ذا العينيين يكشف تفصيلات معقدة. فاستخدم طريقة الجانب القريب للتحقق من صحة ما تراه في بيانك تصويبه.
- مناقشة: باستخدام المنظار، تحقق أن بعض الأشياء لا يمكن رؤيتها من مدار رؤية التلسكوب.
- ارسم فوهات بركانية تتطابق الكثير في أحاكيب الرسم. وتعرف إلى تفصيلاً. ما الذي حدث؟ وكيف القمر نفسه؟ وماذا نتوقع أن يكون هذا؟

البنيـــــة



داخل القمر

إن القشرة الصلبة مكونة من صخور أشبه بالبازلت وبعض الصخور ذات لون فاتح من صخر يكثر وجوده في أعمق منطقة متصهرة. وإننا نعرف هذه الأشياء القمرية. ولكن لا نعرف الكثير عن الجزء الداخلي من القمر.

الظواهر السطحية

إن سطح القمر به أشكال بارزة تسمى الجبال. وهي تتكون من الصخور الفاتحة اللون. وتوجد أيضا مناطق منخفضة تسمى البحار. وهي تتكون من الصخور الداكنة اللون.

منظر لا يعترضه هواء

لقد أتاح انعدام الغلاف الجوي للقمر أن تتكون فوهات كثيرة على سطحه. وهذا يعني أن المنظار يمكنه أن يكشف تفصيلات دقيقة. ولكن بسبب انعدام الغلاف الجوي للقمر، فإن الصور التي تلتقطها التلسكوبات الأرضية تكون أكثر وضوحا.

في مأمن من الأرض

إن الفضاء الخارجي مليء بالإشعاعات الضارة. ولكن الغلاف الجوي للأرض يحمينا من معظم هذه الإشعاعات. ولكن القمر ليس له غلاف جوي. ولذلك فإن الإشعاعات الضارة تصل إلى سطح القمر.

بحر الصفاء

إن بحر الصفاء هو أحد البحار الكبيرة على القمر. وهو يقع في الجزء الشرقي من الوجه القريب للقمر. وهو يبلغ قطره حوالي ٧٠٠ كيلومتر.

بحر الأمطار

إن بحر الأمطار هو أحد البحار الكبيرة على القمر. وهو يقع في الجزء الشرقي من الوجه القريب للقمر. وهو يبلغ قطره حوالي ٧٠٠ كيلومتر.

بحر العواصف (أوشيانوس)

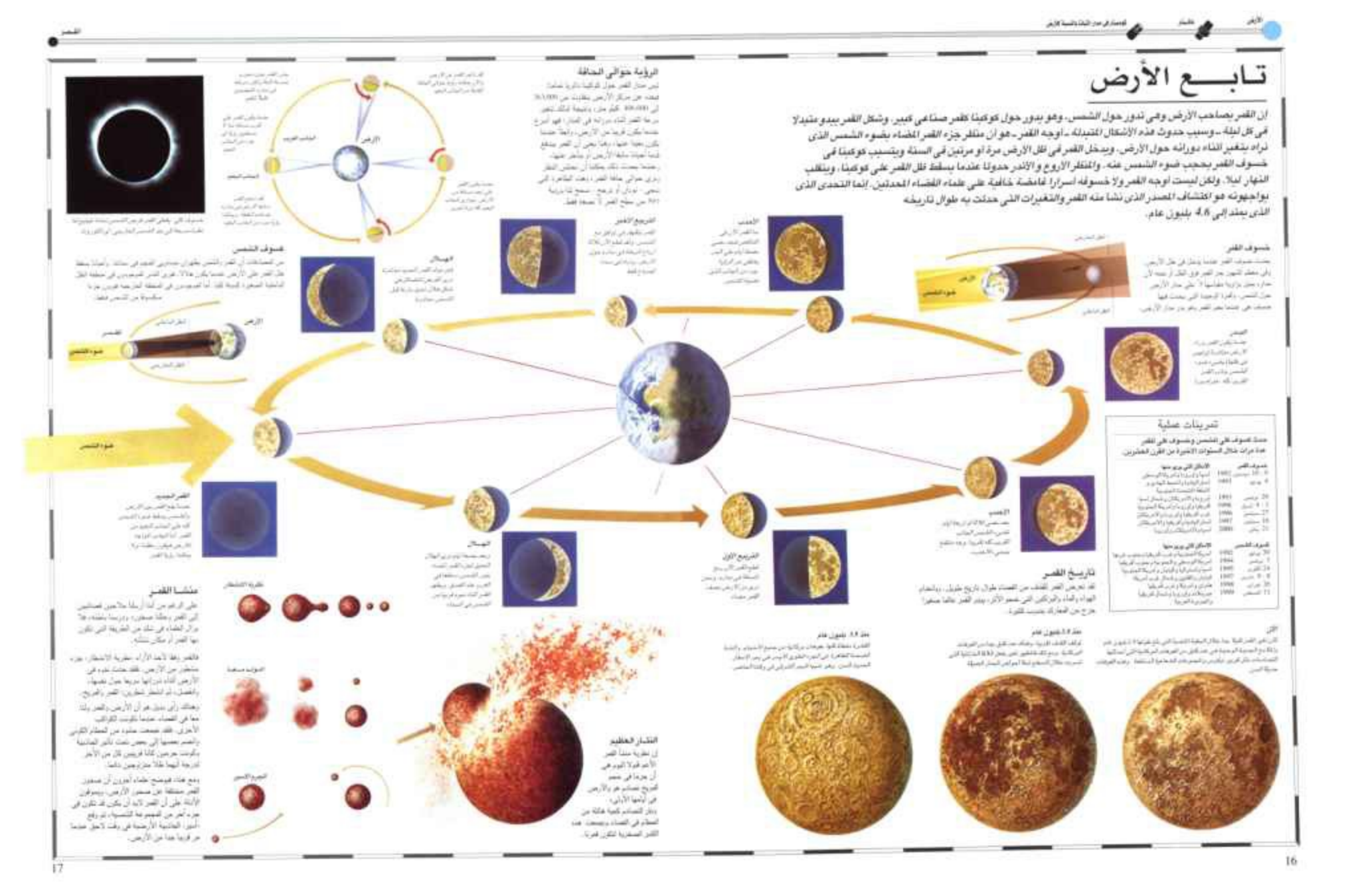
هذا هو أحد البحار الكبيرة على القمر. وهو يقع في الجزء الشرقي من الوجه القريب للقمر. وهو يبلغ قطره حوالي ٧٠٠ كيلومتر.

الجانب البعيد

لم يشاهد أحد جانب القمر البعيد، أي الجزء الذي يتجه بعيدا عن الأرض، قبل أكتوبر عام ١٩٥٩، في ذلك التاريخ دار المسبار السوفيتي «لونا ٣» حول القمر وأرسل صورا للجانب البعيد. ولقد أعطت الصور الملتقطة من هذا المسبار والمسبارات التي تلته في ذلك الجانب، وبذلك كان من المحتمل وجود عدد ضخم من الفوهات البركانية في الجانب البعيد أكثر منها في الجانب القريب. ولكن البحار، أو الأماكن المنخفضة المغطاة بالحمم البركانية، لا تكون موجودة في الجانب البعيد.

تابـــع الأرض

إن القمر يصاحب الأرض وهي تدور حول الشمس. وهو يدور حول كوكبنا كقمر صناعي كبير. وشكل القمر يبدو متبدلا في كل ليلة - وسبب حدوث هذه الأشكال المتبدلة - أوجه القمر - هو أن منظر جزء القمر المضاء بضوء الشمس الذي نراه يتغير أثناء دورانه حول الأرض. ويدخل القمر في ظل الأرض مرة أو مرتين في السنة ويتسبب كوكبنا في خسوف القمر بحجب ضوء الشمس عنه. والمنظر الروع والأندر حدوثا عندما يسقط ظل القمر على كوكبنا، وينقلب النهار ليلا. ولكن ليست أوجه القمر ولا خسوفه أسرارا غامضة خافية على علماء الفضاء المحدثين. إنما التحدي الذي يواجهونه هو اكتشاف المصدر الذي نشأ منه القمر والتغيرات التي حدثت به طوال تاريخه الذي يمتد إلى 4.6 بليون عام.


خسوف القمر
يحدث خسوف القمر عندما يدخل قمر كامل في ظل الأرض. وفي معظم الشهور يمر القمر فوق الظل أو تحته لأن مداره يميل قليلا على مدار الأرض حول الشمس. وقمرا الصورة التي يبدأ فيها خسوف هي عندما يعبر القمر بعض مدار الأرض.
الأرض
ضوء الشمس
الهلال
يظهر الهلال الصغير جدا بعد الاقتران مباشرة. ويزداد حجمه يوما بعد يوم. وبعد أسبوع يصبح نصف قرص القمر مضاء. ويسمى هذا التربيع الأول.
الأحدب
يظهر القمر الأحدب عندما يكون أكثر من نصف قرصه مضاء. ويستغرق أسبوعا آخر قبل أن يصبح بدرا.
البدر
يحدث البدر عندما يكون القمر وراء الأرض مباشرة بالنسبة للشمس. وفي هذا الوضع تكون الشمس وراء القمر. ويكون كله مضاءا.
تاريخ القمر
لقد تعرض القمر للقصف من الفضاء طوال تاريخ طويل. وتحطم الهباب والماء والصخور التي تصدم الأرض يبدو القمر عالما صغيرا خارج من الفحم بالنسبة لكثير.
مند 3.9 بليون عام
توقف القذف الأولي. وتصادف بعد ذلك بوقت قصير بعض المذنبات الكبيرة. وربما كان هذا هو السبب في وجود الفوهات الكبيرة على القمر. وتعرض القمر لبعض القذف على مدى 600 مليون سنة التالية.
مند 3.8 بليون عام
القمر يتعرض لقذف عنيف بالصخور والنيازك. وتتكون الفوهات الكبيرة.
الآن
القمر الآن هادئ. وقد خلال الفترة الأخيرة التي يقل عددها الآن عن 100 مليون عام. وتكون الفوهات الصغيرة. وتتكون الفوهات الكبيرة بسبب النيازك والمذنبات التي تصطدم بالقمر.
تمرينات عملية
حدث خسوف كلي للشمس وخسوف كلي للقمر عدة مرات خلال السنوات الأخيرة من القرن العشرين
خسوف القمر
الأماكن التي يرى منها
30 مايو 1965
6 يونيو 1965
20 نوفمبر 1965
11 مايو 1966
27 سبتمبر 1966
15 مارس 1967
31 يناير 1980
خسوف الشمس
الأماكن التي يرى منها
30 مارس 1952
1 نوفمبر 1966
24 أكتوبر 1967
9 مارس 1970
30 مارس 1979
11 أغسطس 1999
الرؤية خوالي الحافة
ليس مدار القمر حول كوكبنا دائريا تماما. فبعده عن مركز الأرض يتفاوت من 363,000 إلى 405,000 كيلو متر. ونتيجة لذلك تتغير درجة القمر أثناء دورانه في المدار. فهو أسرع عندما يكون قريبا من الأرض. وأبطأ عندما يكون بعيدا عنها. وهذا يعني أن القمر يتقدم أيضا أحيانا سابقة الأرض أو متأخر عنها. وعندما يحدث ذلك يمكننا أن نحتلس النظر إلى بعض خوالي حافة القمر. وهذه الظاهرة، التي تسمى "تودان أو ترنح" تسمح لنا برؤية 59 في المئة من سطح القمر لا نصفه فقط.
القرص الأخير
القمر يظهر في الربع الأخير عندما يكون نصف قرصه مضاءا. ويسمى هذا الربع الأخير لأن القمر يشرق متأخرا عن الشمس كل ليلة. وبعد أسبوع آخر يصبح القمر هلالا جديدا.
الشمس
الأرض
القمر
خسوف الشمس
من المعلومات أن القمر والشمس يظهران حجميهما تقريبا في سمائنا. وأحيانا يمتد ظل القمر على الأرض عندما يكون هلالا. فيرى القمر المجموعين في منطقة الظل الداخلية المعتمة. أما المجموعين في المنطقة الخارجية فيرون جزءا منكسفا من الشمس فقط.
ضوء الشمس
القمر الجديد
عندما يقع القمر بين الأرض والشمس يتعذر رؤية القمر. لأنه على الجانب المظلم من الأرض. أما الجانب المواجه للأرض فيكون مضاءا. لأن ضوء الشمس ينعكس عليه.
نظرية الانفجار
نظرية الاندماج
التوءم منعدما
الجرم الأصغر
منشأ القمر
على الرغم من أننا أرسلنا ملايين العينات إلى القمر وعلمنا صخوره، ورسمنا بتفصيل كل وادٍ الحفاء في تلك من الطريقة التي تكون بها القمر أو ممكن تتشكل.
فالقمر يرقد لأعلى الأرض. نظرية الانفجار، يرى منفجر من الأرض. فقد حدث خلوه في الأرض أثناء دوراتها مريعا حول نفسها. والفصل، ثم انفجار تطاير، القمر والمريخ. وهناك رأي يدين هو أن الأرض والقمر ولدا معا في الفضاء. عندما تكونت الكواكب الأخرى. فقد صدمت عناوه من المطار الكوني والتصم بعضها إلى بعض نتحت تأثير الجاذبية وتكونت جرمين كاملا فريبين كل من الآخر بدرجة أنهما ظلا متزوجين دائما.
ومع هذا، فيوضح علماء آخرون أن صخور القمر مختلفة عن صخور الأرض. ويبرهنون الأدلة على أن القمر لابد أن يكون قد تكون في جزء آخر من المجموعة الشمسية، ثم وقع أخيرا الجاذبية الأرضية في وقت لاحق عندما مر قريبا جدا من الأرض.
الانفجار العظيم
إن نظرية نشأة القمر الأكثر قبولا اليوم هي أن جرما في حجم كوكب تصادم هو والأرض في أيامها الأولى. وتطاير التصادم كتلة هائلة من الحطام في الفضاء. ويجتمع هذا الكثير الصخري لتكون قمرنا.

المجموعة الشمسية

تتكون جيرتنا في الفضاء من شمسنا المحلية وعائلتها المكونة من تسعة كواكب وحوالي 70 قمرا وملايين المذنبات وعدد لا يحصى من الكويكبات. وبلوتو هو في معظم الوقت أبعد الكواكب الخارجية عن الشمس ويدور حولها على مسافة يبلغ متوسطها 6 بلايين كيلو متر. ومع هذا فإن أقرب نجم يبعد بحوالي 7,000 مرة مثل هذه المسافة ـ وهذا يوضح مبلغ صغر جيرتنا. والمجموعة الشمسية كلها واقعة تحت سيطرة الشمس التي تبلغ كتلتها حوالي 1000 مرة مثل كتلة جميع الكواكب مجتمعة. والطاقة التي تولدها الشمس بالاندماج النووي تجعلها مضيئة وتمد بقية المجموعة الشمسية بالحرارة والضوء. وجاذبيتها تجذب الكواكب فتدور حولها في مدارات دائرية تقريبا.

وتنقسم الكواكب التسعة إلى مجموعتين: أربعة صغيرة صخرية قريبة من الشمس وأربعة كبيرة غازية على مسافات أبعد (أما بلوتو فإنه لغز حيث إنه لا يتوافق مع أي من المجموعتين). ومع ذلك فإن لكل كوكب شخصيته التي يتميز بها.

الكويكبات

لقد عرف علماء الفلك على أكثر من 9,000 قطعة صخرية تدور حول الشمس ويعرف بالكويكبات. ومع هذا، فيعتقد أن تكون هناك الملايين من هذه الكواكب الصغيرة التي يبلغ قطرها بضعة أمتار فقط. ومعظمها في أحزمة الكويكبات التي تقع بين المريخ والمشتري. ولكن بعضها تدار خارج هذه الأحزمة. فالمجموعة «أبوهان» على سبيل المثال، تشترك مع المشتري في المدار، في حين أن أبولو وغيره يدوران داخل مدار الأرض. وهيدالجو يدور أبعد من مدار المشتري. وأبعد الكويكبات الذي تم اكتشافها هو «شيرون» الذي يدور حول الشمس وراء زحل.

سيريز

إن سيريز الذي يبلغ قطره 933 كم هو أكبر الكويكبات. وهو يدور حول الشمس على مسافة تبلغ 414 مليون كيلو متر تقريبا. وقد اكتشف سيريز في عام 1801 وكان يعتقد أنه كوكب صغير. ولكن بعد اكتشاف الكويكبات الأخرى، أعيد تصنيفه على أنه كويكب.

فيستا

على الرغم من أن قطر فيستا يبلغ 530 كم فقط فهو أسطع من سيريز. فسطحه حتى الانعكاسي، وهو مختلط بالمعادن الثقيلة. لا يرى بالعين المجردة.

سيكيه

سيكيه يدور في منطقة الشكل هذه حوالي 200 كم. ويبدو أنه مكون من الجليد الثلجي، ولكن يعتقد لاحتوائه مجففات الصابون على الجليد الثلجي والمشتري!

بلوتو

إن مدار بلوتو الاهليلجي (القطع الناقص) دوريا مطولا يأتي به أحيانا إلى داخل مدار نبتون، وذلك بعدد دوران. فقد بين 1979 و 1999 ، مكانه كأبعد كوكب عن الشمس. وبلوتو هو أصغر الكواكب إذ أن أحد عشر منه فقط هو حجمه في المتوسط.

عطارد

عالم مكفن كالقمر الجديد، الزئبقية، على كدا هو الأبعد الأهوم دون تغير.

الأرض

الكوكب الوحيد الذي به ماء سائل والحياة معقدة. إن الأرض كوكب نشط تحدث الزلازل والبراكين على سطحه باستمرار.

المشتري

إن هذا العملاق الغازي أضخم كثير بالكواكب الأخرى مجتمعة معها. وهو يدور حول الشمس مرة كل 12 سنة أرضية تقريبا.

أورانوس

يدور هذا الكوكب حول الشمس مرة على جانبه. ويدور أورانوس بالمقارنة بينه وبين الحافة الخارجية الأخرى للنظم الشمسي، مرة كل 17 ساعة. و27 قمرا معروفة حاليا، وأيضا حلقات خفية.

نبتون

إن نبتون هو أحد العوالم الأربعة الغازية من الغاز الكبير الضخامة الغازية. وهو أبعد عن الشمس. وله أشرع الرياح في المجموعة الشمسية وعواصف مصطفة. وله أيضا أربع حلقات رفيعة للغبار.

عطارد

إن عطارد هو أقرب الكواكب إلى الشمس. وهو أيضا أصغر الكواكب الأرضية. ويبلغ قطره 4,878 كم فقط. وهو أيضا أسرع الكواكب في مداره حول الشمس. فهو يدور حول الشمس مرة كل 88 يوما أرضيا. وهو يدور ببطء شديد حول محوره. فاليوم العطاري يستغرق 59 يوما أرضيا.

الزهرة

إن الزهرة هو أكثر الكواكب سطوعا في السماء. وهو أيضا أكثر الكواكب سخونة. فالغلاف الجوي الكثيف يحتبس الحرارة بالقرب من سطح الكوكب. ويبلغ متوسط درجة الحرارة 480 درجة مئوية.

المريخ

إن المريخ الأحمر هو أقرب الكواكب الصالحة للحياة. فالمريخ يحتوي على الماء المتجمد في القطبين. وقد يكون هناك ماء سائل تحت السطح. والمريخ له غلاف جوي رقيق. وله قمران صغيران.

مذنب هالي

إن المذنبات عبارة عن كرات ثلجية قذرة من الغاز والغبار. وعندما يقترب المذنب من الشمس، فإن الحرارة تجعل الثلج يتبخر. ويتكون ذيل المذنب من الغاز والغبار المتبخرين. وهذا الذيل يشير دائما بعيدا عن الشمس. ومذنب هالي هو أشهر المذنبات. وهو يدور حول الشمس مرة كل 76 سنة تقريبا.

زحل

إن زحل هو أحد العمالقة الغازية الأربعة الكبيرة. وهو أبعد الكواكب التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة. وهو أيضا أكثر الكواكب تفلطحا. فقطره عند خط الاستواء يبلغ 120,536 كم. ولكن قطره من القطب إلى القطب يبلغ 108,728 كم فقط. وزحل له حلقات رائعة. وهي تتكون من مليارات الجسيمات الصغيرة من الجليد والصخور. وهذه الجسيمات تدور حول زحل مثل أقمار صغيرة.

الكوكب	القمر (عدد الأقمار الاصطناعية)	متوسط البعد عن الشمس	السرعة المدارية حول الشمس	زمن الدورة حول الشمس (السنة)	أطول قمر في السماء	عدد الأقمار المعلومة
عطارد	لا يوجد	57,910,000 كم	47.89 كم / ثانية	87.97 يوم	1.4 °	0
الزهرة	لا يوجد	108,200,000 كم	35.03 كم / ثانية	224.70 يوم	0.4 °	0
الأرض	1	149,600,000 كم	29.79 كم / ثانية	365.26 يوم		1
المريخ	2	227,940,000 كم	24.13 كم / ثانية	686.98 يوم	2.9 °	2
المشتري	16	778,330,000 كم	13.06 كم / ثانية	11.86 عام	2.8 °	16
زحل	18	1,426,940,000 كم	9.64 كم / ثانية	29.46 عام	6.3 °	18
أورانوس	15	2,870,990,000 كم	6.81 كم / ثانية	84.01 عام	5.9 °	15
نبتون	8	4,497,070,000 كم	5.43 كم / ثانية	164.79 عام	5.8 °	8
بلوتو	1	5,913,520,000 كم	4.74 كم / ثانية	248.54 عام	17.0 °	1

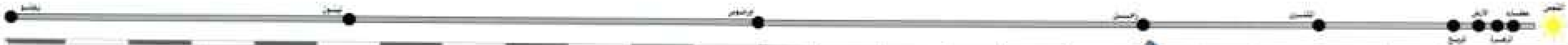
المجموعة الشمسية بمقياس رسم مناسب

أحجام الكواكب الشمسية والمقارنة بينها وبين جزء صغير من الشمس (أقصى اليسار). والكواكب مرتبة على الشمع الصحيح ولكن دون مقلتها حتى تسهل المقارنة بين أحجامها.

كم يبلغ البعد عن الشمس؟

بين مدارات الأرض المرسومة في أعلى الصفحة متوسط بعد الكواكب عن الشمس في مداراتها.

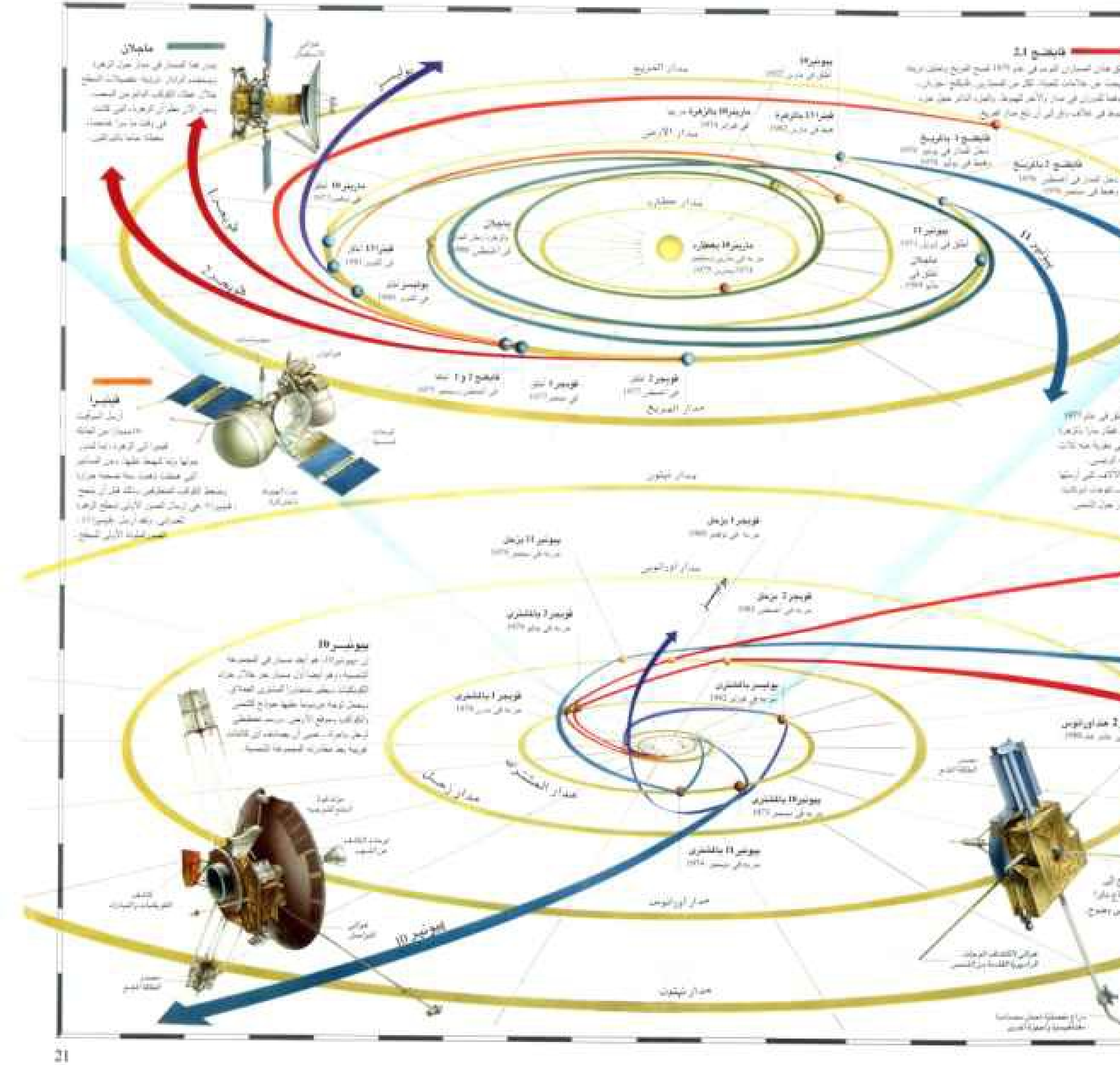
الوحدات الفلكية: الوحدة الفلكية : مقياس جيد للمقارنة بين المسافات في المجموعة الشمسية . وهي تساوي متوسط المسافة بين الأرض والشمس.

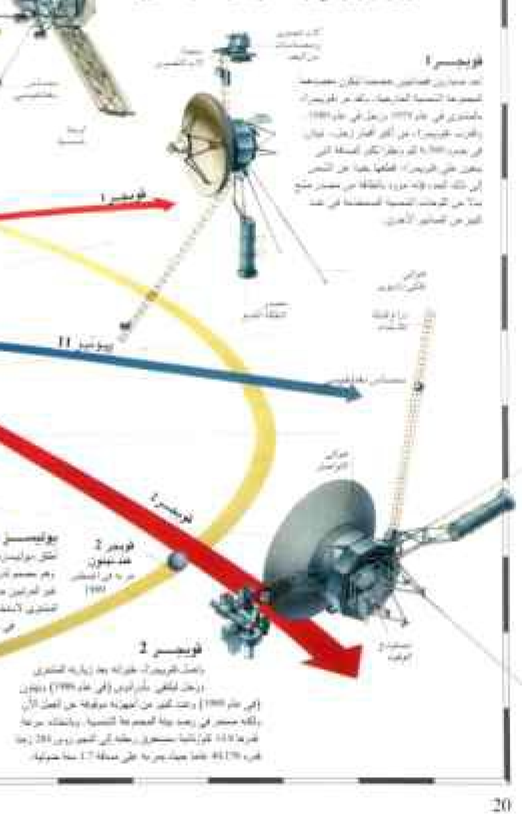


مسابير الاستكشاف الجديدة

لقد بدت الكواكب التي تضمها مجموعتنا الشمسية، حتى وقت قريب، أكثر قليلا من أن تكون بقعا ساطعة في السماء. فالتلسكوبات كشفت عن تفصيلات عابرة لسطوحها وأجوائها، ولكن معظم ما ظننا أننا نعلمه كان تخمينا. والآن تبدل هذا كله. فلقد أرسلنا منذ السبعينيات من القرن العشرين أعدادا كبيرة من المركبات الفضائية في رحلات إلى الكواكب واقمارها، لتستكشفها بالأسلوب نفسه الذي استكشف به الملاحون «العوالم الجديدة» خلال القرنين الخامس عشر والسادس عشر. وفي الوقت القصير الذي قضيناه في استكشاف المجموعة الشمسية أرسلنا مسابير فضائية بسرعات أعلى وإلى مسافات أبعد مما كانت الصواريخ وحدها تحققها. فلقد استخدم العلماء «مساعدة الجاذبية»، حيث يعجل مجال جاذبية أحد الكواكب مسبارا فضائيا ويدفعه إلى هدفه التالي.

وقيام الكواكب بعمل المنجنيق (آله قذف) على هذا النحو أتاح لنا استكشاف جميع الكواكب حتى نبتون. ومن المخطط له زيارة بلوتو في أوائل القرن الواحد والعشرين.





عطـــارد

لقد عاش معظم الناس، حتى بعض علماء الفلك طوال العمر دون أن يروا عطارد. وليس سبب ذلك أن عطارد خافت بدرجة خاصة، ولكن نظرا لأنه أقرب الكواكب الى الشمس، فهو لا يخرج بعيدا عن وجهها على الإطلاق. ويمكنك ان تنتظر أليه في الشفق فقط إما بعد غروب الشمس مباشرة وإما قبل شروقها مباشرة. وعطارد يتأثر بجاذبية الشمس القوية تأثرا شديدا جدا فيدور حولها بسرعة هائلة - تزيد من صعوبة تحديد مكانه. ولكن إذا وجدت هذا الكوكب حقا باستخدام تلسكوب فإنك ترى منظرا مخيبا للآمال. وعطارد هو الثاني في الترتيب بين الكواكب من حيث الصغر وقربه الشديد لا يظهر اي تفصيلات تقريبا ولم يصل اليه الا مسبار واحد - هو «مارينر ١٠» - فصور عالما قاحلا تكثر الفوهات البركانية ومتكتما، وشبيها بقمرنا الى درجة مذهولة.

سطح عطارد كما صوره المركبة «مسبر ٧» الفضائي عام ١٩٧٤ وهو على بعد ٤٨٠٠ كم.

عالم مُتَوَّه

إن عطارد مخيب للآمال بدرجة كبيرة من الجهات التركيبية، وذلك راجع إلى الكثافة التي تعرض لها على يحو مكثف في أثناء تاريخ المجموعة الشمسية. إن هو آلي ٤ بلايين عام، فالأجزاء التي تظهر بعد تكون الكواكب تصادم مع عطارد وتحطمت أثر تأثيرية. ربما استمر ذلك لفترة بدأ الكوكب يتكتل حتى حجم عطارد. لكن الأرض متوقعا من أن يلائمه بالمعنى الجرفي للكلمة. ويقي عطارد كما هو ترى تغير كثيرا منذ ذلك الحين إلى أنه عالم ميت.

الكوكب الرتيبي

هذا عطارد كما يبدو لعين المراقب. ضوء الشمس يجعل السماء تبدو زرقاء، ولكن عطارد يبدو أسود تقريبا. ويبدو الكوكب الرتيبي بالنسبة للأرض كما لو كان يتحرك ذهابا وإيابا في السماء. ولكن هذا ليس صحيحا. فالكوكب الرتيبي يدور حول محوره بانتظام. ولكن بسبب سرعة عطارد الفائقة في مداره حول الشمس، فإن الشمس تبدو كما لو كانت تتحرك ذهابا وإيابا في السماء.

الإنضغاط الغطيم

إن أحد عطارد الغريبة هو أنه أكثر كثافة من الأرض. وهذا يعني أن عطارد يحتوي على نسبة أكبر من الحديد بالنسبة لحجمه. ويعتقد العلماء أن عطارد كان في الأصل أكبر حجما بكثير من حجمه الحالي، ولكن الجزء الأكبر من قشرته وغلافه الصخري قد تحطم بفعل اصطدام كبير. ولم يتبق من عطارد سوى نواته الحديدية.

عوض كالوريس

إن أحد أكبر الأحواض المعروفة في النظام الشمسي هو حوض كالوريس الذي يبلغ قطره ١٣٠٠ كم. وقد تكون هذه الفوهة الضخمة قد تكونت عندما اصطدم كويكب كبير بسطح عطارد منذ بلايين السنين. وقد تسبب الاصطدام في حدوث انفجار هائل، وتناثرت الصخور المنصهرة في جميع أنحاء الكوكب.

جبال كالوريس

يحيط بحوض كالوريس سلسلة من الجبال التي يصل ارتفاعها إلى ٢ كم. وقد تكونت هذه الجبال عندما ارتفعت الصخور بعد الاصطدام الذي تسبب في تكوين الحوض.

كيف تتكون الفوهات البركانية

تكوين الجبال

إن بعض جبال عطارد يشابه الجبال الموجودة على القمر. إن هذه الجبال تتكون عندما يتقلص الكوكب مع برودته. وعندما يتقلص الكوكب، يزداد سمك قشرته الخارجية. ولكن هذه القشرة لا تستطيع أن تتمدد بسرعة كافية لتغطية السطح الداخلي الذي يتقلص بسرعة أكبر. ولذلك تتجعد القشرة وتتكون الجبال.

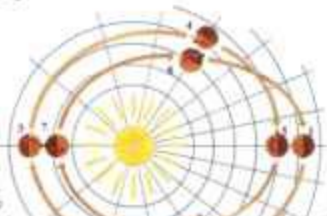
ثلاث دورات في اليوم

لقد دار عطارد ثلاث دورات حول محوره، كما يظهر من النقطة السوداء، في الزمن الذي أخذه في الدوران حول الشمس مرتين. ويبدأ اليوم ١ بدأ في الزمن الذي يكون فيه عطارد على الأرض. هذا هو زمن الظهيرة. إن الدوران إلى الدوران الثاني، لقد أدار عطارد مدار الشمس ليس دورة واحدة فقط، بل دورة ونصف. وبعد اليوم ٢ يكون عطارد على بعد ٩٠ مليون كيلو متر من الشمس وبعد أيضا نقطة يكون قد عاد إلى مسافة ٦١ مليون كيلو متر.

مارينر ١٠

مسبار أرسلته الولايات المتحدة في يونيو ١٩٧٤. وكان أول مسبار يزور كوكبين في وقت واحد. وقد زار مارينر ١٠ عطارد ثلاث مرات في مارس ١٩٧٤ وسبتمبر ١٩٧٤ ومارس ١٩٧٥. وقد أرسل المسبار أكثر من ٢٠٠٠ صورة لعطارد. وقد أعطت هذه الصور العلماء أول فكرة عن سطح عطارد.

لقد أدار الكوكب دورة حول الشمس وأكمله ١٢ دورة كاملة حول محوره. وفي الدورة الثانية (٢) في مدة متطابقة تماما تكون البقعة في نقطة في الأبعاد ٤ يدور الشمس مرة أخرى عند اليوم ٢. لقد حصلنا على دورة واحدة فقط عندما دار الشمس الدائر، ولذلك أدرت مدا مختلف.



اليوم أطول من العام

يمكن حساب أطوال الأيام على عطارد أكثر من تكرار شروق الشمس. فطول اليوم (الوقت الواقعة بين الشمس) يساوي ٥٩ يوما أرضيا تقريبا. وأطول الأيام (من كشروق إلى شروق التالي) يساوي ١٧٦ يوما أرضيا أي سبعين عطارديا. وبالرغم أن طول اليوم على عطارد أطول من العام الذي يستغرقه الكوكب في دورته حول الشمس. فإن اليوم على عطارد أطول من العام الذي يستغرقه الكوكب في دورته حول الشمس. فإن اليوم على عطارد أطول من العام الذي يستغرقه الكوكب في دورته حول الشمس.

مغناطيسي حتى الُلب

لدى العلماء حاليا الكثير من الأدلة على أن عطارد يمتلك مجالا مغناطيسيا. وإن له أضعف بكثير من مجال المغناطيسي الأرضي. ولكنهم لن يتمكنوا من معرفة السبب في حالة الأرض إن مروحة الدوران الحالية. ولقد دارت كهربائيا في تلك الحديدي (الحديد) الذي في المدار). وبعد دوران عطارد حول خمسة مرات، لا يتوقع أن تدار مرات كهربائية، ولذا فإن مغناطيسيته في داخل على وجود لب حديدي ضخم في داخل الكوكب.

باطن عطارد

لقد فحص من الجنب والشمال بعطارد رداح صخري. وهو أكثر من هذا الأرض. والقشرة الرقيقة تغطي الوشاح والجنوب.

حقائق وأرقام

القطر	٤٨٧٨ كم
متوسط البعد عن الشمس	٥٧٩١٠٠٠٠ كم
المسافة المدارية حول الشمس	٤٧.٨٩ كم/ ثانية
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	٨٧.٩٧ يوم
اليوم	
زمن الدورة وحول المحور	٥٩ يوم و ١٥ ساعة
من شروق الشمس إلى الشروق التالي	١٧٦ يوم
الجاذبية (٦٤٨٠ كم/ثانية ١٠)	٠.٣٧٥
متوسط الكثافة (٦٤٨٠ كم/ثانية ١٠)	٥.٤٣
الجاذبية عند السطح (بالنسبة للأرض ١٠)	٠.٣٨
درجة حرارة السطح	من -١٨٠ إلى +٤٣٠ م

تمرينات عملية

- إن أسهل شيء من الناحية العملية يمتلك فقط دع عطارد هو أن تحدد مراقبته. فهو صغير وقريب من الشمس جدا.
- تحصل وهي عرب الشمس إن السماء فإن الفهم مستحيل عدة الأفق. ولذلك عندما يأخذ الدار الكوكب إلى أبعد مسافة من الشمس.
- ابحث بالفعل الجيدة عن سعيد لأنه يسهل تقليلة إلى القرن الفلكي.
- ورباستخدام منظار ذو جيبيتر أو تلسكوب يستطيع رؤية عطارد، على شكل قرص صغير وهو كالقمر يمر في مجموعة من الأطوار (الأوجه).

الزهـــرة

إن الزهرة والأرض كوكبان شقيقان: فهذان العالمان متطابقان تقريبا في الحجم. ولكن الزهرة أقرب إلى الشمس ومغطاة دائما بطبقة كثيفة من السحب تعكس ضوء الشمس بعيدا عن السطح. ولقد ظن علماء الفلك أن السحب من شأنها أن تحمي الزهرة من ضوء الشمس الذي يرفع درجة الحرارة على عطارد نهارا إلى ذلك الحد. وإذا كان الأمر كذلك فقد تكون الزهرة عالما وفيرا ببخار الماء - كما كانت الأرض قبل ٣٠٠ مليون عام مضت. ومع هذا، فقد كشفت المسابير الفضائية عن الزهرة. إنها أقرب مكان إلى جهنم في مجموعتنا الشمسية: إنها عالم بركاني يغلي يعاني المسافر في الفضاء عليه الحروق الحمضية بل يختنق وينسحق ويشوى في آن واحد. فلقد تعرضت الزهرة لتأثير صُوبي جامح جعلها أسخن الكواكب.

عالم عكسي

[illegible]

مركبة فضائية مصنوعة من قطع غيار

[illegible]

[illegible]

الزهرة البركانية ذات الاضطرابات العنيفة

[illegible]

منظر من السطح

[illegible]

البنية

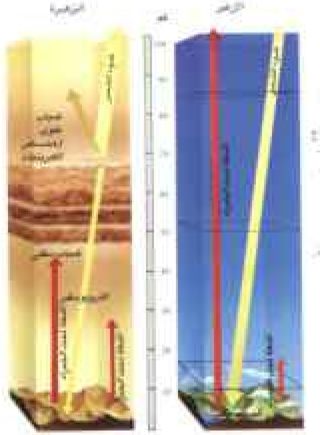
باطن الزهرة

[illegible]

الجو

التأثير الصُوبي

[illegible]



حقائق وأرقام

القطر	12,103 كم
متوسط البعد عن الشمس	108,200,000 كم
السرعة المدارية حول الشمس	35.03 كم/ثانية
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	224.7 يوم
اليوم	
زمن الدورة حول المحور	243.0 يوم
من الشروق الشمسي إلى الشروق التالي	117 يوم
الكتلة (كتلة الأرض = ١)	0.81
متوسط الكثافة (كثافة الماء = ١)	5.25
الجاذبية عند السطح (الجاذبية الأرضية = ١)	0.9
درجة حرارة السطح	464° س

تمرينات عملية

[illegible]

الأرض

على الرغم من أن لكل كوكب شخصيته الخاصة به، فإن الأرض تميز بكونها منفردة في المجموعة الشمسية. فهي على خلاف الكواكب الأخرى تتميز بالنشاط. وتوكينا بعيد تشكيل سطحه عن طريق البراكين والزلازل. فهو دائم التغير. وهو الكوكب الوحيد الذي به ماء سائل بأي كمية؛ فالمريخ مفرط البرودة والزهرة مفرطة السخونة. والجو مختلف تماما هو أيضا عنه في أي كوكب آخر. وعلى خلاف الكواكب المجاورة التي يوجد ثاني أكسيد الكربون في أجوائها بوفرة، فإن هواء الأرض وافر النيتروجين والأكسجين وهذا الجو يساعد في حجب بعض الإشعاع الشديد الإيذاء القادم من الشمس ويحمي سطح الأرض من صدمات النيازك. ولقد أدى انحباس السطح الدائم التغير والمحيطات والجو الواقي إلى تطور شيء ما آخر ينفرد به كوكبنا: وهو الحياة.

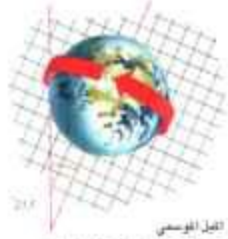
أورانيا قد يظهر في صورة الكوكب ملائما. أورانوس هي رابع أكبر الكواكب، ويحتله ٥٪ من حجم الأرض. وهو الكوكب الوحيد الذي تقع محاوره الأساسية تقريبا في مستوى مداره حول الشمس.

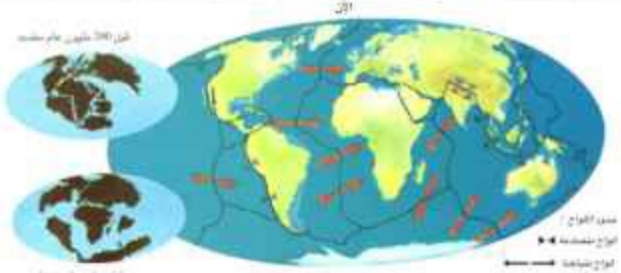
القارات تتصادم

إن قشرة الأرض مكونة من قطع متصلة، أو ألواح تتحرك من مكان إلى آخر على الكرة الأرضية ببطء حراريا في وشاح الكوكب، وهذه إلى القارات سطح فوق هذه الألواح. وإن تدرج البشرة دائم التغير. فقبل حوالي ٢٥٠ مليون عام مضت كانت اليابسة مجمعة في قارة عظمى واحدة هي القارات التي انقسمت بعد ذلك مكونة القارات الحديثة والمحيط المتجمد الشمالي من الصور المحددة في جميع المجسمات. يبعد الألواح بعضها عن بعض ببطء شديد. بعضها بعد الأمتار. وبعضها مصطدم الألواح. لقد مضت حول حالة التجميد الهادي. يتسع المحيط ويرتفع الجبال الجديدة، ويحدث الزلازل والبراكين عندما يدفع المحيط بالبابة إلى الداخل. يسهب الحفرة المعروفة باسم تكتونية الألواح عندما الأرض تقريبا بالتفصيل.

الميل الموسمي

تدور الأرض حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة. وهذا المحور يميل بزاوية ٢٣,٤° على الرأسي. وهذا الميل هو السبب في حدوث الفصول المختلفة أثناء دوران الكوكب حول الشمس.





عمل تكتونية الألواح

في هذا القطاع المستعرض تظهر الأربعة ينبوب المحيط المحيط حتى طول عند في رسمة المحيط (عناصر إلى المحيط) - نيار على الحد الفاصل بين ذلك. ويتحدد المحيط مولدة قشرة جديدة على قاع المحيط مدفع الوسطى المحيطين. لا يجيا عن الأخر. وأي مسار المكثار ألواح بعضاء مع نفر. وتعني بشدة عنيفة أثناء انهيار السطح. والزلازل المحيطات بعد أيضا مواقع الزلازل والبراكين. وذلك بعضا مدفع القشرة إلى داخل الوشاح ويذيب. والأعلى البراكين في بطن المحيط إلى جون.

انحناء الطقس

تتحرك الرياح (تيارات الهواء) بسبب اختلافات في ضغط الجو. وتتحرك الرياح من المناطق ذات الضغط الجوي المرتفع إلى المناطق ذات الضغط الجوي المنخفض. وتتأثر الرياح بدوران الأرض. فتنحرف الرياح في نصف الكرة الشمالي إلى اليمين، وفي نصف الكرة الجنوبي إلى اليسار.

الكواكب الأرضية

إن كوكبة الأرض من الكواكب الصخرية، وتسمى الكواكب الأرضية لأنها تشبه الأرض. وتشمل الكواكب الأرضية عطارد والزهرة والأرض والمريخ.

الطبقة الواقية

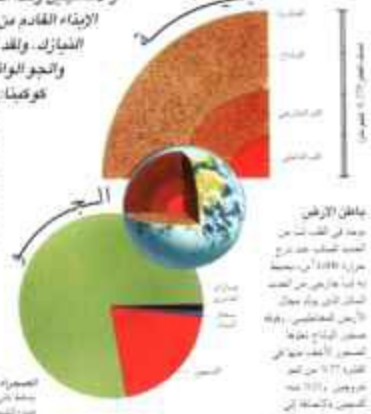
إن الغلاف الجوي يقوم بالعديد من الأدوار المهمة. وأحد هذه الأدوار هو حمايتنا من أشعة الشمس الضارة. وتسمى الطبقة الواقية من الأشعة فوق البنفسجية بطبقة الأوزون. وهي تحتوي على كمية كبيرة من الأوزون.

الصحراء الحارة المتسعة

يسقط ضوء الشمس بزاوية أكبر على المناطق القريبة من خط الاستواء. وهذا يجعل هذه المناطق أكثر دفئا من المناطق القريبة من القطبين. وتسمى المناطق الدافئة بالصحراء الحارة المتسعة.

الغلاف الجوي

يحيط بالأرض غلاف من الغازات يسمى الغلاف الجوي. ويتكون الغلاف الجوي من النيتروجين والأكسجين وكميات صغيرة من غازات أخرى. ويحمي الغلاف الجوي الأرض من الأشعة الضارة الصادرة عن الشمس. ويحتفظ بالحرارة التي تحتاجها الأرض لتظل دافئة.



باطن الأرض

يوجد في القلب لب من الحديد السائب. عند درجة حرارة ٤٠٠٠°م. يحيط به لبا هاربي من الحديد الصلب الذي يولد مجال الأرض المغناطيسي. وفوقه صخور الوشاح وهو الجزء الأسفل منها في القشرة ٧٧٪ من الجو خروجي، و٢١٪ منه الأكسجين والباقية إلى بعض الغاز، وغازات أخرى.

النظم الغابية

يتسبب معظم انسكاج يقطع الرياح ويوجه عناصر بعض الماء. فالأمطار التي تتحد الماء في عقب مع الثلوج تنتج الصخور بتكوين وبيئة تعطيها راحة الصخر مثل الجبال التي (يمدا) بالثلاجات الطبيعية بالصخر الجبال. وتكون الماء قد يكون فيه. فصدأ جزئي الأنهار بعقد، مثل مهر الصخور (الصخرة الحطام) فرصة وتتحد عقد بعضها.

التأثير الضوئي

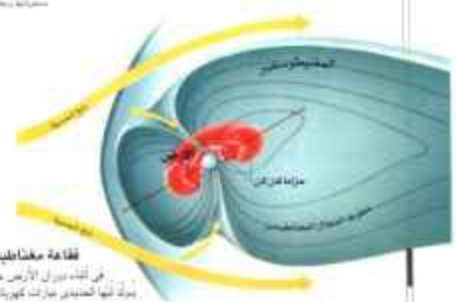
إن جو الأرض يعمل مثل الصوبة التي تحافظ على الحرارة. ويكون غازات الصوبة التأثير الكبير الأرض والهواء. ولو لم تكن الأرض دافئة. ولو لم تكن زيادة الحرارة قد تعدت على الأرض فيصبح.

الجاذبية

إن الجاذبية هي القوة التي تجذب الأشياء نحو بعضها البعض. وتعتمد قوة الجاذبية على كتلة الأشياء والمسافة بينها. وكلما زادت كتلة الشيء زادت قوة جاذبيته. وكلما زادت المسافة بين الأشياء قلت قوة جاذبيتها.

قشرة مغناطيسية

في أثناء دوران الأرض حول محورها يدرك أنها الحديدي مدارات كهربائية تتبنى مجالا مغناطيسيا. يمتد هذا المجال حارها إلى الفضاء المحيط بالكوكب. حيث يكون قشرة. مغناطيسية مجموعة تسمى المغنطيسوفير. وهذا المغنطيسوفير يحمي الأرض من تأثير الشمس. أي الجسيمة المشحونة المندفعة الشمس. ويحمي هذه الجسيمات في المجال المغناطيسي ويتأثر في هزاهين صخمين على شكل الكعكة. هما هزاهما هان آلي (الذان اكتشفهما العلماء الصناعيان (إكسبلورر ١ و ٣ عام ١٩٥٨). ويمكن لهذه الجسيمات إيلاف أنظم الكهربائية بمركبات الفضاء أثناء مؤدها هذا الها.



مسيار الأرض

في أثناء الخمسينيات من المسيار الفضائي. مكافيف قريبا هذا من الأرض. وراءين حيث كان في حدود ٩٩٠ كيلومتر المسجور ذلك الذي كان. وهذا في المشتري. وكان الفرض من ذلك هو القمر الشمس سرعا حالة الموجود. أي الكرات الحمالان. وكان مكافيف. حيث الأرض وقريبا من قرب.

ثقب عند القطب

إن الأرض مكونة أي طبقة من غاز الأوزون (شكل من أشكال الأكسجين) تسمى طبقة أوزون المحيط الغلاف من الشمس. وتلك تحجب هذه الطبقة فوق المنطقة القطبية الجنوبية تأخذ الذي أحدثه الإنسان. ويوجد حالة ثقب في أعلى القطب الشمالي.

حقائق وأرقام

القطر	١٢,٧٥٦ كم
متوسط البعد عن الشمس	١٤٩,٥٩٨,٠٠٠ كم
السرعة المدارية حول الشمس	٢٩,٧٨ كم/ ثانية
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	٣٦٥,٢٥ يوم
اليوم	
زمن الدورة حول المحور	٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة
من شروق الشمس إلى الشروق التالي	٢٤ ساعة
الكتلة (الكتلة الأرض = ١)	١
متوسط الكثافة (الكثافة الأرض = ١)	١
الجاذبية عند السطح (جاذبية الأرض = ١)	١
درجة حرارة السطح	من -٩٠°م إلى +٥٨°م

تمرينات عملية

- أوجد دوران الأرض حول محورها بمتابعة ظل مؤشر مزولة أثناء دوران الأرض (انظر ص ٢٤).
- يدور دوران الأرض على فترة. لتلقط صورة فوتوغرافية دوران تكوين طويل (حوالي ١٠ دقيقة) للنجوم، في ليلة صافية. فيظهر في الصورة دوران النجوم.
- أرسم خريطة لمدار الأرض المتوازي حول الشمس. خلال أشهر الذي تحضير تغيرها تحدد في القطعة. يظهر في الشتاء، دوران الأرض حول الشمس. يستغرق دوران تحويرها محافظة. ولم يبقا النجوم بالصفحات (٢٠ - ٢١) لمساعدتك في رسم مسار الأرض خلال العام.

المريخ

إن المريخ هو أشبه الكواكب جسمًا بالأرض. فاليوم المريخي يساوي يومنا تقريبًا في الطول، وبالمريخ جبال وصحارى وقمم قطبية بيضاء وبراكين ووديان عميقة سحيقة. وهو الكوكب الوحيد الذي فكر العلماء جديًا في أن يكون موقعًا ممكنًا لحياة خارج نطاق الأرض. ولقد اقتنع بعض العلماء في القرن الماضي بوجود «قنوات» ممتدة ذهابًا وجملة عبر سطح الكوكب، وكان من رأيهم أن سكان المريخ أنشؤوها لري عالمهم العطش. وكان المعتقد أن البقع القاتمة المتغيرة على السطح هي نباتات. ونحن نعلم الآن أن القنوات هي خدع بصرية وأن البقع تظهر عندما تفقد الصخور القاتمة غطاءها الرملي في طقس عاصف.

الأرض

شبيه الأرض الأصغر

يزيد حجم المريخ قليلًا على نصف حجم الأرض. وتبلغ مساحة سطح الأرض حوالي ٥١٠ ملايين كيلومتر مربع، بينما تبلغ مساحة سطح المريخ حوالي ١٤٤ مليون كيلومتر مربع فقط. وتبلغ كتلة الأرض حوالي ٦ أمثال كتلة المريخ.

قمران بطاطسيان

يدور قمرا المريخ، اللذان سُميا على اسم وحشين أسطوريين هما فوبوس ودايموس، بطيء أصغرهما، حيث إن فوبوس يدور كل ٧٫٦ ساعة فقط. وهذا أسرع من دوران المريخ حول محوره، الذي يستغرق ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة. ويعتقد العلماء أن فوبوس ودايموس كويكبان التقطهما المريخ أثناء مرورهما بالقرب منه.

دايموس

يبلغ متوسط قطر دايموس ١٢ كم فقط، ويدور على بعد ٢٣٤٬٥٠٠ كم من مركز المريخ. وقد سُمي دايموس على اسم أحد وحشين أسطوريين، وهو اسم يعني «الرعب». وقد اكتشف العالم الفلكي أساف هول دايموس عام ١٨٧٧، بعد أن اكتشف فوبوس بأسبوع واحد.

فوبوس

يبلغ متوسط قطر فوبوس ٢٢٫٥ كم، ويدور على بعد ٩٣٧٠ كم من مركز المريخ. وقد سُمي فوبوس على اسم أحد وحشين أسطوريين، وهو اسم يعني «الخوف». وقد اكتشف العالم الفلكي أساف هول فوبوس عام ١٨٧٧، بعد أن اكتشف دايموس بأسبوع واحد.

سهل الكوكب الأحمر

على الرغم من أن فوبوس ودايموس يدوران حول المريخ، فإنهما يختلفان اختلافًا كبيرًا عن القمر. فالقمر كرة شبه مثالية يبلغ قطرها ٣٤٧٩ كم، بينما فوبوس ودايموس أجسام غير منتظمة الشكل. ويبلغ متوسط قطر فوبوس ٢٢٫٥ كم، بينما يبلغ متوسط قطر دايموس ١٢ كم فقط.

فوبوس

يدور فوبوس على بعد ٩٣٧٠ كم من مركز المريخ، أي على بعد ٦٠٠٠ كم تقريبًا من سطح المريخ. وهو أقرب إلى المريخ من أي قمر آخر في المجموعة الشمسية. ويدور فوبوس حول المريخ بسرعة كبيرة، حيث يكمل دورة واحدة كل ٧ ساعات و٣٩ دقيقة فقط. وهذا أسرع من دوران المريخ حول محوره، الذي يستغرق ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة.

دايموس

يدور دايموس على بعد ٢٣٤٬٥٠٠ كم من مركز المريخ، أي على بعد ٢٠٠٠٠ كم تقريبًا من سطح المريخ. وهو أبعد عن المريخ من فوبوس، ويستغرق ٣٠ ساعة و١٨ دقيقة ليكمل دورة واحدة حول المريخ. وهذا أبطأ من دوران المريخ حول محوره، الذي يستغرق ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة.

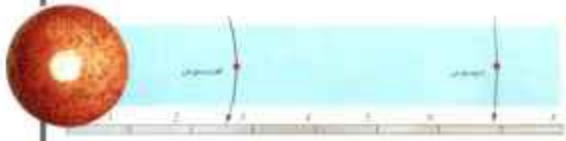
سهل الكوكب الأحمر

على الرغم من أن فوبوس ودايموس يدوران حول المريخ، فإنهما يختلفان اختلافًا كبيرًا عن القمر. فالقمر كرة شبه مثالية يبلغ قطرها ٣٤٧٩ كم، بينما فوبوس ودايموس أجسام غير منتظمة الشكل. ويبلغ متوسط قطر فوبوس ٢٢٫٥ كم فقط، بينما يبلغ متوسط قطر دايموس ١٢ كم فقط. وهذا أسرع من دوران المريخ حول محوره، الذي يستغرق ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة ليكمل دورة واحدة. ويدور فوبوس على بعد ٩٣٧٠ كم من مركز المريخ، أي على بعد ٦٠٠٠ كم تقريبًا من سطح المريخ. وهو أقرب إلى المريخ من أي قمر آخر في المجموعة الشمسية. ويدور فوبوس حول المريخ بسرعة كبيرة، حيث يكمل دورة واحدة كل ٧ ساعات و٣٩ دقيقة فقط. وهذا أسرع من دوران المريخ حول محوره، الذي يستغرق ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة.

فالليس مارينريس

تبلغ مساحة فالليس مارينريس ٤٠٠٠ كم، أي ما يعادل ٢٠٪ من محيط المريخ. وهو أكبر وادٍ في المجموعة الشمسية. ويبلغ عمقه ٧ كم في بعض الأماكن، وهو أعمق من وادي الأخدود العظيم في أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية، الذي يبلغ عمقه ١٫٦ كم فقط. ويعتقد العلماء أن فالليس مارينريس تشكل عندما بدأ سطح المريخ في التمدد، مما تسبب في تكوين شقوق عميقة.

مقياس الريختر (الوحدة نصف قطر الكرة)



صحراء قاحلة

تغطي الصحراء القاحلة مساحة شاسعة من سطح المريخ، وتبلغ مساحتها حوالي ٤٠ مليون كيلومتر مربع. وهي عبارة عن أرض جافة ومغبرة، ولا توجد بها أي مظاهر للحياة. وتتكون الصحراء من الرمال والصخور والحصى، وتتميز بلونها البرتقالي المحمر. وتعتقد العلماء أن الصحراء كانت في يوم من الأيام مغطاة بالمياه، ولكن المياه اختفت منذ مليارات السنين.

وحدات الهبوط قاحلة

وحدات الهبوط قاحلة هي مركبات فضائية آلية تهبط على سطح المريخ لدراسة تضاريسه وتربته وصخوره. وقد هبطت عدة وحدات هبوط قاحلة على سطح المريخ، بما في ذلك وحدة الهبوط التابعة لوكالة ناسا، وحدة الهبوط التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية، ووحدة الهبوط التابعة لوكالة الفضاء الصينية. وقد أرسلت هذه الوحدات صورًا مذهلة للمريخ، وساعدت العلماء على فهم تاريخ الكوكب وتطوره.

حقائق وأرقام

القطر	٦٧٨٩ كم
متوسط البعد عن الشمس	٢٢٧٬٩٤٣٬٨٨٨ كم
متوسط السرعة المدارية حول الشمس	٨٦٫٧١ كم/ ثانية
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	٦٨٩٫٩٨ يوم
اليوم	
زمن الدورة حول المحور	٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة
من شروق الشمس إلى الشروق التالي	٢٤ ساعة و٣٩ دقيقة
الجاذبية عند السطح (الجاذبية الأرضية= ١)	٠٫٣٨
السرعة اللازمة للإفلات من الجاذبية	٥٫٠٣ كم/ ثانية
درجة حرارة السطح	من -١٢٥ °مئوية إلى ٢٠ °مئوية

تمرينات عملية

- تسجل رؤية المريخ في سماء الليل كل سنتين وتعتبر هذه الفترة مثالية من إطلاق مسبار بالمنصة الفضاء وهذه الفترة هي التي يتم فيها أقرب مرورة من سطح الأرض.
- ويمكن باستخدام التلسكوب صغير رؤية أحد القطبين الجليديين وبعض الملامح الداكنة.
- سيتوجه إلى التلسكوب الكبير أو التوسعة رؤية المريخ من مختلف السطح وقد تبدو البقع الضبابية على سكان توماد خاصة تراجيا خاصة.

بعثة فايكنج

أرسلت مركبتان من أطراز «فايكنج» إلى المريخ بعد عن العام ١٩٧٥، وهبطتا في ١٩٧٦. وبعثت المركبتان الفضائيتان الدوران حول المريخ، في حين أن وحدتي الهبوط هبطتا على سطح الكوكب. وقد أمهرت التجارب الأولى على الأرض عن عدم وجود حياة. الأمر الذي دعى بعض العلماء إلى الاعتقاد بأن المريخ لا يحتوي على أي حياة. وأدرك العلماء في وقت لاحق أن عينات التربة كان مدة كيميائية شديدة التفاعل موجودة في التربة والتي أطلقت، فإن من شأن هذه المواد الكيميائية أن تهاجم أية حياة.

الشتاء الجنوبي

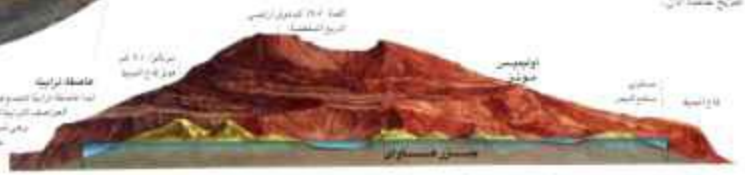
تتقلب الفصول المريخية في قطبي الكوكب بالتناوب. وعندما يكون القطب الجنوبي للمريخ مائلًا بعيدًا عن الشمس، يكون القطب الشمالي مائلًا نحوها. وعندما يكون القطب الشمالي مائلًا بعيدًا عن الشمس، يكون القطب الجنوبي مائلًا نحوها. وهذا يعني أن فصول السنة على المريخ تختلف بين نصفي الكوكب.

هاضبة تارسيس

تبدأ هاضبة تارسيس المرتفعة في الظهور على بعد ٥٠٠ كم من مركز المريخ، وترتفع تدريجيًا حتى تصل إلى ارتفاع ١٠ كم فوق سطح المريخ. وتغطي هاضبة تارسيس مساحة كبيرة من سطح المريخ، وتبلغ مساحتها حوالي ٢٫٥ مليون كيلومتر مربع. وتعتقد العلماء أن هاضبة تارسيس تشكلت بسبب نشاط بركاني قديم.

أولمبس مونز

أولمبس مونز هو أكبر بركان في المجموعة الشمسية. ويبلغ ارتفاعه ٢٢ كم، أي ما يعادل ٢٫٥ مرة ارتفاع جبل إفرست. ويبلغ قطر قاعدة أولمبس مونز ٦٠٠ كم، أي ما يعادل المسافة بين لندن وباريس. وتعتقد العلماء أن أولمبس مونز تشكل بسبب نشاط بركاني قديم.



المشتـــرى

إن المشتري هو ملك المجموعة الشمسية، بعد الشمس. فهو أكبر من الكواكب جميعاً مجتمعة. ويمكن أن يسع بسهولة 1,300 جرم في حجم الأرض. والمشتري، بالمقارنة بينه وبين الكواكب الصخرية الصغيرة الداخلية، شبيه بكيس غاز ضخم مكون من الهيدروجين والهيليوم كلية. وتكوّن الغاز فوق النجو طبقات مخططة من السحب الحمراء البنية والصفراء المشوبة بلون المغرة. وبزيادة انضغاط الغاز كلما اتجهنا الى أسفل حتى يتحول إلى سائل. ويصل الإنضغاط في النهاية إلى درجة يصير عندها شبيها بالمعدل شكلاً وسلوكاً. ولُب المشتري ساخن جداً - 15,000 °س - ويبعث الكوكب بحرارة تساوي ضعف ما يتلقاه من الشمس. ولو أن كتلة المشتري كانت 50 مثل ما هي عليه، لارتفعت درجة حرارة لُبه ارتفاعاً كافياً لإندماج الهيدروجين وتحول المشتري إلى نجم.

الدوار السريع

إن المشتري أقصر قدحياً أي دائرته الاستوائية تدور أكثر من 11 ألف كم.

المنطقة القطبية الشمالية

حدد في أي منطقة في المشتري وتحديد من أحدث الصور التي التقطتها مركبة الفضاء «كاسيني» في رحلتها للكوكب العملاق. وتظهر في الصورة المنطقة القطبية الشمالية.

المنطقة الاستوائية الشمالية

في الجو الخارجي وجود الغيمات بكثرة من سحب واقعة على مستويات أعلى من تلك التي تكون الأحزمة والمناطق الأبعد داخل من هذه الغيمات.

الجزء الاستوائي الشمالي

إن أحمة الكوني ناشئة عن الرياح العنيفة في الجو الخارجي، وتهب بسرعة 644 كم في الساعة.

الجزء الداخلي الشمالي

إن هذا الجزء الداخلي من الجو الخارجي للمشتري يتكون من السحب الأكثر كثافة والأكثر برودة.

المنطقة الاستوائية الجنوبية

تكون هذه المنطقة أحمر من المناطق الأخرى في الجو الخارجي للمشتري.

المنطقة الجنوبية

تكون هذه المنطقة أحمر من المناطق الأخرى في الجو الخارجي للمشتري.

البقعة الحمراء العظيمة

إن البقعة الحمراء العظيمة الواقعة في المنطقة الجنوبية هي عاصفة ضخمة يبلغ اتساعها 40,000 كم، أي ثلاثة أمثال حجم الأرض، وهي داخل منطقة الضغط العالي، هذه تحمل الرياح المتصادمة اتجاهها الغازات إلى ارتفاعات عظيمة في الجو، حيث تتفاعل مع ضوء الشمس، ويرجح أن لون الأحمر إلى البرتقالي الذي يحتوي كميات من هذا التفاعل. وعلى الرغم من أن البقعة تحجب أحياناً، فإنها ظلت ثابتة من ملاحظ المشتري لمدة 300 عام على الأقل.

النوار فويجر

سبارت المركبتان رحلتها إلى عام 1979، بعد صدورهما رسائلهما الأولى الفريدة من المشتري. والقمر الذي يظهر فوقهما هو «أي أو» (Io) الذي يبلغ قطره 3,630 كم تقريباً، أي أقل بقليل من القمر الأرضي. و«أي أو» هو أحد أقمار المشتري الأربعة الكبيرة التي اكتشفها جاليليو في عام 1610م.

حلقة رقيقة

إن حلقة المشتري التي اكتشفها فويجر 1 في يناير عام 1979 رقيقة وخافتة للغاية، وتتكون جسيمات تحجب ضوء النجوم الخلفية. وتظهر الصورة اليسرى الحلقة عندما تكون الشمس خلفها تماماً، بينما تظهر الصورة اليمنى الحلقة عندما تكون الشمس أمامها تماماً. وتظهر الحلقة في الصورة اليمنى أكثر سطوعاً، لأن الجسيمات تعكس الضوء بشكل أفضل عندما تكون الشمس أمامها تماماً.

تمرينات عملية

- إن رؤية المشتري سهلة لأنه أسطع من أي نجم وكوكب وكوكبة أخرى سنة.
- انظر خلال منظار ذي عدسيتين لكي ترى ما يصل إلى أربع نقط ضوئية صغيرة، هي أقمار جاليليو، في محاذاة خط استواء المشتري. ويرجح أنها تختفي من ليلة إلى أخرى لأنها تدور أمام الكوكب.
- انظر خلال تلسكوب متوسط من أن المشتري مفرطح عند القطبين وذلك لأن قوة الطرد المركزية الناشئة عن الدوران السريع له تأثير عليه.

باطن المشتري

يتركب معظم الكوكب من الهيدروجين في حالته الغازية، باستثناء القلب الصخري الذي تزن كتلته حوالي 12 ضعف كتلة الأرض. والجزء الأعلى هو أيضاً هو الأرق، ويتكون أساساً من الهيدروجين بالإضافة إلى كميات ضئيلة من الميثان والنشادر.

أيو

إن أيو هو أقرب أقمار المشتري إلى الكوكب، إذ يبعد عنه بمقدار 422,000 كم (بمقدار 10.70 كتلة الأرض). وتشبه أيو القمر الأرضي في أن لها 420 كم. ولأيو هو أحد القمرين الوحيدين اللذين يعرف أن لهما غلافاً جوياً. ويتكون الغلاف الجوي لأيو من ثاني أكسيد الكبريت، الذي يتجمد على سطح القمر ويتساقط كالثلج.

جانيميد

إن جانيميد يقطع، البالغ 5,280 كم هو أكبر قمر في المجموعة الشمسية. وتقدر الجاذبية لكتلة الجهات الرئيسية، وهي تدب بتحت عن تجاوبه للكشف في الأدلة الأولى من نحو المجموعة الشمسية. وتكون مجموعة مغطاة أيضاً بجليد وتحاذير متجمدة ويعتقد وجود علامات على جدوى شبيه البحيرة.

أوروبا

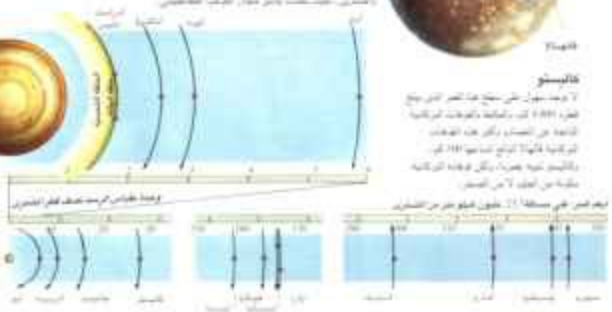
هو أصغر أقمار المشتري الكبيرة الأربعة (قطر 3,130 كم) وهو أشد سطوعاً من كل أقمار المشتري وتكون معظم الأقمار مغموراً فيها بطبقة جليدية. ويظن العلماء أن أوروبا مكونة من نواة صخرية كبيرة، يحيط بها محيط من الماء المالح، يغطيه جليد سميك.

كاليستو

لا يوجد سهول على سطح هذا القمر الذي يبلغ قطره 4,800 كم. والفوهات البركانية الناشئة عن التصادم وتكثر هذه الفوهات البركانية فيها. ويبلغ قطر أكبر فوهاته البركانية حوالي 1,500 كم.

الأقمار

إن المشتري يصاحبه كمجموعة الكواكب الشمسية، بعائلة من الأقمار. ويبلغ الأقمار التي عثر المعلومة أربعة أقمار، هي أيو وأوروبا وجانيميد وكاليستو. وهذه من الأقمار الضخمة. وتصنعها أكثر من الكواكب يقدم وجانيميد يدور على عطارد، وهي تسمى أقمار جاليليو نسبة إلى عالم الفلك الإيطالي جاليليو الذي اكتشفها في عام 1610، والأقمار الأربعة الأخرى صغيرة جميعها، وتتكون من تكتلات الجليد والصخور.



حول المشتري

هناك 16 قمراً معلوماً في المشتري، وتقع أربعة منها في مجموعة داخلية قريبة من الكوكب، وتكون هذه الأقمار الداخلية صغيرة جداً، ويبلغ قطر أكبرها 200 كم. وتدور هذه الأقمار الداخلية في مدارات دائرية تقريباً، وتقع في مستوى خط استواء المشتري تقريباً. وتدور الأقمار الداخلية في اتجاه دوران المشتري نفسه.

وتدور الأقمار الأربعة الكبيرة في مدارات بعيدة عن المشتري، وتتراوح أبعادها عن الكوكب بين 421,600 كم و1,883,000 كم. وتدور هذه الأقمار في اتجاه مضاد لاتجاه دوران المشتري. وتدور الأقمار الكبيرة في مدارات بيضاوية الشكل، وتتغير أبعادها عن المشتري خلال دورة كاملة. وتدور الأقمار الكبيرة في مدارات بيضاوية الشكل، وتتغير أبعادها عن المشتري خلال دورة كاملة.

المغناطيس العظيم القوة

إن طبقة المشتري المكونة من الهيدروجين المعدني والمزيجة تدوران حول المحور نفسه، مما يجعل المجال المغناطيسي شديداً، ويحيط المجال نفسه بالكوكب. فقاعة، مضخمة حول الكوكب، هي المغنيطوسفير - تقوى تلك التي تحيط بالأرض إذ تبلغ 1,500 ضعف لها. والمغنيطوسفير يحصر الجسيمات المزيجة المشحونة كهربائياً القادمة من الشمس مكونة أحزمة من الإشعاع تشكل خطراً على المركبات الفضائية. والرياح الشمسية تسحب المغنيطوسفير إلى الوراء في ذيل طويل يمتد إلى ما بعد زحل.

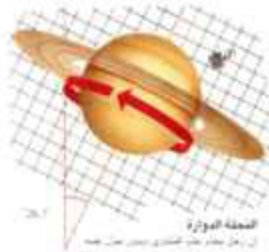
حقائق وأرقام

القطر (الاستوائي)	142,984 كم
القطر (القطبي)	133,708 كم
متوسط البعد عن الشمس	778,330,000 كم
المسرية (دورة حول الشمس)	11.86 سنة
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	11.86 سنة
اليوم	
زمن الدورة حول المحور بالنسبة إلى النجوم	9 ساعات، 55 دقيقة
زمن الدورة بالنسبة إلى الشمس	9 ساعات، 55 دقيقة
الكثافة (الكثافة الأرضية = 1)	0.24
متوسط الكثافة (الماء = 1)	1.33
الجاذبية عند السطح (الجاذبية الأرضية = 1)	2.64
درجة الحرارة عند القمم السحابية	-150 °س

زحـــــل

على الرغم من ان جميع العمالقة الغازية محاطة بحلقات فسيظل زحل معروفا دائما بانه النجم ذو الحلقات. ولكن بينما حلقات الكواكب الأخرى قاتمة، فان حلقات زحل رائعة اللمعان والاتساع. وثلاثة منها تسهل رؤيتها خلال التلسكوب. وهي ممتدة عبر مسافة تصل في كبرها الى ما يساوى المسافة بين الأرض وقمرنا تقريبا. وزحل هو صاحب الرقم القياسي بان له اكبر عدد من الاقمار في المجموعة الشمسية: 18 قمرا وفقا لآخر احصاء بالإضافة الى ستة اخرى مشكوك فيها. ولكن الكواكب نفسه غير مثير نسبيا. فبصرف النظر عن اندلاع بقع بيضاء في الاعوام 1933 و 1960 و 1990 (سببتها عواصف عنيفة ضخمة)، فان القرص عديم الملامح ويكسوه ضباب خفيف عادة. ويتميز زحل بانه اقل الكواكب جميعا كثافة؛ ولو انه وضع في بحر فسخم لطفا.

أبعاد المجموعة الشمسية، مبين فيها المسافة الفاصلة بين كل كوكب وبعدها عن الشمس مسافة ١ الى ١٠



أقمار زحل

إن زحل كثير غالبة من الأقمار في المجموعة الشمسية. فكشف منها ١٨ قمرا حتى الآن. والأقمار مكونة من الجليد ما عدا جبال. وقد يوجد الكثير مما لم تكتشف بعد. وتتراوح أبعاد التي كان معروفا كبرا قبرها أن الصغيرة لا يمكن أن يكون قد اكتشفها تقريبا. والواقع أن جانوس وإبيميثيوس - القمران المتحركين أقمار أنهما يتبادلان في مدار واحد. فهما هزيلا جزء أكبر. وقد هناك أقمار زحل تأثير عظيم في شكل حلقات الكوكب.

تيتان

إن تيتان هو القمر الذي يحمل غرابة الثانية في الكبر في المجموعة الشمسية (قطر ٥١٧٥ كم)، وقد كبر لو حجم أعظم أن له جوا كثيفا. ويتكون هذا الجو الرمادي السميك أساسا من النيتروجين، الأمر الذي يوحي بأن تيتان قد يكون أرضا مجمدة. وقد يكون هناك محيطات من الغاز المتجمد أسفل سطح القمر.

أورانيوس

ميماس

إن أبرز ما في قمر ميماس هو الفوهة الضخمة التي تغطي ثلث سطحه. وتبلغ أبعاد الفوهة ١٣٠ كم عرضا، وهو ما يعادل ثلث قطر القمر نفسه. ويبلغ قطر ميماس ٣٩٥ كم فقط، وهو أصغر جسم سماوي يتخذ شكلا كرويا. وتبلغ كثافته ١٫١٥ جم/سم٣، وهو ما يشير إلى أنه يتكون أساسا من الجليد.

ميماس

مدار القمر التيتي

يدور أربعة أقمار في الكثير من مدار ٢٠٠ كم حول المجموعة الشمسية (أنثيا، ديونيا، تيثيس، وإنسيلادوس). وتدور هذه الأقمار في مدار شبه دائري حول زحل، وتبعد ما بين ١٨٥ ألف كم و٣٧٨ ألف كم عن سطح الكوكب.

تيثيس

إن تيثيس الجليدي الذي يبلغ قطره ١٠٦٦ كم سيبدو أصغر قليلا من كاليستو صغير القمر ميماس. ويبلغ قطره ما يقارب ضعف قطر ميماس تقريبا. وقد اكتشف تيثيس عام ١٦٨٤ على يد جيوفاني كاسيني، وسمي باسم أخت كرونوس في الأساطير اليونانية. ويوجد على سطح تيثيس وادٍ عظيم يمتد لمسافة ٢٠٠ ألف كم تقريبا، ويبلغ عرضه ١٠٠ كم. ويعتقد أن هذا الوادي قد تشكل عندما تعرض تيثيس لاصطدام ضخم.

الحلقة (جـ)

تتسع الحلقة الثالثة الرئيسية، والتي تعتبر الحلقات الداخلية من الحلقات الرئيسية، ما يقارب ١٧ ألف كم، ويبلغ سمكها ٥ كم فقط. وتتكون الحلقة (جـ) من جسيمات صغيرة جدا، ربما تكون من الجليد.

الحلقة (ب)

إن الحلقات الرئيسية الثانية هي الحلقة (ب)، وهي أكثر الحلقات سطوعا. وتبلغ مساحتها ٢٥ ألف كم، ويبلغ سمكها ١٠ كم. وتتكون الحلقة (ب) من جسيمات أكثر من تلك الموجودة في الحلقة (جـ)، وهي أكثر كثافة بكثير من الحلقة (أ). وتبلغ كثافة الحلقة (ب) ٠٫٤ جم/سم٣، وهي تتكون من جسيمات يتراوح حجمها بين حجم الرمال وحجم المنازل.

حول زحل

إن مدار (قمر) زحل تيتان الخاص هو الأبعد عن الكوكب في مجموعة الأقمار (تبلغ ١٢٢٠ ألف كم). وقد تم اكتشاف تيتان في عام ١٦٥٥ على يد كريستيان هويجنز، وهو أول قمر يتم اكتشافه حول زحل. وقد اكتشف هويجنز أيضا أن تيتان هو القمر الوحيد في المجموعة الشمسية الذي يحتوي على غلاف جوي كثيف. وتبلغ كثافة تيتان ١٫٨٨ جم/سم٣، وهو ما يشير إلى أنه يتكون من الجليد والصخور بشكل أساسي.

الحلقة (أ)

تحتوي الحلقة الخارجية الرئيسية على فجوة ضيقة، وهي فجوة كاسيني، والتي تفصل الحلقة (أ) عن الحلقة (ب). وتبلغ مساحة الحلقة (أ) ١٤ ألف كم، ويبلغ سمكها ٥ كم فقط. وتتكون الحلقة (أ) من جسيمات يتراوح حجمها بين حجم الرمال وحجم المنازل.

الحلقات من القرب

على الرغم من أن الحلقات تبدو صلبة، فإنها تتكون من ملايين الجسيمات الفردية التي تحتوي أساسا من جليد مكعب الثلج إلى حجم السيارة. وربما تكون هذه الحلقة من بقايا قمر زحل أو حلقة من قمر زحل التي تم تدميرها بفعل الاصطدام بالكويكب.

الحلقات المجدولة

تتكون أجزاء من الحلقة من ملايين الجسيمات، كل حول الآخرى. والجسيمات في هذه الحلقات تعمل جاذبيتها بالتبادل، وربما تتسبب في بعض الحلقات المجدولة.

بقعة آل

لبقعة بيضاء الشكل ضخمة، اكتشفها في البداية الفلكي الهاوي الأمريكي ستيفن جيه آل. وقد ظهرت البقعة في عام ١٩٩٠، وربما تتكون من الغاز المتجمد الذي يتصاعد من الأعماق.

الرحلة إلى زحل

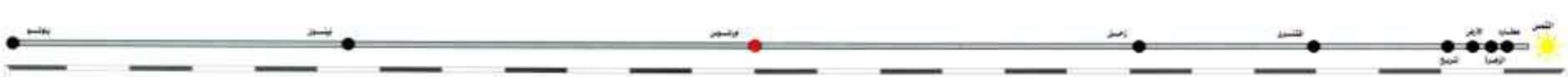
لقد مر عبر الكوكب العملاقان فوييجر ١ وفوييجر ٢ في عامي ١٩٨٠ و١٩٨١ (بالترتيب). وقد أرسلت هذه المركبتان الفضائيتان بيانات مذهلة عن زحل وأقماره.

حقائق وأرقام

القطر (الاستوائي)	١٢٠٥٣٦ كم
القطر (القطبي)	١١٠٧٣٨ كم
متوسط البعد عن الشمس	١٤٢٩٤٠٠٠٠ كم
قسر مدارة حول الشمس	٩٫٦٨ كم/ثانية
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	٢٩٫٤٦ عام
اليوم	١٠ ساعات و ٤٠ دقيقة
زمن الدورة حول المحور من خروج الشمس إلى الشروق الثاني	
الكثافة (الكثافة الأرضية = ١)	٠٫٧٠
متوسط الكثافة (الكثافة للماء = ١)	٠٫٦٩
الجاذبية عند السطح (الجاذبية الأرضية = ١)	٠٫٩٢٥
درجة الحرارة عند القمم السحابية	-١٨٠° س

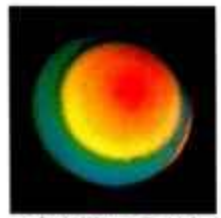
تدريبات عملية

- انظر من موقع زحل على خريطة نجوم عن كسوفا أن يظن منذا أنه نجم.
- إن الحلقات الخارجية الفردي يكاشف من حلقات الكواكب، والكثير منها.
- انظر خلال تلسكوب بسيط لترى الحلقات مبسطة بما يسمح بتوزيعها مضيئة في طليعة الفضاء. انظر أيضا عن تيتان أكبر أقماره.
- تظهر زحل بلا حلقات في عام ١٩٩٥ وفي عام ١٩٩٦. فكانت الحلقات، على حافتها، بالنسبة للأرض.

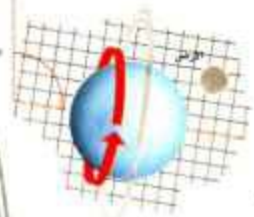


أورانـــوس

كان أورانوس هو أول كوكب يكتشف بعد الأزمنة القديمة. ففي عام 1781 كان وليم هيرشل، وهو فلكي هاوٍ في إنجلترا، يمسح السماء عندما اكتشف قرصا مائلا إلى الخضرة. فظنه مذنب في بادئ الأمر. ولكن حركته أثبتت أنه كوكب على مسافة تساوي مثلي المسافة إلى زحل. واستطاع العلماء الفلكيون استنتاج أن أورانوس هو عملاق غازي آخر أكبر من الأرض. ولقد اكتشف هيرشل نفسه قمرين يدوران حول الكوكب. واكتشف علماء لاحقون ثلاثة أقمار أخرى. ومن أروع الأمور المتعلقة بأورانوس أنه مائل إلى جانبه. فيدور حول الشمس وهو على جانبه وأقعيا. ولقد وجد العلماء في عام 1977 مجموعة من الحلقات الضيقة القاتمة حول الكوكب. وهذا كل ما كنا نعلمه تقريبا عن الكوكب قبل وصول «ڤويجر2» إليه في عام 1986.



قرص الهدف (مرئي للضوء الأزرق) صورة الكاميرا «ڤويجر2» عن مسافة 4.4 مليون كيلو متر، والألوان هنا مبالغ فيها من أجل التفاصيل.



الكوكب المائل إلى جانبه

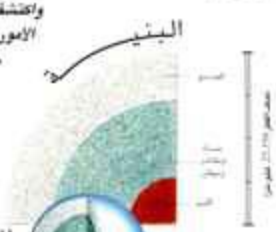
يدور أورانوس حول محور يميل على الرأسي بزاوية مقدارها 97.9°، ويستغرق تدويره 17 ساعة و14 دقيقة فقط. فالكوكب مائل إلى جانبه. ويستغرق أيضا أطول معدل للأرض.

رحلة إلى المجهول

إن «ڤويجر2» هي المركبة الفضائية الوحيدة التي زارت أورانوس وأرسلت إليها في أغسطس عام 1986 بعد رحلة دامت 9.1 سنوات تقريبا، وبدأت رحلتها مسافة 51.900 كيلومتر تقريبا من كوكب الأرض.

قمر الشيء في ضباب رقيق

يمر أرييل أحد أقمار أورانوس أمام الشمس، مكونا خسوفا رقيقا من الغاز الكوكبي الأزرق الباهت.

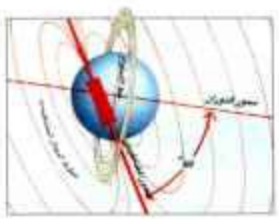


باطن أورانوس

يحيط جليد من عناصر النتروجين والكربون بلب صخري. وأورانوس يختلف عن المجاورة الأخرى في أن ما حوله من حرارة قليل أو معدوم تقريبا. هذا يعني أن الكوكب ليس في حالة انفجار. ويمكن القول أنه أبارد من الجهود وهي مع بعض الجليد والصخر.

فصول طويلة الأجل

تستغرق دورة الكوكب في مداره حول الشمس 84 عاما، وفي هذه الأثناء يتجه القطبان نحو الشمس وفي الاتجاه المعاكس، وهكذا تمتد الفصول وتطول فصل أورانوس المتطرف. فإن فصوله أطول كثيرا من المألوف. فبقاء كل قطب على التوالي صوب الشمس لمدة 42 عاما متواصلة ويستمر في ظلمة مدة 42 عاما أخرى. ويصف الكرة الجنوبي في منتصف الصيف حاليا. ولكن ما يجعل أورانوس من صوب الشمس أقل مما تتوقعه أن الفرق في درجات الحرارة صغيرة وتبقى في حدود درجتين مئويتين فقط.



فوضى مغناطيسية

اكتشف «فويجر 2» مجالا مغناطيسيا مماثلا لمجال الأرض في شدته. ولكن المحور المغناطيسي مائل بزاوية 59° على محور الدوران بعدا بكثير وجود القطب المغناطيسي الشمالي الأرضي في الجنوب. وأكثر من ذلك أن المغناطيسية تبدأ على بعد 61.000 كم من الكلب، وربما يكون ذلك بفعل تيارات كهربائية في الوشاح المحيط المكون من الماء والأمونيا.

حلقات قاتمة

اكتشف حلقات في عام 1977 عندما مر أورانوس أمام نجم. وقد تم الكشف عن تسع حلقات عندما تدربت عدسة الجهد «فويجر 2» موقعي حلقتين أخريين وسطع الحلقات ضيقة جدا بدرجة غير معهودة (الأساع أقل من 10 كم) ويعتبر أنها مكونة من جلاميد (صخور صغيرة). تطلى بالأحمر. وهي قاتمة جدا أيضا. من أن أقمار سوداء في المجموعة الشمسية.

صورة الحلقات الظلمية، فويجر 2.

هل هو قمر أم كويكب؟ فويجر على ميراندا تعادل 1/4 مرة بالمرة من كل مرة من القمر الشمسي.

أقمار أورانوس

عالم الفضاء يوهان أورون وبطانيا وأعرون وأريل وميراندا، وذلك قبل عهد «فويجر». وبصرف النظر عن ميراندا البالغ لمساحته 470 كم فقط في جميعها كبيرة الحجم، فتتراوح من أريل (1.160 كم) إلى تيتانيا (1.580 كم). وتواصل «فويجر» اكتشافاته، فاكتشف عشرة أقمار أخرى يصبحها أقل من (30 كم لساحة). وأورليس، كارميل، له أقمار راعية، فأورسانيا وأرفيك، يحافظان على بقاء حلقات الطاقة الخارجية الجسمية الشكل. فإذا في أماكنها. وعلى الرغم من أن اكتشاف أقمار جديدة كان متوقعا، فإنه لم يكن غير متوقع. ولكن العلماء لم يتحملوا الملامح الجميلة التي كشف عنها «فويجر». فإن الأقمار الجميلة الأصلية، فعلى الخصوص من أورانوس. الكوكب الأب. كانت سطوحها خصيصات وفيرة على سطح يفوق الخيال.

أريـــل

سطح جليدي عند نقطة من الأماكن الجميلة التي تصل أعماقها إلى 24 كم. ولكن الفوهات البركانية طبقة سميكة. ويبدو أن الشقوق البركانية الحديثة قد تدوي. هذا فضلا عن الفوهات البركانية.

ميرانـــدا

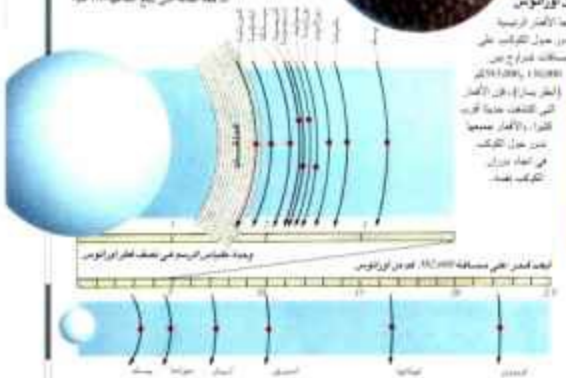
إن هذا القمر مختلط غير منتظام من الأماكن والفوهات البركانية والأعراف والمناطق الصدرية التي يبدو أنها تكونت حديثا. وعلى الرغم من أن الشاطئ ميراندا يقل عن 500 كم، فإن به بنيانا معقدا يبلغ عمقها عشرة أضعاف عمق الجراند كانيون الأرضي. ويعتقد العلماء أن ميراندا تعرض عندما صدمت قديما بكتلة أخرى تجمع نفسها في وقت لاحق.

أمبريـــل

هو أحد الأقمار الرئيسية ويدور أريل في المصدر بعشرة أقمار ميراندا به وفيرا كثيفة من الفوهات البركانية. ويحتوي أمبريل لا يظهر علامات بنائ على نشاط حديث. ولكن على عكس جيرانه. وأحد الملامح المثيرة هنا تلك الفوهة البركانية. ويبدا الأشعة الساطعة التي يبلغ اتساعها 110 كم.

حول أورانوس

يبدا الأقمار الرئيسية حدى حول الكوكب على مسافات تتراوح بين (19.500 كم) و(130.000 كم) (انظر يسارا). فإن الأقمار التي اكتشف حديثا قرب الكوكب. والأقمار جميعها تدور حول الكوكب في اتجاه دوران الكوكب نفسه.



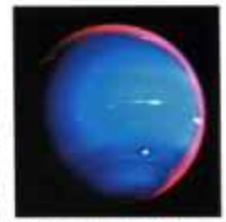
حقائق وأرقام

القطر (الاستوائي)	51.119 كم
القطر (القطبي)	49.946 كم
متوسط البعد عن الشمس	2.870.990.000 كم
السرعة المدارية حول الشمس	6.81 كم/ ثانية
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	84.01 عام
اليوم	17 ساعة و14 دقيقة
زمن الدورة حول المحور من شروق الشمس إلى الشروق الثاني	
الكثافة (الماء=1)	1.3
متوسط الكثافة (الأرض=1)	0.23
الجاذبية عند السطح (الجاذبية الأرضية=1)	0.79
درجة الحرارة عند القمم السحابية	-210° س

تمرينات عملية

- يمكن أورانوس لا يرى بالعين المجردة فتتطلع من موقعه الحالي على الخريطة. ثم انظر في ليلة صافية. عند ذاك سوف يكون هناك.
- وباستخدام التلسكوب تستطيع رؤية قرص. ولكنك لا ترى علامات.

نبتـــــون



يرجع الفضل في اكتشاف نبتون إلى قدرة العلوم الرياضية، فبعد اكتشاف اورانوس ادرك العلماء الفلكيون أن الكوكب كان يُجْذب قليلاً عن مساره بتأثير قوة جاذبية غير معلومة - ربما كانت جاذبية كوكب آخر واقع على مسافة أبعد إلى الخارج. وقام عالمان رياضيان احدهما جون كوتس آدامز في انجلترا والآخر اوربان ليفريه بفرنسا، كل مستقل عن الآخر بحساب الموقع الذي يجب أن يكون فيه الكوكب المفقود. ووجدا في المكان المحدد بالضبط جوهان جال ببرلين في عام 1846. واكتشف الفلكيون في وقت لاحق قمرين يدوران حول نبتون. وكان أحدهما قريبا بدرجة واضحة، إذ انه قمر كبير يدور في الاتجاه المضاد لاتجاه دوران الكوكب. وفيما عدا ذلك فإن نبتون سرا غامضا. لقد كان أبعد من أن يظهر علامات مميزة، ولم يكن العلماء على يقين من وجود حلقات إلى أن وصل «فويجر ٢» إلى هناك في عام 1989.

أقمار نبتون

قبل وصول فويجر ٢، كنا نعلم وجود قمرين يدوران حول نبتون: تريتون التابع لقطر ٢٧٠٠ كلم، ونيريد الأصغر كثيرا لبلوغ قطره ٥٥٠ كلم فقط. وقد اكتشف فويجر ستة أقمار أخرى، وقد شوهد ٤ أزيلة أحد هذه الأقمار من الأرض في عام ١٩٨٠ وكله على هيئة من هالات نبتون. واسماع معظم الأقمار الجديدة أقل من ٢٥٠ كلم، وربما تكون هذه الأقمار كثيرا من أقمار أكثر بقطعات. وقد كان أحد، قويجر ٢، عن نيريد في مدارة أكثر من أن يسمح بتصوير أي تفصيلات، وكله أقرب من نبتون، إلى مسافة ٥٥١٨٠ كلم، وأربع إلى الأرض مسيرا مذهرا راهلا.

تريتون

إن تريتون هو أكبر قمر في المجموعة الشمسية إذ يبلغ محوره ٢٧٠٠ كم، ويتم نحو مقلوب بعكس اتجاه الكواكب الأخرى.

السطح على قطب تريتون الجنوبي، المتجمد أن معين الثلج الغريقي فوق حد الغبار الذي يكون حزاء الشمالية مغمورة مغطاة بالجليد المتجمد، وتوالد الأشعة الكربونية.

بروتيوس

أكبر الأقمار المكتشفة حديثا، بأشعاعه البالغ ٤١٨ كلم. وهو كثيف، تتوهجات البركانية، التي سادين بقعة الحمض من تريتون بقعة.

المقمران الصغيران

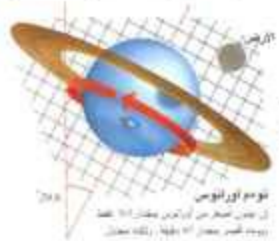
تبلغ المقطة الغريبة الداخلية إلى مسافة ٦٩٧٠٠ كيلومتر فوق الأرض البالغ قدرها ٥٥٠ كلم من المقمرين الصغيرين.

نبتون الأزرق

يتغير لون نبتون الذي يظهر للناس المسلحة للسماء، ويرجع ذلك إلى وجود الميثان في جوه الجليدي.

نبتون أورانوس

إن نبتون أصغر من أورانوس بمقدار ٦٠٠ كلم، ويبدو أقصر بمقدار ١٢ بوصة، وذلك بسبب تقلصه بالجاذبية بجوهه. ومعدن نبتون بدرجة أكثر قليلاً من مثل معدن الأرض على الرغم.



براكين جليدية

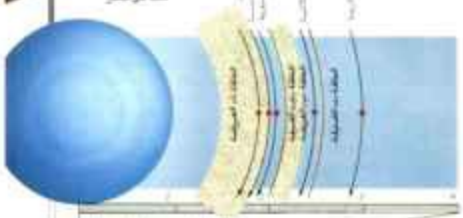
إن الحقيقة المدهشة الظاهرة على قطب تريتون الجنوبي، وتكون لا يزال يحصوها ناشطة. وتوجد تريتون، مثل القمرات الشاهدة على الأرض، الغلاف بخار (النيتروجين) محاطها بضباب أسود. وقد يرتفع عمود إلى ٨ كلم حيث تصعد الرياح إلى مسافات تبلغ ١٥٠ كلم. وتعتقد العلمي سطح تريتون بطبقة قاتمة يتشهد في حدث الرغيل عما تحتوي من الميثان والنيتروجين والهيدان.

الحلقات الضيقة

تتكون الحلقات الضيقة من أجسام صغيرة يتراوح حجمها ما بين حبيبات رملية حتى أجسام يبلغ قطرها عدة أمتار. وتتكون الحلقات الضيقة من المادة الداخلية وتتكون من الحلقات، وقد أعطيت أسماء لكل منها. أما الحلقات الخارجية فتتكون من جسيمات يتراوح حجمها ما بين حبيبات الرمل وكرات البيسبول.

حول نبتون

تدور الأقمار الأربعة الداخلية إلى قرب حد في مطلب الكوكب، ولم أنه لا يمر أن تلامسا. ويبدو جليا من الرسم التوضيحي أن نبتون يدور حول محوره بسرعة كبيرة، ويكمل يوما واحدا كل ١٦ ساعة و٧ دقائق. ويدور تريتون، الذي على بعد ٣٥٤٨٠٠ كلم عن قمر الرئيسي في المجموعة الشمسية (يدور بنتوج الأقمار الكوكبية) الذي يدور حول كوكبه الأصلي في الاتجاه المعاكس. ويرجا كان ذلك علامة على أن هالتيه نبتون أيضا، بعد التصادم مع قمر آخر. والمحتمل أن يكون قريب البعد قد أثر في حدث الأول.



حقائق وأرقام

القطر (الاستوائي)	٤٩٥٢٤ كلم
القطر (القطبي)	٤٨٦٨٠٠ كلم
متوسط البعد عن الشمس	٤٤٩٧٠٧٥٠٠ كلم
المسافة المدارية حول الشمس	٣٠٫٠٧ وحدة فلكية
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	١٦٤٫٧٩ عاما أرضيا
اليوم	١٦ ساعة و٧ دقائق
زمن الدورة حول المحور من شروق الشمس إلى الشروق التالي	
الكتلة (الأرض=١)	١٧٫١٤
متوسط الكثافة (الماء=١)	١٫٦٥
الجاذبية عند السطح (الجاذبية الأرضية=١)	١٫١٢
درجة الحرارة عند القمم السحابية	-٢٣١° م

تمرينات عملية

- لن لا تستطيع رؤية نبتون بالعين المجردة فهو خافت للغاية لأنه بعيد جدا عن الشمس.
- استخدم منظارا (= ميزيوبن وخريطة لتبين موقع نبتون الحالي، وحاول تعيين الكوكب لثلاث ليال متتالية على الأقل. وتحقق من أن يتحرك في شكل شبيه بالقوس عندما حاول أي الدورة.
- ويمكنك المشاركة بتنظيم المعلم لمشاهدة نبتون في شكل قرص، ويظهر أكثر الأقمار سطوعا.

الهالة القاتمة الخارجية

تدور هذه الحلقة الخارجية بعيدا عن الحلقة الداخلية الأكثر سطوعا، وتتكون من جسيمات صغيرة جدا.

الهالة القاتمة الحليبة

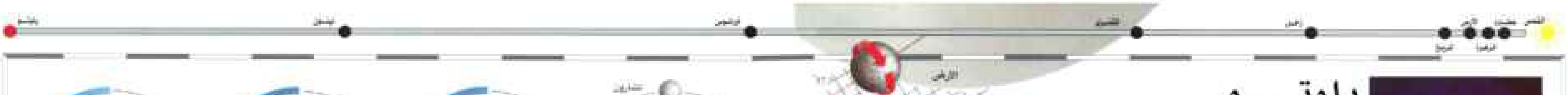
يوجد نبتون نظام من حلقات ضعيفة من حطام الأرض. والرياح تهب حول الكوكب في اتجاه معاكس لاتجاه دوران الكوكب.

سفوار

تتكون أشعة السطح الخارجي الأبيض لهذه جول نبتون بدرجة ثلاثة مختلفة. الشمس الرئيسي في ٤٫٥ سنة ضوئية. وقد جاءت المكونة من مواد غازية، وهي مكونة من مواد غازية، وفي مركزها منطقة سحاب داخلية إلى الخارج.

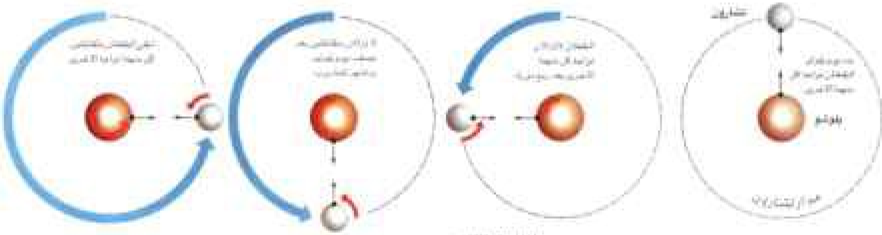
النقاب الأخير

هذا، فويجر ٢ - الرسمة من نبتون على ٢٥ ألف كيلومتر. تم التقاط هذه الصورة في ١٩٨٩ بعد رحلة دامت ١٢ عاما. وقد أمضت المركبة الكثير من الساعات المتبقية في الأشعر. وتتبع الكاميرا ٢٤ شهرا مع تريتون إلى مدارج مستوى الجو على الكوكب الذي سيطلب منه أبطئ من الجو.

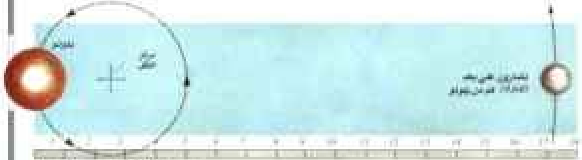


بلوتـــــو

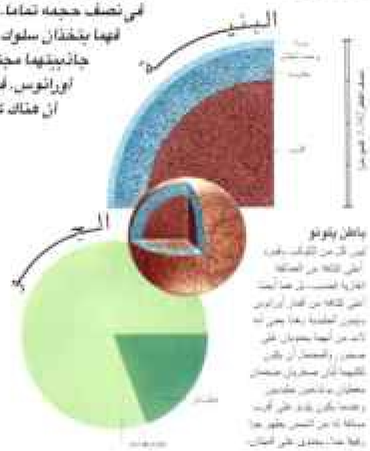
كان اكتشاف بلوتو إيذانا بانتهاء بحث دام 75 عاما تقريبا. فما إن اكتشف الفلكيون نبتون حتى سرعان ما أدركوا أن جاذبيته وحدها ليست بالشدة الكافية لجذب أورانوس بعيدا عن مداره المتوقع. وجرى البحث عن كوكب تاسع. وكان برسيفال لويل، الفلكي الأمريكي، من أشد الباحثين تفانيا. لقد فشل. ولكن بعد مضي 12 عاما على وفاته استأجر مرصده القديم فلكي شاب هو كلايد تومبو لمواصلة البحث. وفي فبراير عام 1930 اكتشف تومبو بلوتو، أصغر الكواكب جميعا. وله قمر واحد «تشارون» في نصف حجمه تماما. ونظرا لتماثلهما في الحجم إلى هذا الحد، فهما يتخذان سلوك «كوكب مزدوج». ومع هذا، فحتى قوتي جاذبيتهما مجتمعتين، أقل من أن يكون لهما أي تأثير في أورانوس. فهل كان بلوتو، إذن هو العالم المفقود؟ أم أن هناك كوكبا عاشرا لا يزال علينا اكتشافه؟



عالمان متعانقان



باطن بلوتو

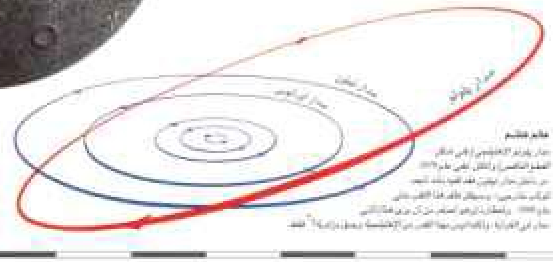


الكوكب المفقود

تشارون

مدار مختلف المركز

الكوكب المزدوج



حقائق وأرقام

القطر (الاستوائي)	2,284 كم
متوسط البعد عن الشمس	5,913,520,000 كم
السرعة المدارية حول الشمس	4.74 كم/ثانية
زمن الدورة حول الشمس (السنة)	248.54 عام
اليوم: زمن الدورة حول المحور من شروق الشمس إلى الشروق التالي	6 أيام و9 ساعات
الكتلة (كتلة الأرض = 1)	0.0022
متوسط الكثافة (كثافة الماء = 1)	2.03
الجاذبية عند السطح (الجاذبية الأرضية = 1)	0.06
درجة حرارة السطح	$-220°$س

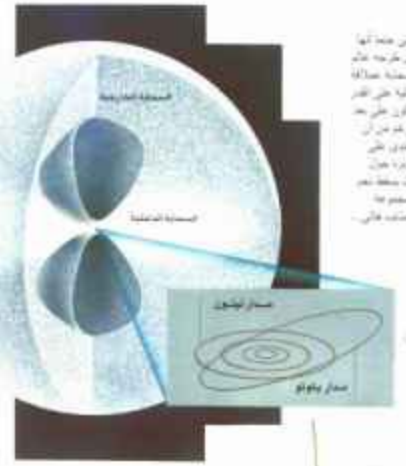
المذنبـــات

إن منظر مذنب عظيم معلق في السماء كانه خنجر شبحي مشهور استعدادا للطعن مشهد رائع مثير. ومع هذا فان المذنبات جميعها مظهر بلا جوهر. «كرة ثلجية متسخة» او كتلة جليدية لا يتجاوز اتساعها بضعة كليو مترات. تخلقت من مواد المجموعة الشمسية. وعندما يأتي مدار المذنب به قريبا من الشمس يتبخر الجليد السطحي مكونا رأسا عظيما من البخار تدفعه الريح الشمسية لتكون ذيلا طويلا. وتدوم لحظة تألق المذنب وبهائه بضعة أسابيع قصيرة قبل ان ينطلق عائدا الى اطراف المجموعة الشمسية الجليدية. وللأسف لم يكن هناك مذنبات عظيمة حقا في السنوات الأخيرة. ولكن المذنبات سيئة السمعة في أنه لا يمكن التنبؤ بها: فيمكن ان تظهر كأنها أتت من حيث لا ندري وتنطلق فجأة.

مذنب هيل بوب الذي شوهد في عام ١٩٩٧ وبقي ظاهرا للعين المجردة لعدة أشهر. وكان يتألق بسبب الغبار المحيط بنواته.

من أين تأتي المذنبات؟

لا يعلم أحد بعد كيف تكونت المذنبات. ولكن مداراتها الطويلة تعني بعدا أنها تأتي من بعيد جدا. فأكثر من ثلاثة أعشارها - بالكاد الزائي الذي طرحه عالم الفلك الهولندي جان أورت في عام ١٩٥٠ أن المذنبات توجد بمعدلات عظيمة بقرب الشمس بشيء يدعى سحابة أورت. لا تكون هذه سحابة أورت. الداخلية على الأقل جدا من الكوب. فمدار نبتون في حين أن أبعد الكواكب الخارجية قد تكون على بعد سنتين ضوئيتين. إن مستعمرات المذنبات إلى القرب بعيدا. وفي الرغم من أن التفكير في وجود سحابة أورت مقترحا، فليس هناك دليل مباشر على وجودها. فلا يوجد بالتأكيد أي شيء في مدارات مجاورة، حيث تتحرك المذنبات في جالتها المعتادة، في مدارات مجاورة، حول الشمس. وأحيانا، قد توجه جاذبية نجم مار عابرا من مدار، بعيدا بما يكفي لتحرك المذنب الذي ما يقترب من نجوم، مذنبات جديدة جوزا إلى المجموعة الشمسية الداخلية. حيث يمكن أن نكتشفها. ولكن كثير منها، لا تعدو عن كونها مذنبات عابرة.

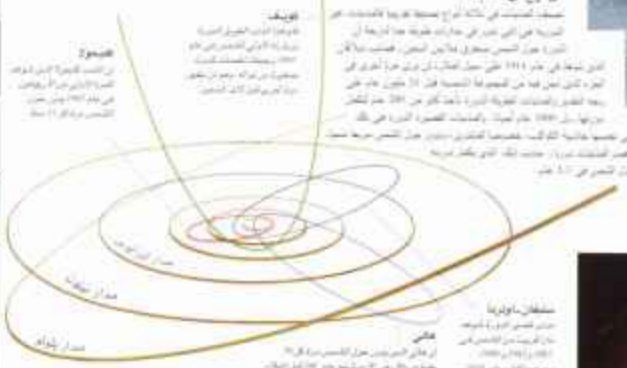


بنية سحابة أورت

يعتقد أن سحابة أورت تحتوي على تريليونات المذنبات. وهي تمتد من المجموعة الشمسية الخارجية إلى مسافة تقدر بنحو ثلث المسافة بين الشمس وأقرب نجم. وهي تحتوي على مادة متبقية من السحابة الغازية والغبارية التي تكونت منها الشمس والكواكب منذ حوالي ٤,٥ بليون سنة.

أي نوع من المذنبات؟

تصنف المذنبات في ثلاثة أنواع تعتمد أساسا على فترات الدورة في أثناء دوراتها حول الشمس. ويعتقد أن المذنبات طويلة الدورة تأتي من سحابة أورت. فمذنب هالي، الذي يمكن رؤيته كل ٧٦ سنة، هو أحد أشهر المذنبات قصيرة الدورة. وهي تلك التي تستغرق دوراتها أقل من ٢٠٠ سنة. وتأتي المذنبات قصيرة الدورة جدا من حزام كايبر، وهو منطقة من الأجسام الجليدية الصغيرة التي تدور حول الشمس على مسافات تزيد قليلا عن مسافة بعد نبتون.



هالي

إن هالي الذي يدور حول الشمس مرة كل ٧٦ عاما هو أشهر المذنبات قصيرة الدورة. وهو أول مذنب يعرف أن مداره دوري. وقد شوهد في عام ١٩٨٦ وسيظهر مرة أخرى في عام ٢٠٦١.

هيل بوب

كان هيل بوب المذنب الرئيسي في عام ١٩٩٧. وقد شوهد لمدة ١٨ شهرا، وهو من مذنبات دورة أورت طويلة الأمد.

هيوك

إن الهيوك (الذي اكتشف في عام ١٩٦٢) هو مذنب قصير الدورة يدور حول الشمس مرة كل ٧٦ سنة.

سفان-أوتارما

مذنب قصير الدورة اكتشف عام ١٩٨٧. ويعتقد أنه جزء من مذنب أكبر انفصل عن بعضه البعض في عام ١٩٣٢.

الذنَّهب

تخلف المذنبات وراءها أثرا من الغبار أثناء تحركها في المجموعة الشمسية. والأرض تخوض عدة مرات سنويا أنحاء مختلفة من المدارات. فتدخل في عدة أماكن على طول مدارات المذنبات. وجسيمات الغبار تدخل في عدة ملايين، ولكن نظرا لأنها صغيرة وخفيفة، فإن قوة تجاذبها ضعيفة. وتظهر كخطوط ضوئية. والنظام يمتد على طول المذنب الأصلي، محددا وامثلا سنويا من الشهب عندما تمر الأرض أمامه.

وابـل من الشُّـهُب

الوابل	تاريخ الطور لنشاط	العدد في الساعة
كوادرانتيد	٣ يناير	٤٠
ليريد	٢٢ أبريل	١٥
إيتا أكواريد	٤ مايو	٤٠
دلتا أكواريد	٢٨ يوليو	٢٥
برسيد	١٢ أغسطس	٥٠
أورونيد	٢١ أكتوبر	٢٠
توريد	٩ نوفمبر	١٥
ليونيد	١٧ نوفمبر	١٥
جيمينيد	١٤ ديسمبر	٥٠
أورسيد	٢٢ ديسمبر	١٥

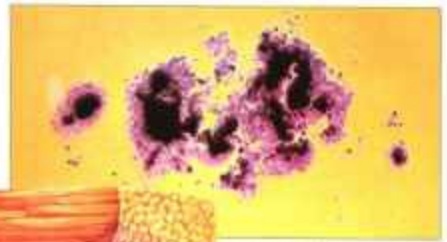
وابل الشهب الرئيسية الذي يمكن العثور عليه في أي يوم في السنة.

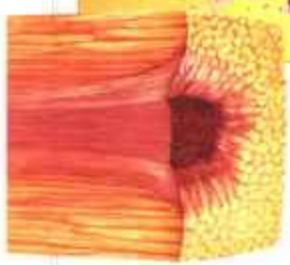
تمرينات عملية

- إن معظم المذنبات باهتة جدا وإن النجاح في الكشف عن أحدها يتطلب أن تبحث في جزء واسع من السماء. فالمذنبات يظهر بشكل أسرع على غير توقع.
- يتنبأ المتخصص بحدوث هطول الشهب من المذنبات. أنها تبدو شبيهة بالنار. والكثير من الشهب تحترق على ارتفاع حوالي ٨٠ كيلومترا فوق سطح الأرض.
- لا يوجد اختبار للمذنبات في المنزل أو المكتب. ولكن يمكنك أن تحاكي ما تعرفه عن المذنبات. فالمذنب الجيد هو الذي يقدم أفضل عرض.
- يمكنك رؤية قطع صخرية من مذنبات بالية. شاهد الأفلام وشرطيها في الجو وأمثالها. ولكن تذكر أن المذنبات، فعليك في أسوأ حال، أنها مذنبات.

نجمنـــا المحلـــى

إن الشمس هي نجمنا المحلي. والشمس، مثل معظم النجوم، كرة ضخمة من غاز الهيدروجين المتوهج. والهيدروجين الذي في قلب هذه الكرة، والواقع تحت ثقل الطبقات الخارجية الضخمة ساخن ومنضغط جداً لدرجة أن ذرات الهيدروجين تندمج لتكوّن الهيليوم. ولُبّ الشمس في الواقع هو قنبلة هيدروجينية ضخمة، ولكن ثقل طبقاتها الخارجية يمنع التفاعل من الخروج عن السيطرة. وهذا هو الفرق بين الكوكب والنجم: فالنجوم بها «تفاعلات اندماجية» تجعلها تضيء وتسطع. أما الكواكب فلا توجد بها هذه التفاعلات. ولقد غمرت طاقة الشمس النووية، التي على شكل ضوء وحرارة، المجموعة الشمسية طوال خمسة بلايين عام. في حين أن جاذبيتها الضخمة حفظت الكواكب في مداراتها. وليس من شك في أننا نعتمد كلية على نجمنا المحلي.

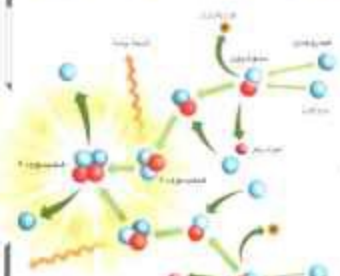




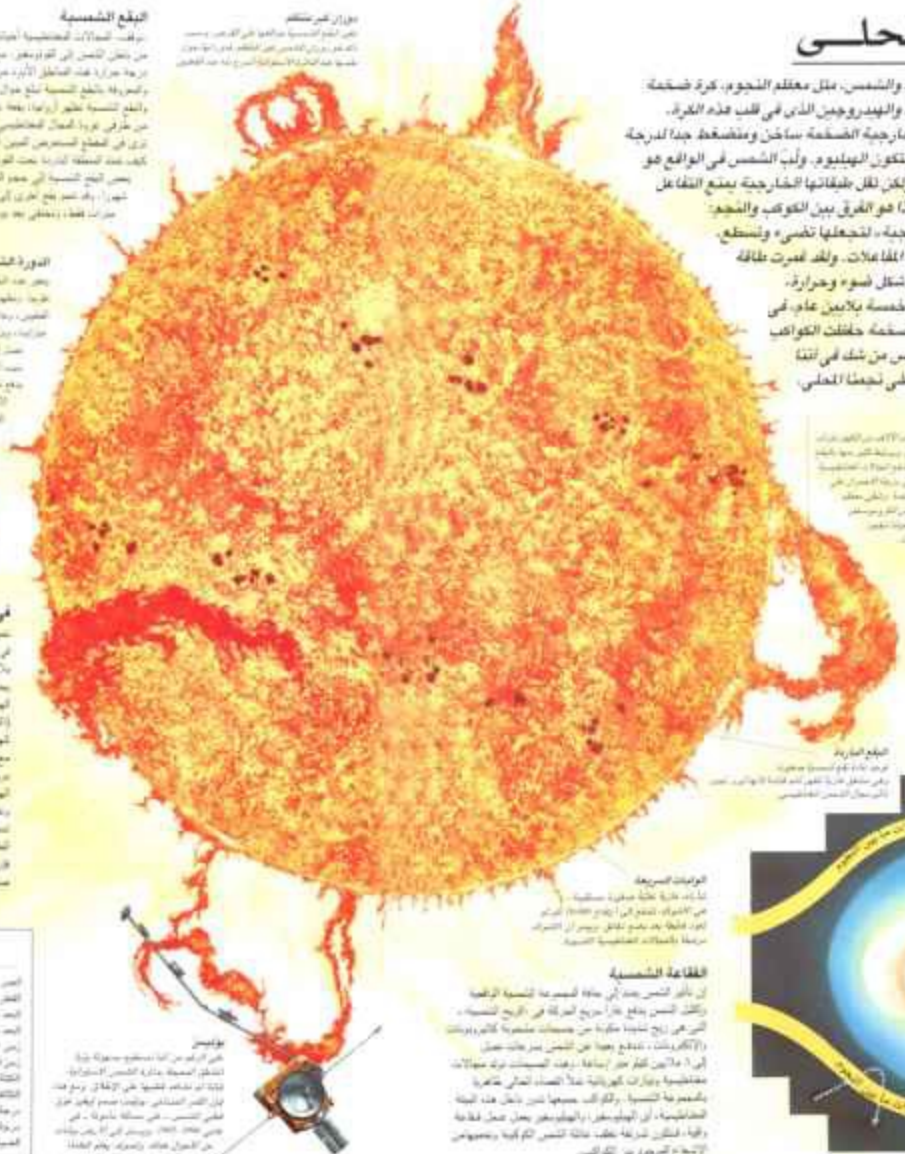
البقع الشمسية

الدورة الشمسية

في لُبّ الشمس

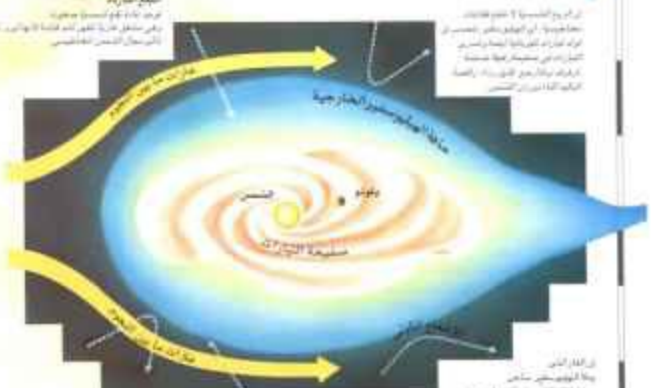


دوران غير منتظم



الوامضات السريعة

الطقاطقة الشمسية



باطن الشمس

البقع الباردة

حقائق وأرقام

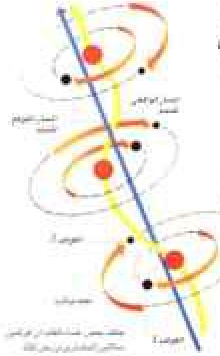
العمر	4.7 بليون عام
القطر	1.4 مليون كيلومتر
الحجم مقارنة بالأرض	1,300,000 كيلومتر مكعب
الحجم مقارنة بالمشتري	8.46 بليون كيلومتر مكعب
زمن الدورة عند الاستواء	25 يوماً أرضياً
زمن الدورة عند القطبين	34 يوماً أرضياً
الكتلة (1,989,100,000 زيتا جرام = 1)	330,000
الكتلة (5,980,000,000,000,000,000,000,000 كيلوجرام = 1)	1.41
درجة الحرارة عند السطح	5,500 °م
درجة الحرارة في لُبّ الشمس	14,000,000 °م
الجاذبية	340 بليون بليون ميجاوات

تمرينات عملية

- لا تنظر إلى الشمس مباشرة على الإطلاق ولا تستخدم تلسكوباً أو منظاراً مزيناً لتقد تصبك الحرارة والضوء الكثيران.
- اطلب من صبي أن يمسك قطعة من الورق المقوى بحيث تقع بقعة لامعة لانعكاس صورة الشمس على صفحة ورقية بيضاء. حينئذ يمكنك رؤية البقع الشمسية.
- اصنع مزولة بسيطة بغرز عصا مستقيمة في أرض لينة وضع علامات لتبين مواقع الظل عند الشروق والظهر والغروب.

أقرب النجوم

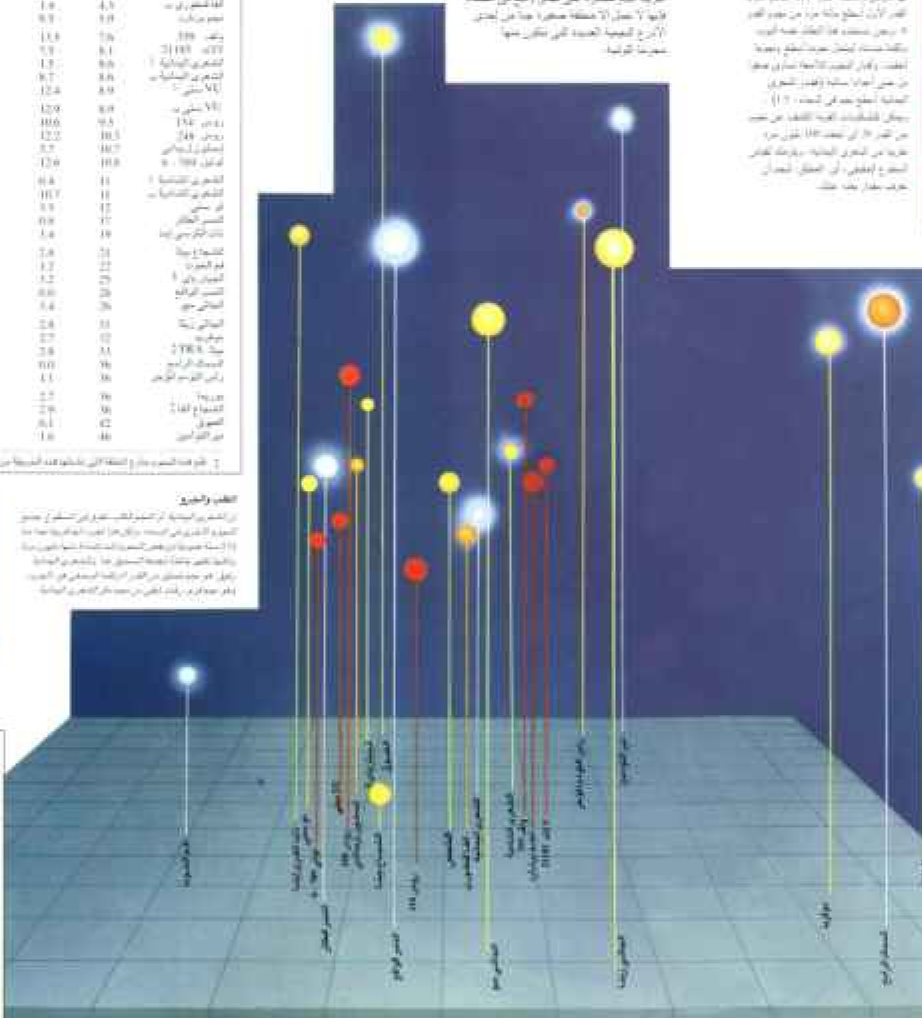
لو أمكنك السفر إلى الشمس على متن طائرة «جامبو» نفاثة لاستغرقت الرحلة 20 عاما. ولو أنك ركبت طائرة «جامبو» إلى أقرب نجم، وهو الأقرب القنطوري، لدامت الرحلة 5 ملايين عام. فحتى أقرب النجوم تقع على مسافات بعيدة جدا جدا منا. فالأقرب القنطوري يقع على مسافة قدرها 40 مليون مليون كيلو متر. وعندما تقاس المسافات النجمية بالكيلو مترات تعطي أرقاما كبيرة كبرا لا يعقل. وعوضا عن ذلك يستخدم الفلكيون الزمن الذي يأخذه ضوء النجم للوصول إلى الأرض. والضوء يسير في الفضاء الخالي بسرعة ثابتة دائما - هي الحد النهائي لسرعة الكون. فشعاع الضوء يقطع حوالى 300,000 كيلو متر في الثانية. وتستغرق رحلة الضوء من الشمس إلينا 8.3 دقيقة. ولذا فإننا نقول إن الشمس على بعد 8.3 دقيقة ضوئية منا. وبلوتو الواقع على حافة المجموعة الشمسية يبعد عنا بحوالى خمس ساعات ضوئية. والأقرب القنطوري يبعد عنا بمسافة قدرها 4.2 سنة ضوئية. والسنة الضوئية تعادل 9.5 مليون مليون كيلو متر.



البحث عن عوالم جديدة

من لامع إلى معتم

جيرتنا المحلية

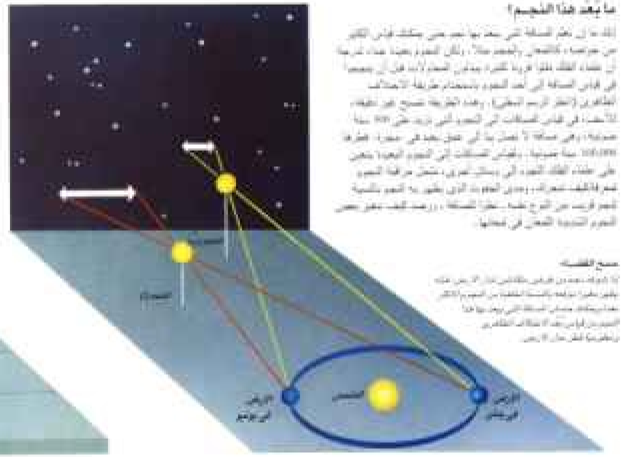


حقائق وأرقام

اسم النجم	البعد (سنة ضوئية)	القدر الظاهري	الضيائية (بالنسبة إلى الشمس)	النوع
الشمس	0	26.8-	1	نجم رئيسي أصفر
الأقرب القنطوري	4.2	11.0	0.00006	قزم أحمر
[illegible]	4.3	0.0	1.5	[illegible]
[illegible]	4.3	1.4	0.5	[illegible]
نجم برنارد	5.9	9.5	0.00044	قزم أحمر
وولف 359	7.6	13.5	0.00002	قزم أحمر
لالاند 21185	8.1	7.5	0.0052	قزم أحمر
الشعرى اليمانية	8.6	1.5-	23	[illegible]
[illegible]	8.6	8.7	0.002	[illegible]
[illegible]	8.9	12.4	0.00006	قزم أحمر
[illegible]	8.9	12.9	0.00004	قزم أحمر
[illegible]	9.5	10.6	0.0004	قزم أحمر
[illegible]	10.3	12.2	0.0001	قزم أحمر
[illegible]	10.7	3.7	0.3	[illegible]
[illegible]	10.8	12.6	0.00009	قزم أحمر
الشعرى الشامية	11	0.4	7	[illegible]
[illegible]	11	10.7	0.0005	[illegible]
[illegible]	12	3.5	0.44	[illegible]
النسر الطائر	17	0.8	10	[illegible]
[illegible]	19	1.4	1.2	[illegible]
[illegible]	21	2.0	3	[illegible]
[illegible]	22	3.2	13	[illegible]
[illegible]	25	3.2	3	[illegible]
النسر الواقع	26	0.0	50	[illegible]
[illegible]	26	3.4	2	[illegible]
[illegible]	33	2.8	5	[illegible]
[illegible]	33	2.7	7	[illegible]
[illegible]	33	2.8	5	[illegible]
السماك الرامح	36	0.0	100	[illegible]
[illegible]	36	1.1	20	[illegible]
[illegible]	36	2.7	8	[illegible]
[illegible]	36	2.9	8	[illegible]
العيوق	42	0.1	60	[illegible]
[illegible]	46	1.6	50	[illegible]

الكلب والجرو

ما بُعد هذا النجم؟



تمرينات عملية

نجـوم السموات الشمالية

تبعد النجوم جميعها بعضها عن بعض بمسافات طويلة جدا. ولكنها تبدو من الأرض كما لو كانت ملتصقة على السطح الداخلي لوعاء نحوف.. وهي جميعا على المسافة نفسها ومنتظمة في مجموعات وأنماط. تسمى الكوكبات. ولقد ابتكرت كل ثقافة من الثقافات الكوكبات الخاصة بها. وكثير من الكوكبات التي نعرفها اليوم كانت هي التي استخدمها البابليون والإغريق منذ 2,500 عام مضت. ولقد اعتمد اسلافنا على الإنماط المتحدة لمعرفة الوقت. فالنجوم تبزغ وتأفل بدوران الأرض حول محورها. واستخدموا النجوم للملاحة على هديها. فالنجم القطبي يقع فوق قطب الأرض الشمالي تماما تقريبا. بل إن الكوكبات تمد بالتقويم. فمثلما نرى أنماطا نجمية تختلف من شهر إلى آخر أثناء دوران الأرض حول الشمس. والكوكبات ليست مجموعات حقيقية من النجوم. فالنجوم التي تحتوي عليها ليست مرتبطة بعضها ببعض. ولكنها طريقة ممتازة لمعرفة أماكن النجوم المختلفة وتحقيق هويتها.

كيف تستخدم هذه الخريطة النجمية

هذه الخريطة معدة لإعطاء المنظر السماوي الذي يمكن أن تشهده من أعلى خط الاستواء (انظر الخريطة على يمين الصفحة). وإذا كنت على بعد بعيد في نصف الكرة الشمالي، فإنك سوف ترى بعض النجوم التي تظهر في الخريطة، ولكنك لن تشهد السماء بأكملها. وإذا كنت على بعد بعيد في نصف الكرة الجنوبي، فإنك سوف ترى بعض النجوم التي تظهر في الخريطة، ولكنك لن تشهد السماء بأكملها. وإذا كنت على بعد بعيد في نصف الكرة الشمالي، فإنك سوف ترى بعض النجوم التي تظهر في الخريطة، ولكنك لن تشهد السماء بأكملها.

كيف تستخدم هذه الخريطة النجمية

هذه الخريطة معدة لإعطاء المنظر السماوي الذي يمكن أن تشهده من أعلى خط الاستواء (انظر الخريطة على يمين الصفحة). وإذا كنت على بعد بعيد في نصف الكرة الشمالي، فإنك سوف ترى بعض النجوم التي تظهر في الخريطة، ولكنك لن تشهد السماء بأكملها. وإذا كنت على بعد بعيد في نصف الكرة الجنوبي، فإنك سوف ترى بعض النجوم التي تظهر في الخريطة، ولكنك لن تشهد السماء بأكملها. وإذا كنت على بعد بعيد في نصف الكرة الشمالي، فإنك سوف ترى بعض النجوم التي تظهر في الخريطة، ولكنك لن تشهد السماء بأكملها.

الوان النجوم

نجـوم السموات الجنوبية

كان أول من رصدوا النجوم جنوب الدائرة الاستوائية من الأوروبيين هم مستكشفي القرنين السابع عشر والثامن عشر. ولقد وضعوا بصماتهم على السماء الجنوبية. مستخدمين أسماء كانت مألوفة لديهم - مثل *Pictor* (قرسي المصور) و *Antlia* (*الآلة المضخة*) و *Indus* (الهندي) - أطلقوها على الكوكبات غير المرئية على الإطلاق في السماء الشمالية. وليس بنصف الكرة الجنوبي نجم القطب الشمالي الذي يساعد الملاحين. ولكن سماواته لروع متنظرا بلا شك. وهذا الجزء من الكرة الأرضية يواجه مركز مجرتنا. فيطل على آلاف تركيزات النجوم الساطعة. ويمكنك أن ترى أيضا أقرب مجرتين منا. وهما السحابتان المجلانيتان الكبيرة والصغيرة.

كيف تستخدم هذه الخريطة النجمية

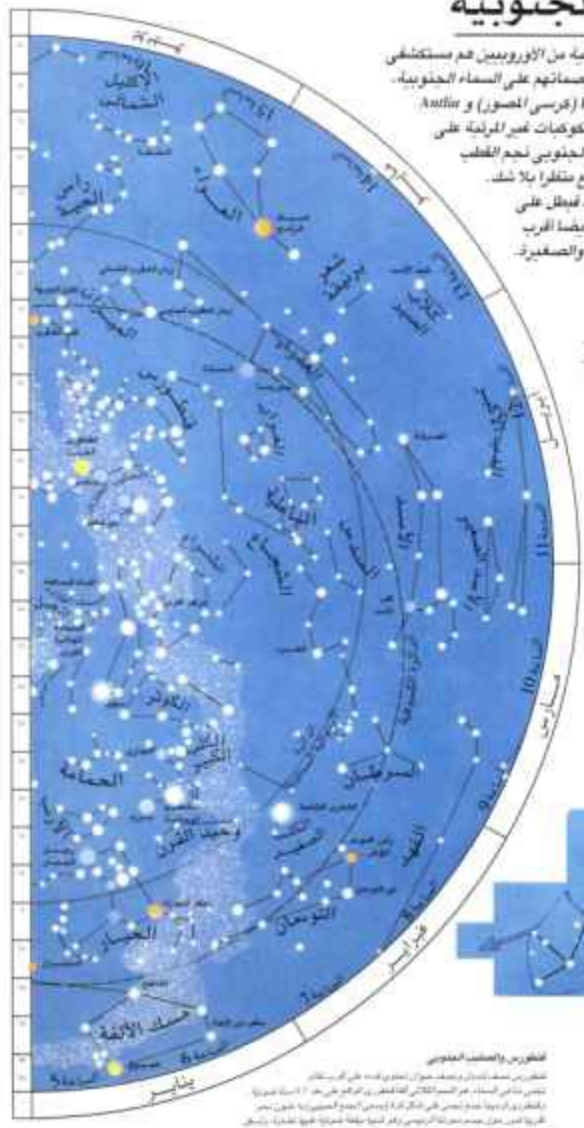
هذه الخريطة تعرض نجوم جنوب الدائرة الاستوائية. أثر الكائب حتى وأنت الشهر الحالي من السنة إلى أعلى الصفحة. وانظر تحدثا في الليل وانحث عن النجوم وهيا بنا هي عالم! في الخريطة. والمواقع أثناء تستطيع رؤية معظم النجوم الواقعة في مركز الخريطة وأجزائها السفلية.

خطوط في السماء

يستخدم علماء الفلك خطوطا وهمية مماثلة لخطوط الطول والعرض الأرضية لكي يدلوا على موقع الأشياء في السماء. التي تعرف بالأجرام السماوية. والدائرة الاستوائية السماوية تقع فوق الدائرة الاستوائية الأرضية مباشرة. وخطوط الطول هي الخطوط السماوية تعادل خطوط العرض وهي على مسافات متساوية من بعضها البعض تمتد وتحدث الدائرة الاستوائية السماوية. والقطع المستقيم هو المكافئ لخط الطول. والذي بدلا من تقسيم السماء إلى 360 درجة بين الكائنين 24 خطا على مسافات متساوية من بعضها البعض تسمى ساعات. كل هذه الخطوط عبر بالسحب. إلخطة السماء فوق رأس المشاهد إكثر ساعة أثناء دوران الأرض. والخط الكوني يمر مباشرة فوق رأس المشاهد أكثر ساعة أثناء دوران الأرض حولها. كما يبين أيضا بالكوكب الشمال الذي يحدد القطب والكواكب.

رصد النجوم

رؤية بصيرة نجم الطب. وأقوى في منتصف الشتاء. فيها هو الحال مركز مجرتنا حيث النجوم كثيفة العدد إلى أبعد حد. ويكشف جميع هذه المنطقة بمنظار ذي جيبين هي سحب من النجوم وعدد لا حصر له من مجرع النجوم والسدم (سأطلق عليه المجرة).



الكوكبات والمطلب المجموري

تتغير من سنة لأخرى وتختلف نجوم المجموري لحدد على الغرب بطلان تبدو في السماء. هو النمو الكائن القاطني في الواقع على بعد 1.7 سنة ضوئية وتختلف وراء وجود جدع تبدو في الكرة الأرضية (وتسمى الجدع السفيرية) يكون سعر كبيرة لحدد حول مجدد مجرتنا الرئيسي وهو أيضا بقعة ضوئية. فريق تجارة. وتتغير الطب من خمسة نجوم من الوكالة وتبدو. خصوصا على المحيطين الجنوبي

الطب الأكبر

تبدو كوكبة الطب الأكبر سهلة التحديد. لأن نجومها الساطعة تشكل إحدى أشهر الأشكال في السماء. ويعتبر الطب الأكبر على الخريطة الجوية الشمالية. وتتحرك جميع النجوم الموجودة على الخريطة بسبب دوران الأرض. ولكن نجوم الطب الأكبر. وأية نجوم أخرى تقع بالقرب من القطب السماوي. لا تبدو وكأنها تتحرك على الإطلاق. لأنها تقع على الخط المستقيم الذي يمتد من مركز الأرض عبر القطب الشمالي.

الطب

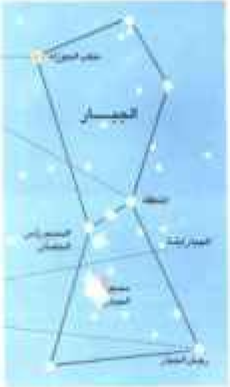
هذه في إحدى الكوكبات القليلة التي يمكن استخدام شكلها لتحديد الوقت. لأن الطب يتحرك بشكل واضح عبر السماء كل ليلة. ويتم تحديد الوقت من خلال الخط الذي يمر عبر النجمين الموجودين على الجانب الأيمن من الطب. ويشير هذا الخط إلى الشمال الحقيقي. ويتم تحديد الوقت من خلال الخط الذي يمر عبر النجمين الموجودين على الجانب الأيمن من الطب. ويشير هذا الخط إلى الشمال الحقيقي.

السحابتان المجلانيتان

إن كلا من سحابتي ماجلان الكبيرة والصغيرة (السحابتان المجلانيتان الكبيرة والصغيرة) وتمكن رؤيتهما بسهولة بالعين المجردة. وتبدو كأنهما قطعتان من سحابة الطريق التبني (المجرة) التي تحيط بالأرض. وتبعد السحابتان المجلانيتان عن مجرتنا بمسافة 170,000 سنة ضوئية. و75 ألف سنة ضوئية. على التوالي. ولكن السحابتان المجلانيتان تبعدان عن بعضهما البعض بمسافة 75 ألف سنة ضوئية. وتعتبران في حالة التأثير من بعضهما. وتقعان قريبا من مجرتنا. وتقعان أيضا بعيدا عن مجرتنا. وتقعان أيضا بعيدا عن مجرتنا. وتقعان أيضا بعيدا عن مجرتنا.

مَولـد النجـم وحياتــه

إن للنجوم جميعا عمرا محددا: فهي تولد وتعيش وتموت. ولكن أعمارها طويلة جدا لدرجة أنه يتعذر أن نشاهد التغيرات التي تحدث أثناء تقدمها في العمر. ومع هذا، ففي مجرتنا نجوم كثيرة جدا بحيث يمكننا ضم بعضها إلى بعض لتكوين صورة كاملة لدورة الحياة ـ تماما مثل قدرتنا على تخمين الكيفية التي يتقدم بها البشر في السن بالنظر إلى صورة فوتوغرافية لحشد من الناس. وأشد أجزاء حياة النجم غموضا هو مولده الذي يحدث على عمق سحيق داخل سحب من التراب والغاز تسمى السُّدُم. وهذه السُّدُم كثيفة الضباب لدرجة أن الضوء لا يستطيع النفاذ فيها. فلا يمكن رؤية ما يجري فيها حتى باستخدام التلسكوبات القوية. ومع هذا، فقد استخدم علماء الفلك في السنوات الأخيرة أجهزة خاصة ـ هي أجهزة الكشف عن الأشعة تحت الحمراء ـ حساسة للحرارة التي تنطلق عندما يبدأ النجم يتكون. والآن يمكننا التقدم في الطريق نحو الكشف عن أسرار مولد النجوم.

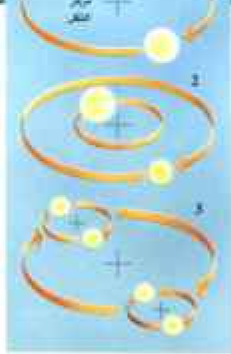


الجبار: خزانة عرض يشاهد فيها مولد النجوم

التراب النجمي

مولد نجم

رؤية نجوم مزدوجة



النتائج الرئيسية

الشيخوخـــة والوفـــاة

إن النجوم تعمر طويلا، ولكنها تموت جميعا في النهاية. والسبب ببساطة هو نفاد الوقود. ولكن تتوقف الطريقة التي يموت بها النجم، وطول عمره على مقدار كتلته. فنجم كالشمس أو ما هو أقل منه كتلة يعمر بلايين السنين. وعندما ينفد وقود لُب النجم المركزي - أي غاز الهيدروجين - يتنفخ هذا النجم ويصير عملاقا أحمر، وتتجرف الطبقات الخارجية إلى الفضاء. في النهاية، تاركة وراءها اللُب المتبقي - الذي يسمى قزما أبيض. وليس للقزم الأبيض مصدر للطاقة، وحرارته تتسرب ببطء إلى الفضاء. وفي أثناء برودته تزداد ظلمته. وبضمحل لونه من الأبيض إلى الأصفر ثم البرتقالي والأحمر قبل أن ينتهي عمره ويصير كرة بازرة سوداء. ولكن النجوم الكبيرة الكتلة تنطفئ بدوي لا يسكون. فالنجم الثقيل يتفجر بعد عمر قصير يبلغ بضعة ملايين من السنين فتحولا إلى سوبر نوفا وميعثرا أجزاءه الداخلية في الفضاء. والعجيب أن لُبه قد يتحول ويبقى كنجم نيوتروني أو حتى ثقب أسود. ولكن النجوم السوبر نوفا أمدت تلتها غازا ودمارا، فرمادها، ينتشر في الفضاء ويصبح المادة الخام لتجيل الجديد من النجوم.

1 العد التنازلي النهائي

إن النجم الذي يقارب حجم الشمس يقضي معظم حياته مشتعلا بهدوء وثبات، ويحرق الهيدروجين في لُبه. ويعمر ملايين أو بلايين السنين. ولكن عندما ينفد الهيدروجين في لُبه، يبدأ في حرق الهيليوم الناتج عن احتراق الهيدروجين. وعندما ينفد الهيليوم، يبدأ في حرق الكربون الناتج عن احتراق الهيليوم. وهكذا دواليك.

2 العملاق

الهيليوم هو "رماد" احتراق الهيدروجين في لُب النجم. وعندما ينفد الهيدروجين، يتوقف إنتاج الطاقة التي تدعم اللُب، فيبدأ في الانكماش تحت تأثير الجاذبية. وترتفع درجة حرارته، ويبدأ الهيليوم في الاحتراق. وتتمدد الطبقات الخارجية للنجم، ويبرد سطحه، فيتحول إلى اللون الأحمر. ويصبح النجم عملاقا أحمر.

3 إستقرار الصمود

يتمدد ويبرد، فيزيد النجم الكتلة كله. ولكن لُبه يظل صغيرا وحارا. ويبدأ لُبه في احتراق الهيليوم. وهذا التفاعل النووي الجديد يمنح الطاقة اللازمة لدعم النجم العملاق في التوهج على مدى ملايين السنين.

4 الانفجار

قد يصل لُب النجم الناتج عن الاحتراق النووي إلى حجم الشمس، ولكن بقطر لا يزيد على بضعة كيلومترات فقط. وعندما يتوقف إنتاج الطاقة، ينهار اللُب بسرعة تصل إلى ربع سرعة الضوء. وترتد الطبقات الخارجية للنجم بعنف، وتنفجر في الفضاء في صورة سوبر نوفا.

5 بقايا الحريق

قد يتبقى من النجم الأصلي لُب صغير جدا، يبلغ قطره بضعة كيلومترات فقط، ولكن كتلته تعادل كتلة الشمس. وهذا النجم النيوتروني يتكون من ذرات مضغوطة بشدة، بحيث تصبح الإلكترونات والبروتونات مندمجة معا لتكون النيوترونات.

6 السوبر نوفا

وهذا يؤدي إلى انفجار ضخم، ويطلق الانفجار النجمي الطاقة الكافية لتدمير النجم بأكمله في غضون ثوان قليلة. وتتمدد الطبقات الخارجية للنجم بسرعة تصل إلى ١٠ آلاف كيلومتر في الثانية، وتتحرك إلى الفضاء بين النجوم.

7 الثقب الأسود

إذا كان النجم الذي يموت كبيرا بما فيه الكفاية، فإن الجاذبية الناتجة عن كتلته الهائلة تسحق المادة في لُبه إلى كثافة لا نهائية تقريبا. وتتكون نقطة لا نهائية الكثافة في مركز الثقب الأسود، تسمى المفردة. وتحيط بالمفردة منطقة تسمى أفق الحدث، وهي الحد الذي يستحيل عنده على أي شيء الإفلات من قوة الجاذبية الهائلة للثقب الأسود.

8 الأقزام البيضاء

إن النجوم التي تعادل كتلتها كتلة الشمس تقريبا تتمدد في نهاية حياتها لتصبح عمالقة حمراء، ثم تتخلص من طبقاتها الخارجية لتكشف عن لُبها الساخن. وتسمى هذه الأجسام الأقزام البيضاء. وهي أجسام صغيرة جدا، ولكنها كثيفة للغاية، وتتكون من مادة تعادل كتلتها كتلة الشمس، ولكن في حجم الأرض تقريبا. وتتألق الأقزام البيضاء بسبب الحرارة المتبقية من مراحل تطورها السابقة، ولكنها تبرد ببطء مع مرور الوقت.

9 الأقزام السوداء

إن الأقزام البيضاء تبرد ببطء مع مرور الوقت، وتتحول في النهاية إلى أقزام سوداء. ولكن الكون ليس قديما بما فيه الكفاية حتى الآن لوجود أقزام سوداء، لأن الأقزام البيضاء تستغرق وقتا طويلا جدا لتبرد إلى هذه الدرجة. ولكن يعتقد العلماء أن الأقزام السوداء ستوجد في المستقبل البعيد.

10 النجوم النيوترونية

إن النجوم النيوترونية هي أصغر النجوم وأكثفها. وتتكون من مادة مضغوطة بشدة، بحيث تصبح الإلكترونات والبروتونات مندمجة معا لتكون النيوترونات. وتتكون النجوم النيوترونية من مادة تعادل كتلتها كتلة الشمس، ولكن في حجم مدينة صغيرة. وتتألق النجوم النيوترونية بسبب الحرارة المتبقية من مراحل تطورها السابقة، ولكنها تبرد ببطء مع مرور الوقت.

11 الثقوب السوداء

إذا كان النجم الذي يموت كبيرا بما فيه الكفاية، فإن الجاذبية الناتجة عن كتلته الهائلة تسحق المادة في لُبه إلى كثافة لا نهائية تقريبا. وتتكون نقطة لا نهائية الكثافة في مركز الثقب الأسود، تسمى المفردة. وتحيط بالمفردة منطقة تسمى أفق الحدث، وهي الحد الذي يستحيل عنده على أي شيء الإفلات من قوة الجاذبية الهائلة للثقب الأسود، حتى الضوء نفسه. ولهذا السبب يبدو الثقب الأسود أسود تماما.

12 المجاذبة ١ - ٢

إن الثقوب السوداء ليست سوداء تماما. فعندما تسحب المادة من حول حافة أفق الحدث، تنبعث منها إشعاعات تسمى المجاذبة ١ - ٢. وتنتج هذه الإشعاعات عندما تتحول الجسيمات الافتراضية إلى جسيمات حقيقية، وتهرب إلى الفضاء. وتتسبب هذه العملية في فقدان الثقب الأسود لكتلته ببطء مع مرور الوقت.

13 مصير الشمس

ستنتفخ الشمس حتى تصير حجم ٢٠٠ شمس حاليا، وتتحول إلى عملاق أحمر. وستبتلع الشمس عطارد والزهرة وربما الأرض. وستصبح الأرض ساخنة للغاية بحيث تتبخر المحيطات، وتتحول القشرة الصخرية إلى بحيرات من الصخور المنصهرة. وفي النهاية، ستفقد الشمس طبقاتها الخارجية، ولن يتبقى منها سوى لُبها المتقلص، وهو ما يعرف بالقزم الأبيض. وسيكون القزم الأبيض في البداية ساخنا للغاية، ولكنه سيبرد ببطء على مدى مليارات السنين.

14 حتف النجوم

عندما يموت النجم، فإنه يترك وراءه لُبا صغيرا يسمى القزم الأبيض، أو النجم النيوتروني، أو الثقب الأسود. وتتكون الأقزام البيضاء من مادة تعادل كتلتها كتلة الشمس، ولكن في حجم الأرض تقريبا. وتتألق الأقزام البيضاء بسبب الحرارة المتبقية من مراحل تطورها السابقة، ولكنها تبرد ببطء مع مرور الوقت. وتتكون النجوم النيوترونية من مادة تعادل كتلتها كتلة الشمس، ولكن في حجم مدينة صغيرة. وتتألق النجوم النيوترونية بسبب الحرارة المتبقية من مراحل تطورها السابقة، ولكنها تبرد ببطء مع مرور الوقت. وتتكون الثقوب السوداء من مادة تعادل كتلتها كتلة الشمس، ولكن في حجم الأرض تقريبا. وتتألق الثقوب السوداء بسبب الحرارة المتبقية من مراحل تطورها السابقة، ولكنها تبرد ببطء مع مرور الوقت.

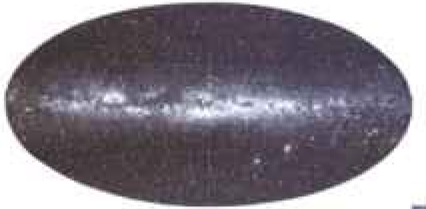
قلب السرطان الخافق

في عام ١٩٥٤، شاهد الفلكيون في الصين نجما يظهر في كوكبة الثور. ويحمل اسمه "نجم عظيم" لمدة تصل إلى ٢١ شهرا. وهو سديم السرطان. وهو أعظم كثير من بقايا معظم النجوم السوبر نوفا، ويحتوي ذلك على أن النجم فقد وزنه بدءا بقوة وقوة، أي نجما نيوترونيا يدور حول نفسه ٣٠ مرة في الثانية. ويطلق شعاع النجم النابض ١٥ ألف قفلة، وهو هذا القلب أكبر من كتلة الشمس. وهو يدور أن ينبض ٣٠ مرة في الثانية بدقة تفوق الدقة، ولكن يعتبر الزمن يبطئ النبض ليعاد دوران النجم حول نفسه. ويتوقف النبض بعد بضعة ملايين من الأعوام ويتحول إلى نجم نيوتروني خافت. وقد اكتشف الفلكيون أكثر من ١٨٠٠ نجم نابض في مجرتنا، وأبعدها ينبض ٦٤٢ مرة في الثانية.

إن سديم السرطان في الأساس هو السوبر نوفا التي سجلها الناس وهي سحابة غازية من بقايا نجم انفجر. ويبلغ قطرها ١٠ آلاف سنة ضوئي. ويتمدد السديم الناتج عن الانفجار بسرعة ١٤٥٠ كيلومترا في الثانية. وتتحرك الغازات الساخنة في السديم بسرعة تصل إلى ١٠٠ مليون كيلومتر في الساعة. ويحتوي السديم على كتلة تعادل كتلة الشمس تقريبا، ولكنه يتمدد في حجم يبلغ قطره ١٠ سنوات ضوئية. ويتكون السديم من غازات ساخنة تتمدد بسرعة تصل إلى ١٠٠ مليون كيلومتر في الساعة. ويحتوي السديم على كتلة تعادل كتلة الشمس تقريبا، ولكنه يتمدد في حجم يبلغ قطره ١٠ سنوات ضوئية. ويتكون السديم من غازات ساخنة تتمدد بسرعة تصل إلى ١٠٠ مليون كيلومتر في الساعة.

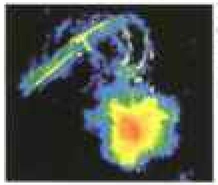
مدينتنا النجمية

تحتوي مدينة عدد سكانها 200 بليون نسمة، ومترامية الأطراف حتى إن الرحلة من أحد أطرافها إلى الطرف المقابل بطائرة نفاثة «جامبو» تستغرق 100 بليون عام. ونحن نسكن في مدينة من هذا القبيل: مدينة نجوم تسمى «مجرة الطريق اللبني» أو «المجرة» فقط. ومدينتنا النجمية مجموعة نجوم ضخمة لولبية الشكل يبلغ اتساعها 100,000 سنة ضوئية. والشمس، نجمنا المحلي، فرد تافه جدا من أفراد هذه المدينة النجمية، بل إنها ليست حتى في مركزها ولكنها تقع على بعد ثلثي المسافة إلى الضواحي المجرية. «ووسط المدينة» هو نتوء المجرة المركزي، أي سرة كثيفة تضم نجوما حمراء وصفراء. والأذرع اللولبية هي الأماكن التي تولد فيها النجوم، وهذه الأذرع المزينة بنجوم زرقاء ساطعة صغيرة السن، غنية بالغازات والتراب - أي المواد الخام للنجوم الجديدة. ويحيط بالمجرة هالة تحتوي على أقدم نجوم المجرة سنا. وعلى الرغم من أن الهالة تبدو منخفضة الكثافة السكانية، فإن علماء الفلك يعتقدون أنها تحتوي على كميات ضخمة من «المادة المظلمة» غير المرئية توازن كتلة مدينتنا النجمية المركزية المناه بدورانها في الفضاء.



رسم خريطة الطريق اللبني

الضواحي المجرية

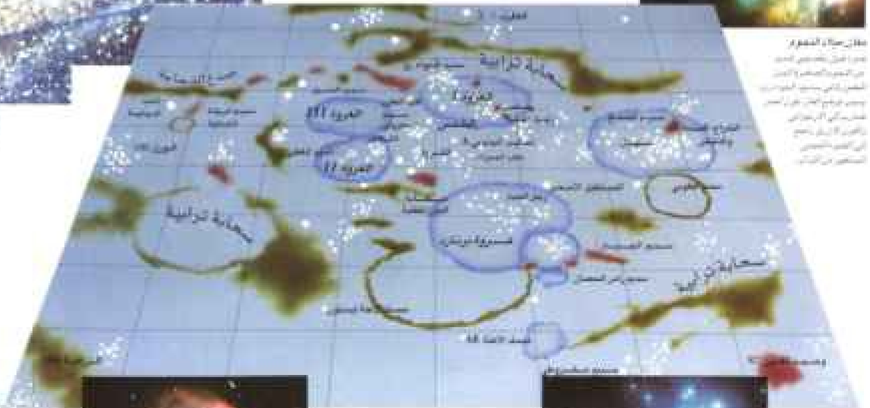


النواة المركزي

مناطق سياحية في ذراع الجبار

الاسم	البعد (بالسنة الضوئية)	النوع	الخصائص
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

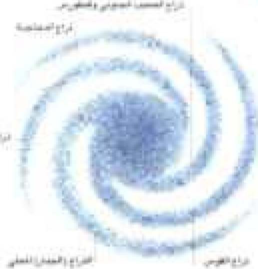
ذراعنا اللولبية المحلية

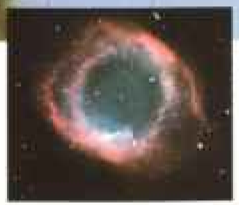


مجال حاد النجوم

تمرينات عملية

اللولب الكوني





نهاية الطريق

رفاق عونية

المجموعة المحلية

إن المجرات كائنات اجتماعية، فمعظمها لا يعيش بمفرده، بل تتكتل في مجموعات أو جموع، تمسكها الجاذبية في أماكنها. وبعض الجموع ضخمة: فجمع العذراء أو جمع الخصلة، على سبيل المثال، سريان يتكون كل منهما من آلاف المجرات ويصل اتساع المساحة التي يحتلها كل منهما إلى 20 مليون سنة ضوئية. ويوجد في الطرف الآخر للنطاقات مجموعات صغيرة من المجرات مثل المجموعة التي تنتمي إليها مجرتنا الطريق اللبني. وهذا الجمع، أو المجموعة المحلية، مجموعة مكونة من 30 مجرة منتشرة في منطقة من الفضاء يقرب اتساعها من 3 ملايين سنة ضوئية. وأهم أفرادها الطريق اللبني ومجرة المرأة المسلسلة (الأندروميدا) والمجرة المثلثة M33. والمجموعة المحلية هي مجرد جمع من آلاف جموع المجرات التي اكتشفها الفلكيون. وهذه الجموع تتجمع بدورها بعضها مع البعض في مجموعات غير محكمة الروابط تسمى الجموع العملاقة، وهي أكبر بنية مادية في الكون، وتمتد على مسافة قدرها مئات الملايين من السنين الضوئية. ومجموعتنا المحلية هي عضو من أعضاء الجمع العملاق المحلي الذي يدور حول جمع العذراء.

المجرة غير المنتظمة

[illegible]

المجرة الإهليلجية

[illegible]

المجرة اللولبية ذات القضيب

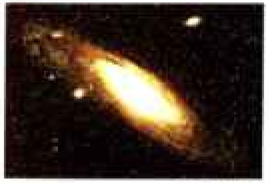
[illegible]

ركن الكون الذي نحتله

تحتوي المجموعة المحلية على حوالي 30 مجرة، يحتمل أن تكون ثلاث منها لولبية و 16 غير منتظمة، و 11 إهليلجية. والمجرات التي في الركن الذي نحتله من الكون تتجمع في تكتلين رئيسين: أحدهما حول المرأة المسلسلة، والآخر حول الطريق اللبني. فهما مجرتان لهما أكبر كتلتين، وأشد قوى جاذبية في المجموعة. ويشمل تكتل المرأة المسلسلة المجرة اللولبية المتوسطة الحجم M33 بالإضافة إلى رفيقيها الإهليلجيين NGC 205 و M32. أما الطريق اللبني فتحيط به السحابتان الماجلانيتان الكبرى والصغرى وعدة مجرات أقزام إهليلجية. والمجرات الأقزام الأخرى خاصة غير المنتظمة مثل IC 10 والأسد A منتشرة على نطاق أوسع. وتعد الأقزام الإهليلجية المعتمة الخافتة هي نوع المجرات الأكثر عدداً في المجموعة المحلية. إنها صغيرة نسبياً وتحتوي على بضعة ملايين من النجوم فقط ولكنها ربما أكثر المجرات شيوعاً في الكون. ومع هذا، فالمجرات التي في جوارنا المباشر هي فقط القريبة بما يكفي لأن نكتشفها. فالمجرات البعيدة أخفت من أن نستطيع اكتشافها حتى الآن بحسب إمكانياتنا.

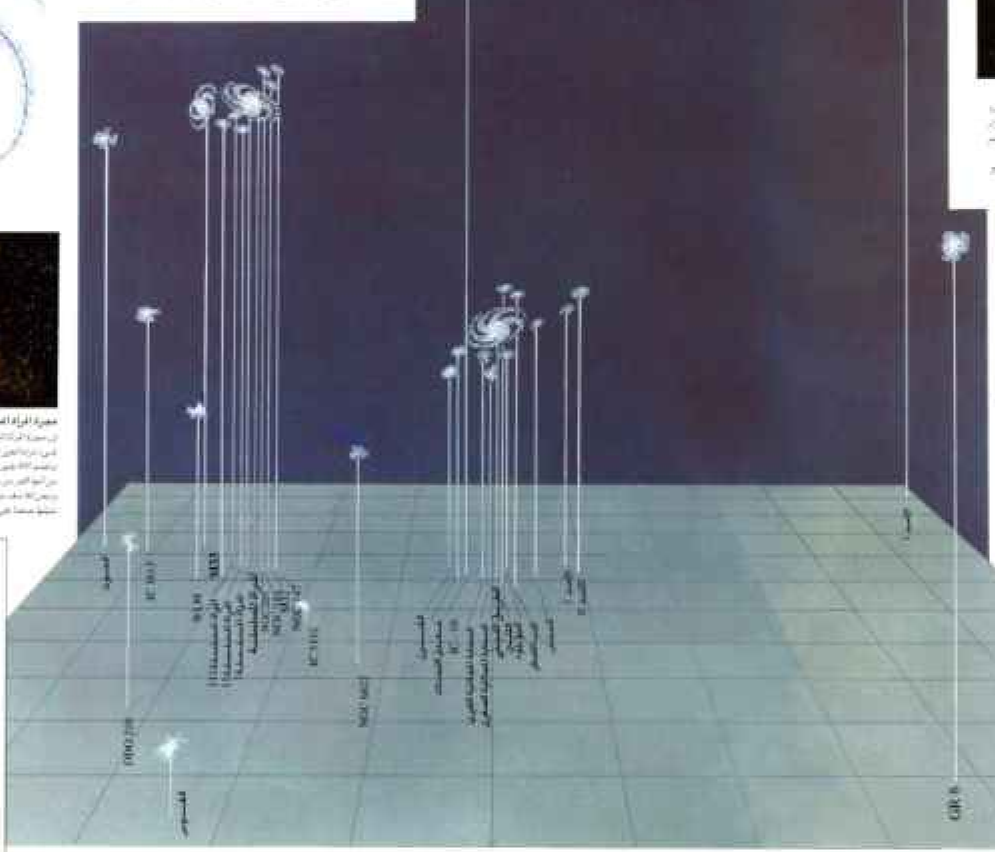
مدينة دوارة

[illegible]



مجرة المرأة المسلسلة

[illegible]



تمرينات عملية

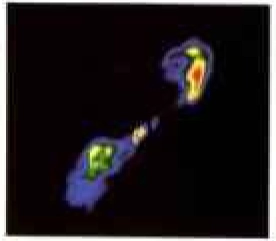
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

حقائق وأرقام

اسم المجرة	البعد (بالسنة الضوئية)	القطر (بالسنة الضوئية)	الضيائية (مليون ضعف الشمس)	النوع
الطريق اللبني	0	100,000	15,000	لولبية
السحابة الماجلانية الكبرى	170,000	30,000	2,000	لولبية غير منتظمة
السحابة الماجلانية الصغرى	190,000	20,000	500	غير منتظمة
التنين	300,000	3,000	0.1	إهليلجية
[illegible]	300,000	1,000	0.01	إهليلجية
معمل النحات	300,000	6,000	1	إهليلجية
السدس	300,000	3,000	0.01	إهليلجية
الدب الأصغر	300,000	2,000	0.1	إهليلجية
الفرن	500,000	6,000	12	إهليلجية
الأسد I	600,000	2,000	0.6	إهليلجية
الأسد II	600,000	2,000	0.6	إهليلجية
NGC 6822	1,800,000	[illegible]	[illegible]	غير منتظمة
IC 5152	2,000,000	5,000	[illegible]	غير منتظمة
WLM	2,000,000	6,000	30	غير منتظمة
المرأة المسلسلة	2,200,000	150,000	40,000	لولبية
المرأة المسلسلة I	2,200,000	5,000	2	إهليلجية
المرأة المسلسلة II	2,200,000	5,000	1	إهليلجية
المرأة المسلسلة III	2,200,000	5,000	1	إهليلجية
M32	2,200,000	5,000	150	إهليلجية
NGC 147	2,200,000	6,000	50	إهليلجية
NGC 185	2,200,000	8,000	60	إهليلجية
NGC 205	2,200,000	11,000	160	إهليلجية
M33 (المثلث)	2,400,000	40,000	5,000	لولبية
IC 1613	2,500,000	10,000	50	غير منتظمة
DDO 210	3,000,000	5,000	2	غير منتظمة
الحوت	3,000,000	2,000	0.6	غير منتظمة
GR8	4,000,000	1,500	2	غير منتظمة
IC 10	4,000,000	6,000	250	غير منتظمة
القوس	4,000,000	4,000	1	غير منتظمة
[illegible]	5,000,000	7,000	20	غير منتظمة
الأسد A	5,000,000	7,000	20	غير منتظمة

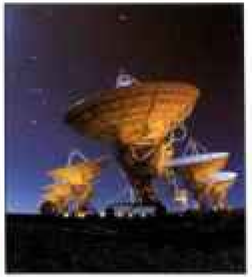
مجـــرات متفجـــرة

لیست المجرات جمیعها مجموعات نجوم خالیة من الاضطراب. فعندما تعمق الفلكیون في سبر الكون اكتشفوا أن بعض المجرات مضطربة للغایة خاصة في مناطقها «الوسطى» أو المركزیة. وكانت الطاقة المنبعثة من عدد قلیل منها على شكل موجات رادیویة مساویة للطاقة المنبعثة منها على شكل ضوء. ولقد أحاطت بتلك المجرات الرادیویة سحب مادیة ضخمة نشرتها حزم أو تیارات متدفقة مكونة من جسیمات مشحونة كهربائیاً مندفعة من مراكز المجرات. ولبعض هذه المجرات - مجرات سیفرت - مراكز ساطعة بدرجة غیر عادیة. وبعضها الآخر - كمجرات الانفجار النجمي - تعرض، على ما یبدو، لانفجار فجائي ضخم تكونت فیه النجوم. وكانت الكوازارات هي الأكثر غموضاً. فهي شبیهة بالنجوم التي في مجرتنا الطریق اللبني. ولكنها على بعد سحیق منا. فحتى أقرب كوازار منا - 3C 273 - یبعد عنا بمسافة قدرها 2,000 ملیون سنة ضوئیة. وأبعد الكوازارات التي تبعد عنا بنحو 13 بلیون سنة ضوئیة هي أبعد شيء في الكون. ولكي ترى، وهي بعیدة عنا بتلك المسافات، لا بد لها من أن تكون على درجة من السطوع تبلغ عدة مئات سطوع المجرات العادیة. فما الذي یكمن في قلب هذه المجرات المتفجرة؟

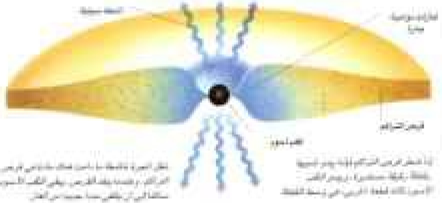


النشاط في المنطقة المركزیة

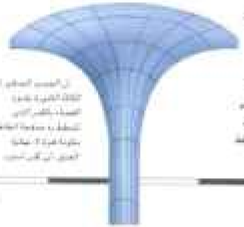
الفلك الرادیوي



تولّد الطاقة

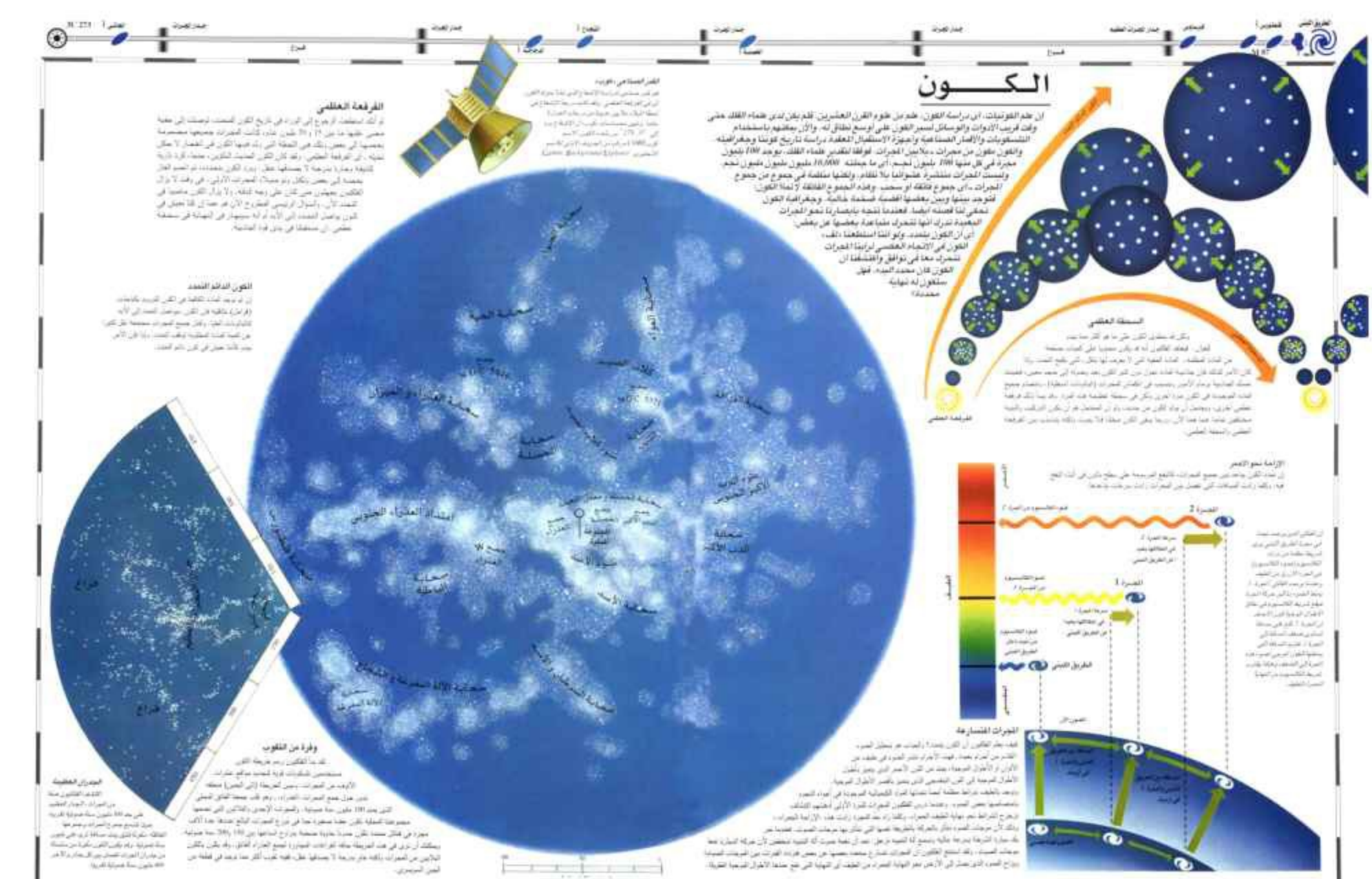


الثقوب السوداء



الكـــــون

ان علم الكونيات، أي دراسة الكون، علم من علوم القرن العشرين. فلم يكن لدى علماء الفلك حتى وقت قريب الأدوات والوسائل لسبر الكون على اوسع نطاق له. والآن بمفاهيم باستخدام التلسكوبات والأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال المعقدة دراسة تاريخ كوننا وجغرافيته والكون مكون من مجرات ،ملايين المجرات. فوفقا لتقدير علماء الفلك، توجد 100 بليون مجرة في كل منها 100 بليون نجم، أي ما جملته 10,000 مليون مليون مليون نجم. وتسمّى المجرات منتشرة عشوائيا بلا نظام. ولكنها منظمة في جموع من جموع المجرات ،أي جموع فلكية او سحب. وهذه الجموع الفلكية لا تملأ الكون لتوجد بينها وبين بعضها فضاء ضخمة خالية. وجغرافية الكون تحكي لنا قصته ايضا. فعندما نتجه بابصارنا نحو المجرات البعيدة ندرك انها تتحرك متباعدة بعضها عن بعض، أي ان الكون يتمدد. ولو اننا استطعنا ،اذ، الكون في الاتجاه العكسي لرأينا المجرات تتحرك معا في توافق وأفتقدنا ان الكون فان محمد المد، فهل ستكون له نهاية محمدا؟



هل من مخلوق هناك؟

نحن نعلم كيف تحيا النجوم وتموت ومن أين تأتي الكواكب، بل حتى لدينا فكرة عن كيف ولد الكون. ولكن ما نجهله هو ما إن كنا وحيدين في الكون. وربما يبدو الرأي بأن الأرض هي الكوكب الوحيد المأهول بالسكان أبعد عن أن يصدقه عقل في بادئ الأمر. فالكون يحتوي على بلايين النجوم الشبيهة بالشمس. ولا بد، بالتأكيد، من أنها تحتوي أيضا على بلايين الكواكب الشبيهة بالأرض. ولكن بتعبير عقيلا، على الرغم من ذلك، أن تكتشف كوكبا يدور حول نجم آخر. وحتى لو وجدت كواكب قبل يعني ذلك وجود حياة بالضرورة؟ إن جميع الكواكب الأخرى في مجموعتنا الشمسية عدوانية إلى أبعد حد - وحتى المريخ وهو أشبهها بالأرض ليست به أدنى بارقة توحي بوجود حياة. ولقد توصل بعض العلماء إلى أنه لو كانت هناك حضارة أرقى قليلا فقط من حضارتنا لأمكن لأصحابها إرسال مركبات كشفية روبوتية (خالية من البشر وتعمل آليا) تجوب جميع أنحاء المجرة في بضعة ملايين من السنين - وهذا زمن قصير بالنسبة لعمر المجرة. ولكننا لم نكتشف حتى الآن أي دليل مقنع يدل على قدوم مخلوقات من خارج الأرض لزيارتنا. ولا يأمل العلماء كثيرا أن يكتشفوا حياة في الكون. ولكن هذا لم يمنعهم من محاولة البحث عنها. و«البحث عن ذكاء خارج الأرض» مجال مثير جدا من مجالات علم الفلك - لأن اكتشاف حياة مختلفة في طبيعتها عن حياتنا، من شأنه أن يكون أهم حدث في تاريخ البشرية.

هل هو كون مفعم بالحياة؟

يستطيع علماء الفلك تعيين عدد الحضارات الموجودة حاليا في مجرة الطريق اللبني، حتى أدناه، عدد النجوم الموجودة في المجرة ربما ما قد يكون لها من كواكب شبيهة بالأرض وقد تكون صالحة لدعم الحياة. وتحتوي مجرة درب التبانة على ما لا يقل عن 200 بليون نجم آخر. وحتى لو وجدت كواكب قبل يعني ذلك وجود حياة بالضرورة؟ إن جميع الكواكب الأخرى في مجموعتنا الشمسية عدوانية إلى أبعد حد - وحتى المريخ وهو أشبهها بالأرض ليست به أدنى بارقة توحي بوجود حياة. ولقد توصل بعض العلماء إلى أنه لو كانت هناك حضارة أرقى قليلا فقط من حضارتنا لأمكن لأصحابها إرسال مركبات كشفية روبوتية (خالية من البشر وتعمل آليا) تجوب جميع أنحاء المجرة في بضعة ملايين من السنين - وهذا زمن قصير بالنسبة لعمر المجرة. ولكننا لم نكتشف حتى الآن أي دليل مقنع يدل على قدوم مخلوقات من خارج الأرض لزيارتنا. ولا يأمل العلماء كثيرا أن يكتشفوا حياة في الكون. ولكن هذا لم يمنعهم من محاولة البحث عنها. و«البحث عن ذكاء خارج الأرض» مجال مثير جدا من مجالات علم الفلك - لأن اكتشاف حياة مختلفة في طبيعتها عن حياتنا، من شأنه أن يكون أهم حدث في تاريخ البشرية.

الهدف الحقيقي لرحلة المكوك الفضائي كولومبيا STS-61 في ديسمبر 1990 هو تصحيح مرآة تلسكوب هابل الفضائي. وقد أطلق التلسكوب الفضائي في أبريل 1990 ولكن سرعان ما اكتشف العلماء أن المرآة الرئيسية للتلسكوب بها عيب. وقد تم تصحيح هذا العيب بنجاح في ديسمبر 1993 بواسطة رواد فضاء من مكوك الفضاء إندفور. وقد تم إطلاق هابل في مدار على ارتفاع 600 كيلومتر فوق سطح الأرض. وهو يدور حول الأرض مرة كل 97 دقيقة. ويحمل التلسكوب مرآة رئيسية قطرها 2.4 متر وثلاثة أجهزة علمية. وقد تم تصميم هابل لكي يعمل لمدة 15 سنة على الأقل. وقد تم تصميم هابل بحيث يمكن إصلاحه وتحديثه بواسطة رواد الفضاء.

خطوة قصيرة واحدة

إنا لم نذهب بعيدا عن الحياة في الكون. لقد مشى أنا وشريكي على القمر، وأقمنا سورا، ربما قصيرا قليلا، يحيط بالمنصات التي [384,400] كيلو متر فقط. وإذا قارنا بين القمر والمريخ، فإن المريخ، وهو في أقرب موضع له، يبعد عنا مسافة ستزيد [90] ضعف المسافة إلى القمر، والرحلة إليه ستعود علينا على الأقل بعد وعدا. والعلماء يعلمهم القيام بالبحث عن الحياة بالتحول أولا مما تعود به المركبة الروبوتية، ولكن عندما يتعلق الأمر بالمكان الذي يذهب العلماء إلى علم نجمية أخرى للبحث عن الحياة، يمكن أن الرحلة أن ستعود أخبارا كثيرة أخرى إذا استخدمت المركبات الفضائية الحالية.

رسالة إلى المجهول

إن إيداعنا للمعلمات الأثيرة إلى عالم الغيب، أي رسالة، أرسيد هي في طريقها الآن إلى M13، العنقود الكروي في هذا العنقود الشمس. وليس لدى الكائنين أن نعلن على وجود هذه الرسالة هناك. ولكن لا بد أن يكون هناك احتمال إذا تعلمت أن بالمجموع [40,000] عام. والرسالة مكتوبة من مجموعة مختلفة من 1679 أحرا بالتوصل والتقطيع، أي أحرا ذاتيا يستطيع الغريب تفاديع في أي وضعيات، تعليمها إلينا، صورة (أنظر صفحة 62) وهي تعني، إلى جانب أمور أخرى، مقدما العدد، أي أساس الجهات. وربما مخطط لشكل الإنسان والشكل، أرسيد، ومكان الأرض في المجموعة الشمسية، والرسالة ليست مجاولة هادئة للتواصل، ولكنها تعبير للتعبير إلى أعلى قد يجعله الغرباء في المجالات.

لوحة تذكارية على القمر

لوحة تذكارية على القمر، 20 الأعضاء لوحة تذكارية تحمل على رحلة قد مهمة أبولو 11 من البشر إلى عالم آخر. وقد وضع طاقم الهبوط الطريق على الرحلة وهو نيل أرمسترونج وبز ألدرين وقائد الكوكب مايكل الولايات المتحدة ريتشارد نيكسون

الخطوة التالية

لقد استكشفنا الآن جميع الكواكب وأقمارها من قرب ما عدا بلوتو. ولا يظهر أن هناك من يعيرنا أي اهتمام على وجود حياة. ولا بد من وجود الكوكبين تكون الأماكن التي نرتكز عليه الأبناء لعدة، فهو العنصر الوحيد الذي يمكنه تكوين من العديد المعقدة. والعنوان الأساسي الآخر هو أدلة إثبات الوجود الكيميائية التي نرى، عندما تعتقد الحياة بأنواعه. وأدناه في المجموعة الشمسية يوجد على الأرض فقط. وهناك أربع مركبات فضائية تغادر الآن المجموعة الشمسية، ستعطوف ذاهبة لتجربة وجود ما، وهي تحمل رسائل من الأرض لتطلع عليها الغرباء إذا ما عثروا عليها. فالمركبتان بيونير 10 و11، ليهما أربعة مجلات عليها الرسالة إيجازا لما. فوييجر 1 و2، فتحملان تسجيلات للكثير من الأصوات المعادة على الأرض، بما في ذلك رسائل مكتوبة بخمس وخمسين لغة (بحتا).

من المدار إلى القمر الواقع

لقد سجل القمر الصناعي هابل، بدءا من ربيع 1990 في المدار على ارتفاع 600 كيلومتر فوق سطح الأرض، أكثر من 15 ألف صورة رائعة. وقد التقطت هذه الصورة في ديسمبر 1993 بواسطة رواد فضاء من مكوك الفضاء إندفور. وقد تم تصحيح عيب في المرآة الرئيسية للتلسكوب هابل الفضائي. وقد تم إطلاق التلسكوب في أبريل 1990 ولكن سرعان ما اكتشف العلماء أن المرآة الرئيسية للتلسكوب بها عيب. وقد تم تصحيح هذا العيب بنجاح في ديسمبر 1993 بواسطة رواد فضاء من مكوك الفضاء إندفور. وقد تم إطلاق هابل في مدار على ارتفاع 600 كيلومتر فوق سطح الأرض. وهو يدور حول الأرض مرة كل 97 دقيقة. ويحمل التلسكوب مرآة رئيسية قطرها 2.4 متر وثلاثة أجهزة علمية. وقد تم تصميم هابل لكي يعمل لمدة 15 سنة على الأقل. وقد تم تصميم هابل بحيث يمكن إصلاحه وتحديثه بواسطة رواد الفضاء.

لوحة لمدة الظاهرة الغريبة

إن الغريب الذي يعلن على الأرض الذي يعلن على الأرض هذه اللوحة التي صممتها أبولو. ويوجد في منتصف اللوحة خريطة، ويوجد بجانبها الموضع الذي تكون من المفيد أن من مناطق الشمس منها. وفي هذا الموضع الإنساني يظهر من

رسالة الرسميو

الكون في رسالة الأرض التي في M13 من 1679 أحرا بالرسم والتقطيع. وقد تم إرسال رسالة بالفضاء عام 1974 في اتجاه العنقود الكروي M13 الذي يحتوي على ما يقرب من مليون نجم. وتستغرق الرسالة 25 ألف سنة لتصل إلى وجهتها.

إشعار وجودنا

إنا نواصل إشعار وجودنا عن عمر نفسه منذ بدايات عديدة. فالتجربات الراديوية التي تعمل برنامجها الإذاعة والتلفزيونية ليست مخصصة في الأرض. فهي تذهب إلى الفضاء وتنتشر خلال مجرة بسرعة تساوي سرعة الضوء. فموجات البرامج الإذاعية الأولى في الخمسينيات من هذا القرن، تجاوزت الآن مجموع النجوم التي تقع في حدود 70 سنة ضوئية من الشمس. في حين أن الإشارات التي تعمل البرامج التلفزيونية الأولى قطعت حتى الآن مسافة تقرب 50 سنة ضوئية. ولا بد أن تكون النظم الشمسية الواقعة على مسافات قرب من هذه المسافة قد التقطت رسائل أخرى. لكنك التي من الأرض ويتوقعون التلفزيون. لكن فحتما حتى تشرح في عام 1950، وهي الفوائل عدة يمكن للتلفزيونات الراديوية الأرضية التقاط رسائل إذاعية مصرية من الوثائق عدن هذا بعد أخرى، وبالتالي أنه تكتشف أيا منها حتى الآن.

الكشــــاف

أ

[illegible]

ب

[illegible]

ت

[illegible]

ث

[illegible]

ج

[illegible]

ح

[illegible]

خ

[illegible]

د

[illegible]

ذ

[illegible]

ر

[illegible]

ز

[illegible]

س

[illegible]

ش

[illegible]

ص

[illegible]

ط

[illegible]

ع

[illegible]

ف

[illegible]

ق

[illegible]

ك

[illegible]

ل

[illegible]

م

[illegible]

ن

[illegible]

هـ

[illegible]

و

[illegible]

ي

[illegible]

\book100100