

مدخل الى علم الفلك

أفكار أساسية للتعرف على علم الفلك



مدخل الى علم الفلك

أفكار أساسية للتعرف على علم الفلك

تأليف

جواو ريتري (معهد الفيزياء الفلكية وعلوم الفضاء ، البرتغال) ، بيدرو روسو (جامعة لايدن ، هولندا) ، هيونجو لي (مركز سميثسونيان لتعليم العلوم ، الولايات المتحدة الأمريكية) ، إدواردو بنتيادو (متحف علم الفلك، البرازيل) ، سعيد سالمبور (جامعة ديكن ، أستراليا) ، مايكل فيتزجيرالد (جامعة إديث كوان ، أستراليا) ، جايا رامشانداني (قصة المؤسسة) ، ماركوس بوسسيل (ألمانيا) ، سيسيليا سكورزا (جامعة لودفيغ ماكسيميليان في ميونيخ، ألمانيا) ، لارس ليندبرج كريستنسن (المرصد الجنوبي الأوروبي) ، إريك أرنرز (جامعة لايدن، هولندا) ، ستيفن بومبيا (الولايات المتحدة الأمريكية) ووتر فريير (جامعة لايدن ، هولندا)

التصميم

أنيتا مارغراف دروك (العلوم الآن / جامعة لايدن)

التسويق

أنيتا مارغراف دروك (العلوم الآن / جامعة لايدن) وكارمن مولرثان (بيت الفلك / مكتب علم الفلك للتعليم)

ترجمة

د. علي عبد الستار العذاري- قسم الفيزياء-كلية العلوم-جامعة المثنى -العراق

ISBN: 978-94-91760-23-5

الترخيص : Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)



شكر وتقدير

إسماعيل ترينو (معهد الفيزياء الفلكية وعلوم الفضاء) ، بيدرو فيجويرا (المرصد الجنوبي الأوروبي) ، سيرجيو بيريرا (معهد الفيزياء الفلكية وعلوم الفضاء) ، مونكا بوبرا (جامعة ستانفورد) ، بيبرو بينفونوتي (جامعة بادوفا) وروي بيشوب (جامعة أكاديا) للملاحظات التي إيدوها على هذه النسخة. يقر جواو ريتري بالدعم المالي من مؤسسة العلوم والتكنولوجيا البرتغالية من خلال المنح البحثية (3102/43440/SIF/DIU and TCG-90-7102AI). يقر بيدرو روسو بدعم مشروع (NAOJ Sokendai) «محو الأمية الفلكية» الذي نسقه البروفيسور الدكتور هيبيكو أغاتا. نود أيضاً أن نشكر كل من ساهم بإرسال ملاحظاته على هذا الكتاب.

محو الأمية الفلكية

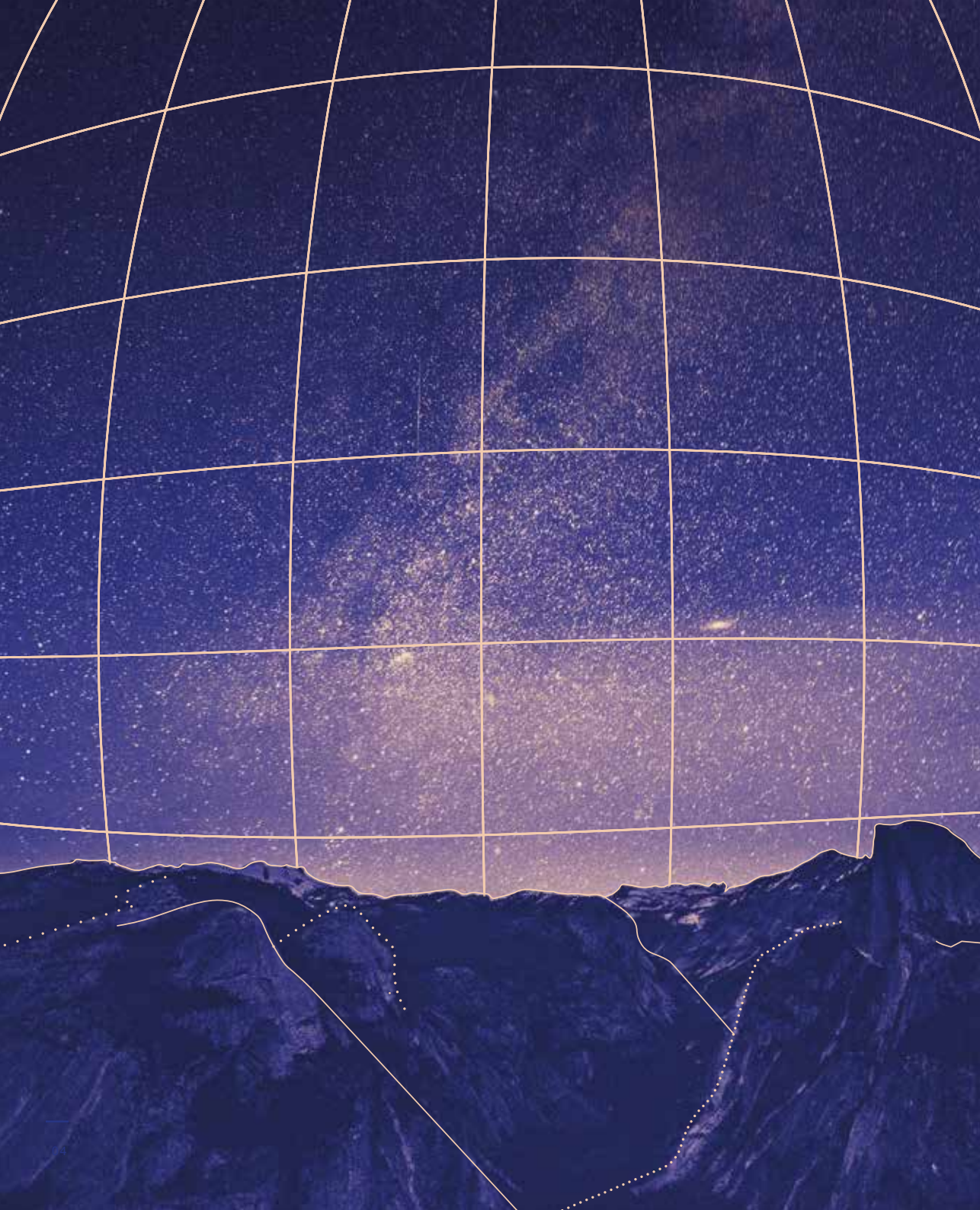
هو مشروع من قبل مرصد لايدن ، جامعة لايدن (هولندا) ومعهد الفيزياء الفلكية وعلوم الفضاء (البرتغال) في إطار لجنة الاتحاد الفلكي الدولي (1:C) الفريق العامل المعني بمحو الأمية وتطوير المناهج الدراسية.

لجنة الاتحاد الفلكي الدولي (1C) التعليم الفلكي والتنمية
الرئيس: باولو بريفونس

مجموعة محو الأمية وتطوير المناهج في الاتحاد الفلكي الدولي (1C)
الرئيس: روبرت هولو

مدخل الى علم الفلك هو مشروع تابع لمكتب اتحاد الفلك الدولي (UAI) للتوعية الفلكية.





قائمة المحتويات

أفكار أساسية	06
المقدمة	08
مقدمة مختصرة عن بعض الأفكار الأساسية في علم الفلك	10
نظرة عامة	12
الفلك: أحد أقدم العلوم في تاريخ البشرية	18
الظواهر الفلكية في حياتنا اليومية	22
السماء ليلاً: جميلة وحيوية	26
علم الفلك: هو العلم الذي يدرس الأجرام السماوية والظواهر في الكون	30
علم الفلك يحفز على تطوير التكنولوجيا	34
علم الكون (الكوزمولوجي) هو علم استكشاف الكون ككل	38
نحن نعيش على كوكب صغير داخل المجموعة الشمسية	44
النجوم هي مصانع لانتاج العناصر	48
توجد مئات مليارات المجرات في الكون	54
قد لا نكون وحدنا في هذا الكون	60
يجب المحافظة على الأرض: منزلنا الوحيد في الكون	64

أفكار أساسية

1

الفلك: أحد أقدم العلوم في تاريخ البشرية

2

الظواهر الفلكية في حياتنا اليومية

3

السماء ليلاً: جميلة وحيوية

4

علم الفلك: هو العلم الذي يدرس الاجرام السماوية
والظواهر في الكون

5

علم الفلك يحفز على تطوير التكنولوجيا

علم الكون (الكوزمولوجي) هو علم استكشاف الكون
ككل

6

نحن نعيش على كوكب صغير داخل المجموعة الشمسية

7

النجوم هي مصانع لانتاج العناصر

8

توجد مئات مليارات المجرات في الكون

9

قد لا نكون وحدنا في هذا الكون

10

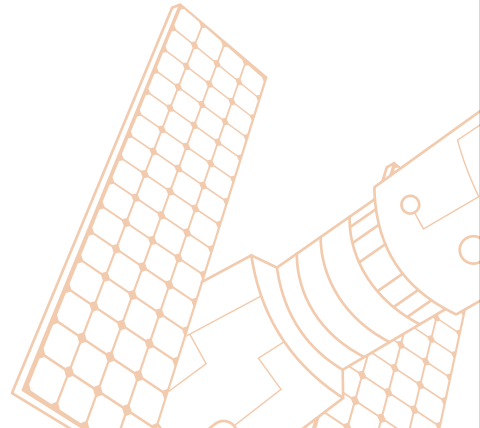
يجب المحافظة على الارض: منزلنا الوحيد في
الكون

11

المقدمة

علم الفلك للجميع

هو الشعار الذي يرفعه مكتب التوعية الفلكية في اتحاد الفلك الدولي (Union International Astronomical (IAU)). إذا كانت كلمة «لجميع» مصطلحاً واسعاً جداً لتحديد الفئة المستهدفة، فإن «علم الفلك» كمصطلح علمي هو واسع جداً أيضاً. يناقش هذا الكتاب «مدخل الى علم الفلك»، القضية التالية: ما الذي يجب أن يعرفه الناس العاديون عن علم الفلك؟ بمعنى آخر يهدف هذا الكتاب الى القضاء على الأمية في أساسيات علم الفلك عند الطبقة المتعلمة. المواضيع التي وضعت في هذا الكتاب لم يتم اختيارها بشكل عشوائي وإنما جاءت من خلال العديد من المناقشات والاجتماعات وورش العمل، حيث تعتبر خارطة طريق لمحو الأمية في هذا العلم. يحدد هذا الكتاب الأفكار الأساسية والمفاهيم المهمة التي يجب أن يعرفها جميع المواطنين عن علم الفلك، هذا العلم الذي يعتبر احد اقدم العلوم البشرية على الإطلاق. تعتمد فكرة هذا الكتاب على المشروع الرائد الذي طرحته الجمعية الامريكية لتقدم العلوم (AAAS Advancement of Science (American Association for the Advancement of Science) المرقم 2061. بدأ مشروع AAAS 2061 في عام 1986، وهو العام الذي مر فيه مئذنب هالي بالقرب من الأرض. لقد اهتمت الجمعية الامريكية لتقدم العلوم AAAS بالنتائج التي سيتركها مرور هذا المذنب على الأطفال وعلاقتهم بالظواهر الفلكية الطبيعية. ما هي التغييرات العلمية والتكنولوجية التي سيشاركونها ايضاً في حياتهم؟ كيف يمكن للتعليم الذي يتلقونه ان يهيئهم لـ: فهم طريقة عمل الكون؛ التفكير الناقد والمستقل، عيش حياة منتجة في ظل ثقافة تُبنى بشكل متزايد بواسطة العلم والتكنولوجيا؟ كما تتوسع هذه المواضيع لتشمل المصطلحات العلمية الاخرى تمثل: محو الأمية في علوم المناخ، محو الأمية في علوم الأرض، محو الأمية في المحيطات، والأفكار الكبيرة للعلوم. يقدم هذا الكتاب إحدى عشر فكرة أساسية، ويتوسع فيها من خلال الافكار الفرعية والمعلومات الاضافية. تم تصميم هذا الكتاب بالاتفاق مع اختصاصيي التدريس وعلماء الفلك، حيث يعتبر كتاب ارشادي لتحديد المواضيع التي يجب تناولها في التدريس او الدورات التدريبية او انشطة التوعية او تنمية الموارد. ومع ذلك، يبقى هذا الكتاب مستنداً ديناميكياً قابلاً للتطوير، لذلك نرحب بالتعليقات والملاحظات التقويمية من المجتمع الفلكي واختصاصي تدريس العلوم.



الخطوة التالية

خطوتنا التالية هي مواصلة تطوير هذا الكتاب، من خلال إجراء بحث استقصائي للتحقق من ان هذا الكتاب يلبي متطلبات محو الأمية في علم الفلك، بعد ذلك، سوف نعمل على:

- تطوير المناهج الدراسية لتنماشى مع المواضيع التي طرحت في هذا الكتاب.
- تطوير أدوات التقييم لهذه المواضيع.
- أستخدام وسائل الايضاح وتطويرها.
- تطوير اساليب وادوات التدريس لدى اساتذة علم الفلك.
- تقارير متابعة مستمرة.

تضع الخطة الاستراتيجية للاتحاد الفلكي الدولي للفترة 2020-2030 التعليم الفلكي في صميم المسعى العالمي للقضاء على الامية في علم الفلك. حيث حدد اتحاد الفلك الدولي (IAU) هدفاً يتمثل في البدء بتدريس علم الفلك في المدارس كدروس مستقلة عن علم الفيزياء. نأمل أن يسهم هذا الكتاب في تحقيق هذا الهدف وأن يكون الخطوة الاولى في مشوار محو الأمية الفلكية.

مقدمة المترجم

يسرني ان اقدم للقارئ العربي هذا الكتاب الذي عمل على تأليفه مجموعة كبيرة من الفلكيين والمختصين في تدريس هذا العلم المنسي في وطننا العربي.

يعتبر هذا الكتاب مقدمة تعريفية مبسطة لجميع المواضيع المتعلقة بعلم الفلك والتي تم اختيارها بشكل دقيق ومدرس لمحو الامية الفلكية في جميع دول العالم. لايحتوي الكتاب على اي معادلة رياضية او ارقام معقدة فهو موجه لعامة الناس وبجميع مستوياتهم واختصاصاتهم.

ومن الله التوفيق

د. علي عبد الستار
تموز 2021
بغداد-العراق

مقدمة مختصرة عن بعض الافكار الاساسية في علم الفلك

بقلم بيدرو روسو

هذا المقال نشر في الأصل
في مجلة الأخبار البرتغالية
في 3 كانون الثاني 2102

علم الفلك هو العلم الذي يدرس أصل وتطور الكون وكل شيء فيه. يبدو هذا التعريف بسيطاً، لكن الكون مكان شاسع، مليء بالأجرام السماوية الرائعة من جميع الأحجام والأشكال والأعمار، والظواهر المدهشة.

كجزء من التاريخ الثقافي والعلمي للبشرية، أحدث علم الفلك ثورة متكررة في طريقة تفكيرنا، والطريقة التي نرى بها عالمنا ومكانتنا في الكون الأكبر. في الماضي، استُخدم التقدم في علم الفلك في التطبيقات العملية مثل قياس الوقت أو التنقل في المحيطات الشاسعة. اليوم، أصبحت نتائج التطور العلمي والتكنولوجي في علم الفلك والمجالات ذات الصلة لاغنى عنها في حياتنا اليومية مثل: أجهزة الكمبيوتر، الأقمار الاصطناعية للاتصالات، أنظمة الملاحة، الألواح الشمسية والإنترنت اللاسلكي والعديد من التطبيقات التكنولوجية الأخرى.

مثل أي علم آخر، فإن علم الفلك يحقق تقدماً نتيجة لتراكم المعرفة. في بعض الأحيان يتسارع التقدم بشكل مطرد من خلال الاختراقات المفاجئة في التكنولوجيا والفكر، مثل الفكرة الثورية عن مركزية الشمس في النظام الشمسي ونموذج الانفجار الكبير. يروي نموذج الانفجار الكبير قصة تطور الكون. منذ حوالي 41 مليار عام، كان «الكون» المولود حديثاً صغيراً وساخنًا بلا حدود. أدى التوسيع المفاجئ والمستمر والتبريد اللاحق إلى تكوين اللبنة الأساسية للجسيمات الذرية ودون الذرية، والتي سمحت بتكوين المجرات والنجوم والكواكب والحياة في نهاية المطاف. يعتقد علماء الفلك، استناداً إلى الارصاد التي تمت حتى الآن، أن توسع الكون ناتج عن شكل غامض من الطاقة يسمى الطاقة المظلمة.

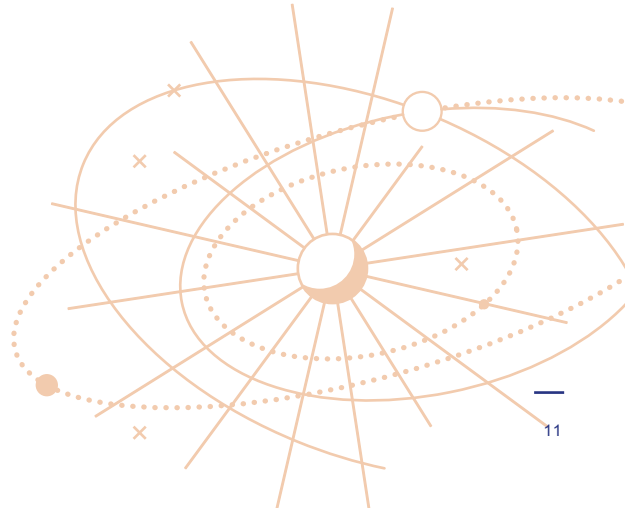
إذا نظرنا إلى السماء في ليلة مظلمة، فسوف نرى مجموعة من الاضواء تنتقل عبر السماء. جميع النجوم التي نراها في السماء هي جزء من المجرة التي نعيش فيها، والتي تسمى مجرة درب التبانة. تتشكل المجرات غالباً في مناطق تكون على شكل خيوط أو كتل في هذا الكون الشاسع. تحوي مجرتنا على مئات المليارات من النجوم، ونجمتنا التي نعرف باسم (الشمس) واحدة منها، هي مثل حبة رمل على شاطئ. تتحرك هذه النجوم بشكل متناغم وفقاً لقوانين الجاذبية الطبيعية حول مركز المجرة حيث يوجد ثقب أسود وحشي يعمل على التهامها بهدوء.

على الرغم من أن شمسنا تعتبر نجمة شابة نسبياً، إلا أنها كانت تتمتع حتى وقت قريب بمكانة خاصة بالنسبة لنا نحن البشر: لقد كانت النجمة الوحيدة التي تحيط بها الكواكب. أما اليوم وبطور تقنيات الرصد فنحن نعلم بوجود الآلاف النجوم التي تدور حولها الكواكب التي تدعى بـ «الكواكب الخارجية». تشير

التقديرات إلى أن أكثر من 20% من النجوم التي تشبه شمسنا تدور حولها كواكب - بعضها مشابه للأرض. العديد من هذه الكواكب صغيرة وتدور حول نجومها بمسافة مناسبة، مما يسمح بوجود الماء السائل، وبالتالي ربما الحياة.

ولكن من ماذا مصنوع الكون؟ الأشياء التي يمكننا رؤيتها - الكواكب والنجوم والمجرات - كلها مصنوعة من الذرات، ولكن هناك شيء آخر، شيء واسع وغريب وغامض، ولا أحد يعرف ما هو. من المتوقع أن تدور النجوم حول مركز المجرات بطريقة مماثلة لطريقة دوران الكواكب حول الشمس، أي أن أقرب الكواكب إلى الشمس تتحرك أسرع من الكواكب الأبعد. لكن هذا لا يحدث في النجوم، لأن النجوم الموجودة في المجرات تدور بشكل أو بآخر بنفس السرعة حول مركز المجرة. يجب أن يكون هناك شيء نحن غير قادرين على رؤيته هو الذي يبقي النجوم تدور بهذه الطريقة. هذا «الشيء» يطلق عليه علماء الفلك أسم «المادة المظلمة». تشير التقديرات إلى أن ما يمكننا رؤيته ليس سوى جزء صغير جداً من الكون. عدا هذا الجزء الصغير فإن ما تبقى من الكون (الجزء الكبير) ليس مفهوماً جيداً ولم يتم رصده مباشرة حتى الآن !

علم الفلك لا يقتصر فقط على التقدم العلمي أو التطبيقات التكنولوجية فهو يعطينا الفرصة لتوسيع آفاقنا المحدودة، واكتشاف جمال وعظمة الكون ومكاننا فيه. وهذا الرأي، الذي يشار إليه عادة باسم «المنظور الكوني»، هو أحد أهم إسهامات علم الفلك في البشرية.



نظرة عامة



الفلك: أحد أقدم العلوم في تاريخ البشرية

1

- 1.1 النظر الى السماء وما تتبعه من رصد لحركات الشمس والكواكب مثلت واحدة من أولى محاولات فهم العالم الطبيعي.
- 1.2 تخيلت الحضارات القديمة ان بعض التجمعات النجمية تتخذ اشكالاً معينة في السماء ليلاً واعطتها اسماء مشتقة من بيئتها (مثل الدب الاكبر، الثور...الخ).
- 1.3 علم الفلك كان يمثل الهاماً في الحضارات القديمة لذلك كان حاضراً في فن وثقافة العديد منها.
- 1.4 ساهم علم الفلك بتطوير المعارف المتعلقة بضبط الوقت، وهي ضرورية للزراعة قديماً.
- 1.5 كان علم الفلك مهماً في السفر والتنقل في الماضي.
- 1.6 علم الفلك ، يتميز عن التنجيم ، باستخدامه الطرق العلمية.
- 1.7 بعض الحضارات السابقة كانت تعتقد بأن الأرض هي مركز الكون.
- 1.8 قدم كوبرنيكوس فكرته الثورية التي جعلت الشمس مركزاً لنظامنا الشمسي بدلاً من الارض.
- 1.9 قام الفلكيون بأول عمليات رصد منهجية في علم الفلك باستخدام التلسكوب، منذ أكثر من 400 عام.
- 1.10 الأرض كروية الشكل تقريباً، وقد تم اثبات ذلك منذ عدة قرون بواسطة العديد من الطرق المختلفة.

الظواهر الفلكية في حياتنا اليومية

2



- يحدث الليل والنهار بسبب دوران الأرض حول نفسها. 2.1
- تحدث المواسم الأربعة بسبب ميل محور دوران الأرض أثناء حركتها حول الشمس خلال سنة. 2.2
- نرى مراحل مختلفة من القمر طوال فترة دورته. 2.3
- تحدث ظاهرتي الخسوف والكسوف بسبب تراصف الأرض، الشمس والقمر على خط مستقيم واحد. 2.4
- ظاهرتي المد والجزر هي نتيجة لجاذبية الشمس والقمر. 2.5
- ضوء الشمس ضروري لمعظم أشكال الحياة على الأرض. 2.6
- الجسيمات القادمة من الشمس إلى الأرض تسبب ظاهرة الشفق القطبي. 2.7
- التكنولوجيا التي تم تطويرها للأبحاث الفلكية هي جزء من حياتنا اليومية. 2.8



السماء ليلاً: جميلة وحيوية

3

- يمكننا أن نرى آلاف النجوم بالعين المجردة في ليلة صافية ومظلمة. 3.1
- يمكن استخدام النجوم في السماء ليلاً كدليل للتنقل على الأرض. 3.2
- محور دوران الأرض يتحرك حركة دائرية متغيرة حول محور يسمى محور المبادرة (Precesses) على مدى آلاف السنين. 3.3
- يوجد عدد قليل فقط من الأجرام السماوية التي تكون لامعة بما يكفي ليتم رؤيتها بالعين المجردة عندما تكون الشمس فوق الأفق. 3.4
- الأجرام السماوية تشرق من جهة الشرق وتغرب من جهة الغرب بسبب دوران الأرض حول نفسها. 3.5
- تتألف النجوم بسبب وجود الغلاف الجوي. 3.6
- ملايين الشهب والنيازك تدخل الغلاف الجوي للأرض يومياً. 3.7

علم الفلك: هو العلم الذي يدرس الاجرام السماوية والظواهر في الكون

41

×

×

الضوء (أو الإشعاع الكهرومغناطيسي) هو المصدر الرئيسي للمعلومات والدراسات الفلكية.

4.1

الجاذبية هي القوة المهيمنة في الكون، ويمتد تأثيرها على نطاق واسع.

4.2

موجات الجاذبية والجسيمات دون الذرية توفر طرقاً جديدة لدراسة الكون.

4.3

يستخدم علم الفلك البيانات التي تم الحصول عليها من عمليات الرصد والمحاكاة لنماذج الظواهر الفلكية في إطار النظريات الحالية.

4.4

تجمع الأبحاث الفلكية بين المعارف المختلفة مثل الفيزياء، الرياضيات، الكيمياء، الجيولوجيا والاحياء.

4.5

ينقسم علم الفلك إلى عدد من التخصصات الفرعية الأخرى

4.6

مقاييس الوقت والمسافة المستخدمة في علم الفلك أكبر بكثير من تلك التي نستخدمها في حياتنا اليومية.

4.7

يعتبر التحليل الطيفي تقنية مهمة تتيح لنا استكشاف الكون من مسافة بعيدة.

4.8

علم الفلك يحفز على تطوير التكنولوجيا

5

×

تعتبر التلسكوبات وأجهزة الكشف أدوات مهمة لدراسة علم الفلك.

5.1

يمكن ربط بعض التلسكوبات معاً لتعمل كتلسكوب واحد كبير.

5.2

تتواجد المراصد الفلكية على الأرض وفي الفضاء.

5.3

غالباً ما توجد المراصد الفلكية الأرضية في المناطق النائية في جميع أنحاء العالم.

5.4

يعتبر علم الفلك اليوم من «العلوم الكبيرة» ذات «البيانات الضخمة».

5.5

في علم الفلك تتطلب عمليات المحاكاة المعقدة وتحليل البيانات الضخمة تطوير أجهزة كمبيوتر عملاقة قوية.

5.6

علم الفلك هو علم عالمي ، مع فرق أبحاث دولية ، تتبادل البيانات والمنشورات فيما بينها مجاناً.

5.7

تم إطلاق العديد من المركبات الفضائية لدراسة النظام الشمسي.

5.8

علم الكون (الكوزمولوجي) هو علم استكشاف الكون ككل

6

- 6.1 يبلغ عمر الكون حوالي 13.8 مليار سنة.
- 6.2 الكون متجانس ومتساوي الخواص.
- 6.3 نحن نرصد الماضي دائماً.
- 6.4 نستطيع رصد جزء صغير فقط من الكون الكلي.
- 6.5 يتكون الكون بشكل رئيسي من الطاقة المظلمة والمادة المظلمة.
- 6.6 الكون يتوسع بمعدل متسارع.
- 6.7 توسع الفضاء يسبب ظاهرة الزحزحة نحو الاحمر في ضوء المجرات البعيدة.
- 6.8 يبدو أن القوانين الطبيعية (مثل الجاذبية) التي ندرسها على الأرض تعمل بنفس الطريقة في جميع أنحاء الكون.
- 6.9 في القياسات الكبيرة يتكون الكون من خيوط والواح وفراغات.
- 6.10 يتيح لنا إشعاع الخلفية الكونية المايكروني استكشاف الكون المبكر.
- 6.11 يمكن تفسير تطور الكون من خلال نموذج الانفجار العظيم.

نحن نعيش على كوكب صغير داخل المجموعة الشمسية

7

×

- 7.1 تشكل النظام الشمسي قبل حوالي 4.6 مليار سنة.
- 7.2 يتكون النظام الشمسي من الشمس والكواكب والأقمار والمذنبات والكويكبات والنيازك.
- 7.3 هناك ثمانية كواكب في نظامنا الشمسي.
- 7.4 هناك العديد من الكواكب القزمة في نظامنا الشمسي.
- 7.5 تنقسم الكواكب إلى كواكب أرضية (صخرية) وعملاقة غازية.
- 7.6 بعض الكواكب لديها العشرات من الأقمار الطبيعية.
- 7.7 الأرض هي الكوكب الثالث الذي يدور حول الشمس ، وله قمر طبيعي واحد يدعى القمر.
- 7.8 هناك الملايين من الكويكبات، وهي بقايا من التكوين المبكر لنظامنا الشمسي.
- 7.9 المذنب هو جسم جليدي يكتسب ذيلاً عندما ترتفع درجة حرارته بواسطة الشمس.
- 7.10 تسمى حدود النظام الشمسي بحافة الغلاف الشمسي.

×

×

النجوم هي مصانع لإنتاج العناصر



- 8.1 النجم هو عبارة عن جسم مضاء ذاتياً يولد طاقته عن طريق التفاعلات النووية الداخلية.
- 8.2 تتشكل النجوم داخل سحب ضخمة من الغبار والغاز.
- 8.3 أقرب نجم إلى الأرض هي الشمس.
- 8.4 الشمس نجمة ديناميكية.
- 8.5 يخبرنا لون النجم عن درجة حرارته السطحية.
- 8.6 الفضاء ما بين النجوم يمكن أن يكون شبه فارغ أو أن يحتوي على سحب من الغاز والغبار التي بإمكانها أن تنتج نجوم جديدة.
- 8.7 دورة حياة النجوم تعتمد بشكل كبير على كتلتها الأولية.
- 8.8 من الممكن أن تنتهي النجوم الضخمة دورة حياتها كثقوب سوداء.
- 8.9 تولد النجوم الجديدة وأنظمتها الكوكبية من المادة التي خلفتها النجوم السابقة في تلك المنطقة.
- 8.10 يتكون جسم الإنسان من ذرات تكونت داخل النجوم المبكرة.



توجد مئات مليارات المجرات في الكون



- 9.1 المجرة هي نظام كبير من النجوم والغبار والغاز.
- 9.2 المجرات تحتوي على كميات كبيرة من المادة المظلمة.
- 9.3 تكوين المجرة هي عملية تطورية.
- 9.4 توجد ثلاثة أنواع رئيسية من المجرات: الحلزونية و الإهليلجية وغير المنتظمة الشكل.
- 9.5 نحن نعيش في مجرة حلزونية الشكل تسمى درب التبانة.
- 9.6 تنشأ الأذرع الحلزونية للمجرات بواسطة أكوام من الغاز والغبار.
- 9.7 معظم المجرات لها ثقب أسود هائل في مركزها.
- 9.8 المجرات يمكن أن تكون بعيدة جداً عن بعضها البعض.
- 9.9 المجرات تشكل عناقيد مجرية.
- 9.10 المجرات تؤثر على بعضها البعض بواسطة الجاذبية.



قد لا نكون وحدنا في هذا الكون

10

- 10.1 تم اكتشاف جزيئات عضوية خارج الأرض.
- 10.2 بعض الكائنات الحية تمكنت من البقاء على قيد الحياة في بيئات قاسية على سطح الأرض.
- 10.3 الآثار المحتملة للماء السائل تُشير الى امام إمكانية وجود حياة بدائية على سطح المريخ.
- 10.4 بعض الأقمار (التوابع) في نظامنا الشمسي تمتلك الظروف الملائمة لوجود الحياة.
- 10.5 هناك العديد من الكواكب تسمى بـ «الكواكب الخارجية» ، والتي تدور حول نجوم أخرى غير الشمس.
- 10.6 الكواكب الخارجية يمكن أن تكون متنوعة للغاية وغالباً ما توجد في نظم كوكبية.
- 10.7 نحن الآن على وشك اكتشاف كوكب يشبه الأرض.
- 10.8 العلماء يبحثون عن حياة ذكية خارج الأرض.

يجب المحافظة على الارض: منزلنا الوحيد في الكون

11

- 11.1 لا يقتصر تأثير التلوث الضوئي على البشر وإنما يشمل الحيوانات والنباتات كذلك.
- 11.2 الكثير من الانقراض الناتجة عن الانشطة البشرية تدور حول الارض.
- 11.3 نحن نراقب الأجسام الفضائية التي يحتمل أن تكون خطيرة.
- 11.4 البشر يؤثرون بشكل كبير على بيئة الأرض.
- 11.5 يتأثر المناخ والغلاف الجوي بشدة بالنشاط البشري.
- 11.6 من الضروري وجود منظور عالمي للحفاظ على كوكبنا.
- 11.7 يوفر لنا علم الفلك منظوراً كونياً فريداً يعزز وحدتنا كمواطنين على الأرض.

الفلك: أحد أقدم العلوم في تاريخ البشرية

1



الصورة في الصفحة اللاحقة تظهر لوحات كهوف ما قبل التاريخ في لاسكو (فرنسا) مجموعة من النقاط فوق الجزء الخلفي من الأرخص (ثور بري أوروبي مفترض) تشبه إلى حد ما عنقود الثريا النجمي.

المصدر: وزارة الثقافة / المركز الوطني لعصور ما قبل التاريخ / نوربرت أجولات



1.1

النظر الى السماء وما تبعه من رصد لحركات الشمس والكواكب مثلت واحدة من أولى محاولات فهم العالم الطبيعي.

تم توثيق أولى عمليات الارصاد الفلكية بواسطة الرسومات والقطع الأثرية التي أنشأها أنسان ما قبل التاريخ ، والتي تسجل ما رآوه في السماء. في الثقافات القديمة ، كان علم الفلك مرتبطاً بالمعتقدات الدينية والأساطير. تم استخدام الظواهر الفلكية لقياس الوقت ووضع التقاويم ، مما يسمح لهذه الثقافات بالتخطيط للأحداث اليومية والموسمية.

1.2

تخلت الحضارات القديمة ان بعض التجمعات النجمية تتخذ اشكالاً معينة في السماء ليلاً واعطتها اسماء مشتقة من بينتها(مثل الدب الأكبر، الثور،...الخ).

تسمى الأشكال في سماء الليل التي تتكون من خلال ربط النجوم باستخدام خطوط وهمية بـ « كوكبة نجمية». تم تعريف الأبراج الأولى من قبل الحضارات المبكرة. غالباً ما كانت هذه المجموعات المعروفة من النجوم مرتبطة بالقصص والأساطير من ثقافات قديمة مثل البابلية، المصرية، اليونانية، المايا والصينية. في علم الفلك الحديث ، تعتبر الأبراج مناطق محددة جيداً في السماء ، والتي تجمع بين كل من الأبراج القديمة وتلك المحددة في الفترة الزمنية بين القرن الخامس عشر الى الثامن عشر. كما حددت بعض الثقافات ، مثل السكان الأصليين الأستراليين والسكان الأصليين في أمريكا الجنوبية ، أنماطاً باستخدام الصور الظلية الداكنة في النطاق المضيء لدرب التبانة.

1.3

علم الفلك كان يمثل الهاماً في الحضارات القديمة لذلك كان حاضراً في فن وثقافة العديد منها.

على مر القرون ، استخدم الفنانون والشعراء والكتاب والعديد من المفكرين المبدعين سماء الليل إما كمصدر إلهام و / أو كمواضيع في أعمالهم. حيث يمكن رؤية الموضوعات الفلكية ممثلة في اللوحات والمنحوتات والموسيقى والأفلام والأدب. استخدمت هذه الأعمال الأشكال التي يمكن مشاهدتها في الليل للتواصل بشكل مباشر أو غير مباشر مع جوهر وجمال وغموض سماء الليل. بالتالي فإن عالمية الفن وارتباطه الوثيق بالثقافة يمكن ان تكون وسيلة قوية لجعل الناس يقدرون ليس فقط الجمال الفطري للأجسام السماوية والظواهر الفلكية، بل أيضاً المعرفة التي اكتسبناها عنها. وهذا يزيد من الاهتمام العالمي بعلم الفلك ويعزز التفاهم بين الثقافات من خلال مفهوم الوجود تحت سماء واحدة.

1.4

ساهم علم الفلك بتطوير المعارف المتعلقة بضبط الوقت، وهي ضرورية للزراعة قديماً.

احد اسباب اهتمام الثقافات القديمة بدراسة و تطوير علم الفلك هو زيادة دقة التقويمات الزراعية. وكمثال على ذلك ، طور المصريون تقويمياً بناءً على ارسادهم لنجم الشعرى اليمانيّة، واستخدموه لتحديد موعد الفيضانات السنوية لنهر النيل.

1.5

كان علم الفلك مهماً في السفر والتنقل في الماضي.

استخدمت العديد من الحضارات مواقع النجوم والأجرام السماوية الأخرى للتنقل في الأرض والبحار والمحيطات. الملاحة السماوية لا تزال تدرس حتى يومنا هذا.

1.6

علم الفلك ، يتميز عن التنجيم ، باستخدامه الطرق العلمية.

لغاية عصر ما قبل الحداثة، كان التمييز بين علم الفلك والتنجيم غير واضح. أما اليوم فيتميزان بوضوح عن بعضهما البعض. علم الفلك هو علم، بينما التنجيم ليس كذلك. يستخدم التنجيم مواقع الأجرام السماوية للتنبؤ بالأحداث المستقبلية. ومع ذلك ، تظهر الدراسات المستفيضة للتنجيم أنه ليس دقيقاً في تنبؤاته وليس له أي أساس علمي.

1.7

بعض الحضارات السابقة كانت تعتقد بأن الأرض هي مركز الكون.

أعتقد علماء الفلك الأوائل بأن الأرض كانت مركز الكون. استمرت فكرة مركزية الأرض هذه لأكثر من ألف عام في الثقافات الأوروبية والآسيوية. بينما قدمت ثقافات أخرى ، مثل الثقافات الإسلامية والهندية ، نظريات مركزية الشمس (مع وجود الشمس في المنتصف). لقد وجد علماء الفلك المعاصرون أن الكون ليس له مركز محدد في الفضاء.

1.8

قدم كوبرنيكوس فكرته الثورية التي جعلت الشمس مركزاً لنظامنا الشمسي بدلاً من الأرض.

في القرن السادس عشر ، قدم كوبرنيكوس دليلاً على نظرية مركزية الشمس، التي تنص على أن الشمس مركز الكون والأرض تدور حولها. على الرغم من أننا نعلم الآن أن الشمس ليست مركز الكون بل مركز نظامنا الشمسي. كانت نظرية كوبرنيكوس لمركزية الشمس ثورية في ذلك الوقت حيث ساهمت في تطوير علم الفلك الحديث.

1.9

قام الفلكيون بأول عمليات رصد منهجية في علم الفلك باستخدام التلسكوب، منذ أكثر من 400 عام

على الرغم من أن جاليليو لم يخترع التلسكوب، إلا أنه كان أول من استخدمه لأغراض علمية. قادت التحسينات التي أدخلها على تلسكوب الانكسار إلى اكتشافات مهمة مثل: أطوار كوكب الزهرة وأكبر أربعة أقمار لكوكب المشتري، والتي لا تزال يشار إليها بأسماء أقمار جاليليو. قدمت اكتشافاته أدلة دامغة تدعم رؤية مركزية الكون.

1.10

الأرض كروية الشكل تقريباً، وقد تم إثبات ذلك منذ عدة قرون بواسطة العديد من الطرق المختلفة.

وصفت بعض الحضارات المبكرة الأرض بأنها عبارة عن قرص مسطح أو ذات شكل مسطوي. فكرة كروية الأرض كانت موجودة منذ آلاف السنين وكانت منتشرة في العديد من الثقافات، وأصبحت النموذج السائد منذ أكثر من 1000 عام. هناك العديد من الطرق التجريبية لاختبار أن الأرض كروية الشكل تقريباً (نشار إليها تقيماً بأنها ذات شكل كروي مفلطح). واحدة من أقدم الطرق الرياضية هي للعالم إراتوستينس ، الذي قام بقياس محيط الأرض من خلال تحليل أطوال الظلال التي تلقيها العصي في مواقع مختلفة في مصر القديمة (القرن الثالث قبل الميلاد).

الظواهر الفلكية في حياتنا اليومية

2

الصورة في الصفحة اللاحقة: منظر مذهل
للضوء في السماء ليلاً - الشفق القطبي
(الأضواء الشمالية) ، في بركة الأسكا.

المصدر: جان بوفورت (صور متاحة
لجميع)



2.1

يحدث الليل والنهار بسبب دوران الأرض حول نفسها.

جانب الأرض المواجه للشمس يكون نهاراً ، بينما الجانب الآخر يكون ليلاً. الوقت الذي تستغرقه الأرض لتدور حول محورها بحيث تعود الشمس إلى نفس الموضع في السماء يحدد مدة اليوم الشمسي ، والذي يبلغ في المتوسط 24 ساعة.

2.2

تحدث المواسم الأربعة بسبب ميل محور دوران الأرض أثناء حركتها حول الشمس خلال سنة.

يميل محور دوران الأرض بمقدار 23.5 درجة بالنسبة للخط المتعامد مع مستواه المداري حول الشمس. لهذا السبب، يميل أحد نصفي الكرة الأرضية الشمالي أو الجنوبي باتجاه الشمس بينما يميل الآخر بعيداً عنها. يكون النصف المائل باتجاه الشمس في فصل الصيف، حيث يسقط ضوء الشمس بشكل مباشر على سطحها والأيام أطول لأن الشمس تصل إلى ارتفاع أعلى في السماء. من ناحية أخرى، فإن نصف الكرة الأرضية المائل بعيداً عن الشمس يكون في فصل الشتاء لأن ضوء الشمس يسقط بزاوية مائلة للغاية على السطح ، منتشراً على مساحة أكبر. تصبح الأيام أقصر لأن الشمس على ارتفاع منخفض في السماء.

2.3

نرى مراحل مختلفة من القمر طوال فترة دورته.

عندما يدور القمر حول الأرض فإن موقعه سوف يتغير بالنسبة لكل من الشمس والأرض. منطقة سطح القمر التي تضاء بضوء الشمس متغيرة و تنتج المراحل المختلفة التي نراها من على الأرض وهي : القمر الجديد (المحاق) ثم الهلال ثم البدر ثم الهلال المتناقص ثم المحاق مرة أخرى. حيث تستغرق المدة من بدر إلى بدر 29.53 يوماً. مراحل القمر هي نفسها (تقريباً) بالنسبة لأي راصد على الأرض، إلا إن اتجاه القمر يختلف باختلاف نصف الكرة الأرضي الذي يقف فيه الراصد. على سبيل المثال، قد يرى بعض الراصدين فتحة الهلال باتجاه اليسار بينما قد يرى آخرون نفس الطور ولكن من موقع مختلف الهلال مفتوحاً باتجاه اليمين.

2.4

تحدث ظاهرتي الخسوف والكسوف بسبب تراصف الأرض ، الشمس والقمر على خط مستقيم واحد.

عندما يمر القمر بين الشمس والأرض بالضبط، فإنه يحجب ضوء الشمس ويلقي بظلاله على الأرض مما يخلق كسوفاً شمسياً. أما الخسوف فيحدث عندما تكون الأرض مباشرة بين الشمس والقمر، في هذه الحالة تلقي الأرض ظلاً على القمر ، تحجب سطحه وتخلق خسوفاً للقمر. يمكن أن يكون الكسوف جزئياً عندما يتم كسف جزء فقط من الشمس ، أو كلياً ، عندما يتم حجب الشمس بالكامل. يحدث الخسوف القمري فقط عند اكتمال القمر ، وبالتالي لا يمكن أن يحدث إلا ليلاً. في أي موقع على الأرض من المرجح أن ترى خسوف القمر أكثر من كسوف الشمس. كذلك خسوف القمر يستمر لفترات أطول من كسوف الشمس.

2.5

ظاهرتي المد والجزر هي نتيجة لجاذبية الشمس والقمر.

القمر ، وبدرجة أقل الشمس، يسببان ظاهرتي المد والجزر على الأرض. الأرض ، وخاصة محيطاتها ، تنتفخ قليلاً على الجانبين الأقرب والابعد من القمر والشمس. عندما تدور الأرض ، تصل هذه الانتفاخات إلى الشواطئ ، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى المياه هناك. عندما يكون كل من الشمس والأرض والقمر على خط مستقيم تقريباً (عند اكتمال القمر (البدر) وفي القمر الجديد (المحاق)) ، فإننا نشهد «ارتفاع المد الربيعي». في المقابل ، عندما تكون الشمس والقمر بزاوية قائمة لبعضهما البعض بالنسبة إلى الأرض (في التربيع الأول والتربيع الثالث للقمر) ، فإننا نشهد «انخفاض المد والجزر».

2.6

ضوء الشمس ضروري لمعظم أشكال الحياة على الأرض.

الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة التي تستخدمها كل أشكال الحياة على الأرض. على سبيل المثال، تقوم النباتات بعملية التمثيل الضوئي باستخدام ضوء الشمس مما يسمح بنموها، وبالتالي إنتاج الأوكسجين الجزيئي. تستخدم الكائنات الحية الأوكسجين للتنفس. ويعتقد أن الديناصورات انقرضت بسبب نقص أشعة الشمس عندما اصطدم كويكب بالأرض. حيث نقل الانفجار الناتج عن هذا الاصطدام كميات كبيرة من الغبار إلى الغلاف الجوي ، مما أدى إلى حجب أشعة الشمس. تؤثر أشعة الشمس أيضاً على صحتنا الجسدية والعقلية. فعندما نتعرض لأشعة الشمس ، تنتج بشرتنا فيتامين (د) ، الذي يلعب دوراً مهماً في عمليات الكيمياء الحيوية في الجسم. أخيراً، تظهر بعض الدراسات وجود علاقة بين الاكتئاب البشري وعدم التعرض لأشعة الشمس.

2.7

الجسيمات القادمة من الشمس إلى الأرض تسبب ظاهرة الشفق القطبي.

عندما يحدث ثوران شديد على سطح الشمس، تجتاز الجسيمات المشحونة (الإلكترونات والبروتونات بشكل أساسي) المنبعثة من الشمس مسافة 150 مليون كم باتجاه الأرض. حيث تلتصق بالمجال المغناطيسي للأرض ، وتتدفق نحو الأقطاب المغناطيسية ، وتتفاعل مع الجسيمات الموجودة في الغلاف الجوي. أسرع هذه الجسيمات يمكن أن تنتقل من الشمس إلى الأرض في حوالي نصف ساعة ؛ بينما أبطأها يستغرق حوالي خمسة أيام. من حين لآخر ، تشوش عواصف الجسيمات المجال المغناطيسي للأرض، وتسبب اضطراباً للأقمار الاصطناعية وشبكات الطاقة. غالباً ما تتفاعل هذه الجسيمات مع الأوكسجين والنايتروجين في الغلاف الجوي للأرض. يؤدي هذا التفاعل إلى ظهور الشفق القطبي، وهي عبارة عن ظاهرة ضوئية رائعة، تُرى حول الأقطاب المغناطيسية لنصفي الكرة الأرضية الشمالي (أوروبا بورياليس) والجنوبي (أوروبا أوسترياليس).

2.8

التكنولوجيا التي تم تطويرها للأبحاث الفلكية هي جزء من حياتنا اليومية

الأدوات والأساليب التحليلية المستخدمة لدراسة البيانات الفلكية تم تطبيقها في الصناعة والعلوم الطبية والتكنولوجيا التي نستخدمها في حياتنا اليومية. حيث تستخدم الآن أجهزة الكشف التي تم تطويرها في الأصل للأبحاث الفلكية في الكاميرات الرقمية، مثل تلك الموجودة في هواتفنا المحمولة. كما يستخدم زجاج خاص تم تطويره للتسكوبات الفلكية في تصنيع شاشات LCD ورفاق الكمبيوتر، وكذلك في مواقف السيراميك. كما ساهم نقل المعرفة بين علم الفلك والطب في تطوير عدة أجهزة مثل: التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) والتصوير المقطعي المحوسب (CT scanners).

السماء ليلاً: جميلة وحيوية

3

الصورة في الصفحة اللاحقة تُظهر المسارات النجمية الناتجة عن دوران الأرض. وهي صورة ذات تعريض طويل، تم التقاطها في هضبة تشاينانتور (Chajnantor) في جبال الأنديز الشيلية.

المصدر: إس. أوتارولا/إي إس أو



×

×

×

3.1

يمكننا أن نرى آلاف النجوم بالعين المجردة في ليلة صافية ومظلمة.

عندما ننظر إلى السماء ليلاً بعيداً عن التلوث الضوئي للمدن وعندما يكون القمر محاقاً، يمكننا رؤية ما يقرب من 4000 نجمة بالعين المجردة. كل النجوم التي نراها بالعين المجردة تنتمي إلى مجرتنا. على الرغم من وجود مليارات من النجوم في المجرات الأخرى وتربليونات من المجرات في الكون المرصود، فإن هذه النجوم بعيدة جداً وبالتالي تكون باهتة للغاية بالنسبة لأعيننا لتمييزها كنقاط فردية للضوء. اعتماداً على موقعنا على الأرض وعلى وقت الرصد، فإننا يمكن أن نرى بالعين المجردة مايلي: الكواكب الخمسة الأكثر لمعاناً في نظامنا الشمسي، مجرة درب التبانة التي تظهر على شكل حزمة عريضة، اثنين من المجرات التابعة (القمريّة) لمجرة درب التبانة (سحابة ماجلان الكبيرة والصغيرة)، ومجرة أندروميدا (مجرة حلزونية كبيرة).

3.2

يمكن استخدام النجوم في السماء ليلاً كدليل للتنقل على الأرض.

من خلال النظر إلى السماء ليلاً يمكننا معرفة الاتجاهات الأساسية. في نصف الكرة الشمالي، أسهل طريقة للعثور على الشمال هي البحث عن النجم القطبي، المعروف أيضاً باسم نجم الشمال، وهو قريب جداً من القطب الشمالي السماوي. أسهل طريقة للعثور على النجم القطبي هي من خلال كوكبة الدب الأكبر والدب الأصغر. أما في نصف الكرة الجنوبي، مع عدم وجود نجم مرئي بالقرب من القطب الجنوبي السماوي، فإن أسهل طريقة للعثور على الجنوب هي استخدام كوكبة صليب الجنوب والنجمين اللامعين في كوكبة نجوم قنطورس.

3.3

محور دوران الأرض يتحرك حركة دائرية متغيرة حول محور يسمى محور المبادرة (Precesses) على مدى آلاف السنين.

أثناء دوران الأرض على محورها، فإنها تتحرك حركة دائرية متغيرة حول محور يسمى محور المبادرة. يتغير اتجاه محور الدوران في حركة بطيئة خلال 26000 سنة. تؤدي هذه الحركة إلى توجيه المحور في اتجاهات مختلفة مع مرور الوقت، ونتيجة لذلك، يتغير القطبين الشمالي والجنوبي السماوي ببطء مع مرور الوقت. كمثال على ذلك، فإن النجم القطبي سوف لن يشير إلى اتجاه الشمال، على الرغم من أن نجماً آخر سوف يفعل ذلك، اعتماداً على اتجاه محور الأرض في ذلك الوقت. على الرغم من عدم وجود نجمة ساطعة حالياً بالقرب من القطب الجنوبي السماوي، إلا أننا سنحصل في المستقبل على «نجمة جنوبية» جميلة!

3.4

يوجد عدد قليل فقط من الأجرام السماوية التي تكون لامعة بما يكفي ليتم رؤيتها بالعين المجردة عندما تكون الشمس فوق الأفق.

معظم الأجسام في السماء ليلاً خافتة جداً بحيث لا يمكن رصدها عندما تكون السماء مضاءة بنور الشمس. يحدث تأثير مماثل في الليل في المدن، ونتيجة للتلوث الضوئي، لا يمكننا رؤية سوى جزء صغير من النجوم بسبب سطوع السماء بالإضاءة الاصطناعية. فقط عدد قليل من الأجرام السماوية لامعة بما يكفي بحيث يمكن رؤيتها بالعين المجردة عندما تكون الشمس فوق الأفق. اعتماداً على طوره، من الممكن رؤية القمر خلال النهار. في أوقات معينة، يمكن رصد كوكب الزهرة في الصباح («نجمة الصباح») أو في المساء («نجمة المساء»). في حالات نادرة جداً، قد يكون المذنب لامع ويمكن رؤيته خلال النهار.

3.5

الأجرام السماوية تشرق من جهة الشرق وتغرب من جهة الغرب بسبب دوران الأرض حول نفسها.

بسبب دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق، يرى مراقب على سطح الأرض أن السماء بأكملها تتحرك في الاتجاه المعاكس، أي تدور حول كوكبنا من الشرق إلى الغرب. تسمى هذه الحركة الواضحة للسماء حول الأرض بالحركة النهارية. هذا هو السبب في أننا نرى كل جسم سماوي يشرق فوق النصف الشرقي من الأفق ، ويغرب في النصف الغربي منه.

3.6

تتألق النجوم بسبب وجود الغلاف الجوي.

عندما يدخل ضوء النجم الغلاف الجوي للأرض وينتقل عبر طبقاته المختلفة، فإنه يغير اتجاهه باستمرار بسبب تغير الانكسار في طبقاته التي لها درجات حرارة وكثافة مختلفة. ونتيجة لذلك، فإن سطوع ضوء النجم، والاتجاه الذي يصل منه إلينا هنا على الأرض، يتغير باستمرار. لهذا السبب يبدو النجم بالنسبة لمراقب على سطح الأرض بأنه يتألق أو يومض. أما بالنسبة للكواكب، يكون هذا التأثير أقل وضوحاً (أو حتى محسوساً). والسبب هو أن الكواكب يمكن أن ينظر إليها في الواقع على أنها أقراص صغيرة (يمكن تمييزها بسهولة باستخدام المناظير ، على سبيل المثال). من ناحية أخرى ، تظهر لنا النجوم كنقاط صغيرة من الضوء ، ولأن كل الضوء يأتي من نقطة واحدة ، فهي معرضة أكثر للتغيرات في الانكسار.

3.7

ملايين الشهب والنيازك تدخل الغلاف الجوي للأرض يومياً.

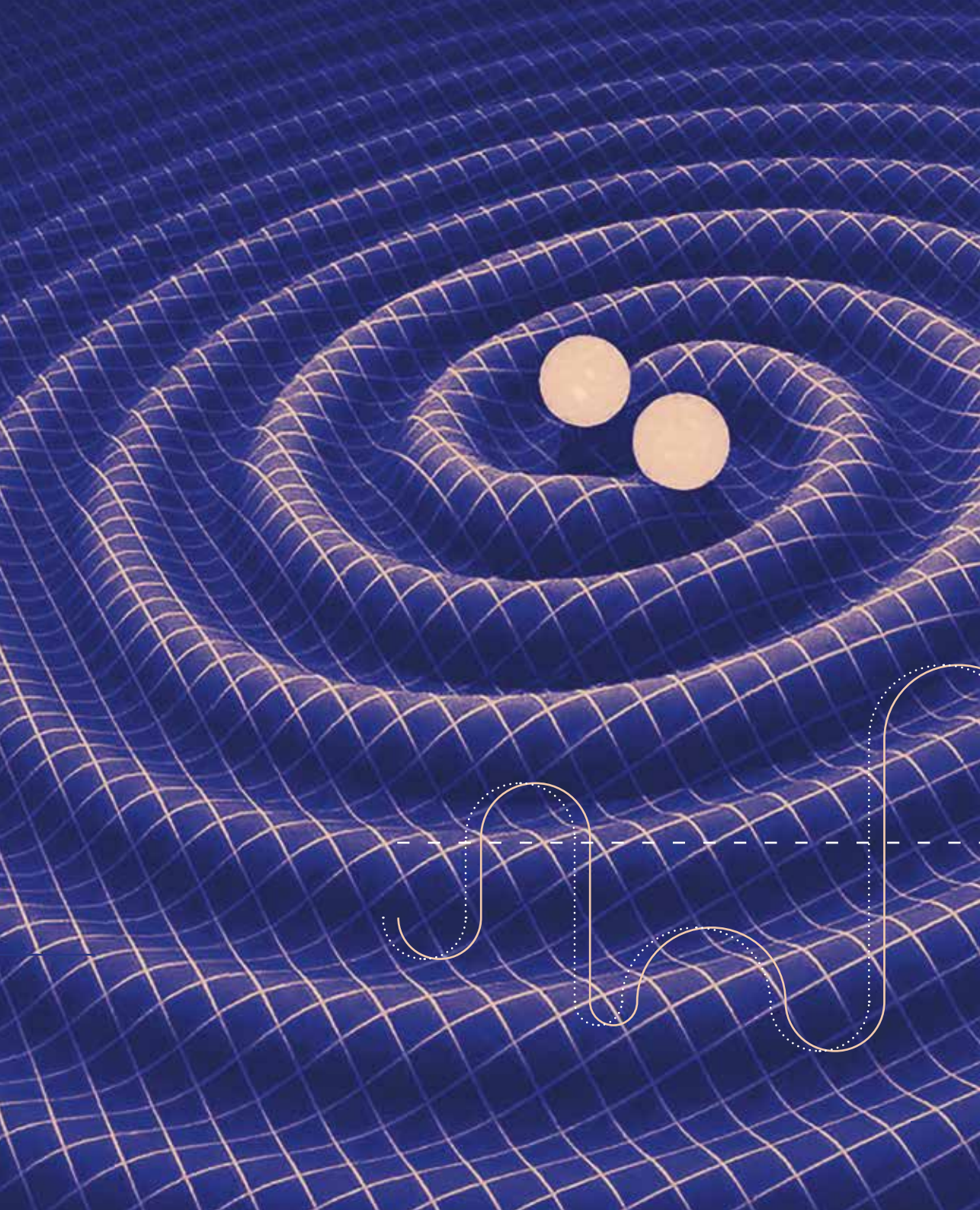
النيازك عبارة عن جسم صخري أو معدني صغير يتراوح حجمه من حبة رمل إلى صخرة كبيرة. عندما يدخل الغلاف الجوي للأرض، ترتفع درجة حرارته نتيجة الاحتكاك مع جزيئات الهواء مما يولد خطاً ضوئياً في سماء الليل، ويسمى عندئذ بـ الشهاب (أو النجم الساقط). عندما ينجو النيزك من مروره عبر الغلاف الجوي للأرض ويهبط على سطح الأرض، يطلق عليه اسم الحجر النيزكي. على الرغم من أن ملايين النيازك تسقط على الأرض يومياً ، إلا أن معظمها تحترق قبل وصولها إلى سطح الأرض .

علم الفلك: هو العلم الذي يدرس الاجرام السماوية والظواهر في الكون



الصورة في الصفحة اللاحقة عبارة عن
رسم تخيلي لموجات الجاذبية التي تولدها
النجوم النيوترونية الثنائية ، حيث تقترب من
بعضها البعض بشكل حلزوني قبل أن تندمج.

المصدر : R. Hurt / Caltech-JPL



4.1

الضوء (أو الإشعاع الكهرومغناطيسي) هو المصدر الرئيسي للمعلومات والدراسات الفلكية.

نظراً لأن معظم الأجرام السماوية بعيدة جداً ولا يمكن السفر إليها (حالياً!) ، لذلك يجب علينا الاعتماد على الإشعاع الكهرومغناطيسي (الضوء) القادم من هذه الأجسام لدراساتها. توفر الأطوال الموجية المختلفة للطيف الكهرومغناطيسي معلومات حول الظواهر الفلكية وطبيعة الأجرام السماوية. في علم الفلك الحديث، تتم دراسة الكون باستخدام كل الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسي، أي: الراديوية، المايكروية، الأشعة تحت الحمراء، المرئية، فوق البنفسجية، الأشعة السينية وأشعة كاما. على الرغم من أن الضوء في اللغة الشائعة يشير فقط إلى الضوء المرئي، بينما في علم الفلك يمكن أن يشير الضوء إلى الطيف الكهرومغناطيسي.

4.2

الجاذبية هي القوة المهيمنة في الكون، ويمتد تأثيرها على نطاق واسع.

بصورة عامة، لا تحمل الأجسام الفلكية أي شحنة كهربائية. إن الطريقة السائدة التي تتفاعل بها هذه الأجسام مع بعضها البعض وعلى امتداد مسافات طويلة هي قوة الجاذبية. فالجاذبية هي التي تجعل الكواكب تدور حول الشمس، والنجوم حول مركز المجرة، وتحافظ على بقاء البلازما الساخنة للنجوم متجمعة بشكل كروي. يمكن تفسير معظم الظواهر الفلكية باستخدام قانون الجاذبية، ولكن في بعض الحالات الأكثر تعقيداً نحتاج إلى تطبيق النظرية النسبية العامة للحصول على تفسير دقيق.

4.3

موجات الجاذبية والجسيمات دون الذرية توفر طرقات جديدة لدراسة الكون.

تم التنبؤ نظرياً بوجود موجات الجاذبية - التموجات في الزمكان - من قبل النظرية النسبية العامة في أوائل القرن العشرين. تم تحقيق أول اكتشاف مباشر ومؤكّد لها في عام 2015، ويمكن للعلماء استخدامها الآن كنافذة جديدة لدراسة الكون. تتولد موجات الجاذبية من خلال تفاعلات الجاذبية القوية، مثل اندماج اثنين من الثقوب السوداء الضخمة أو النجوم النيوترونية. كما يبحث علماء الفلك أيضاً عن أنواع مختلفة من الجسيمات دون الذرية، مثل النيوترونات أو الإلكترونات أو البروتونات وذلك لمعرفة المزيد عن المناطق الداخلية من شمسنا وبعض العمليات الأكثر نشاطاً في الكون.

4.4

يستخدم علم الفلك البيانات التي تم الحصول عليها من عمليات الرصد والمحاكاة لنماذج الظواهر الفلكية في إطار النظريات الحالية.

يُنشأ علماء الفلك نماذج رياضية للأجسام الفلكية وطريقة تطورها والظواهر المرتبطة بها. تُطور هذه النماذج بالنظريات الأساسية في الفيزياء والكيمياء. تتكون بعض النماذج من العلاقات الرياضية الأولية، بينما تستخدم النماذج الأكثر تعقيداً المحاكاة الرقمية. تُنفذ المحاكاة الأكثر تعقيداً على أجهزة كمبيوتر عملاقة. تُستخدم بيانات الرصد المأخوذة من التلسكوبات وأجهزة الكشف لاختبار هذه النماذج وتحسينها. المقارنة بين الارصاد الفلكية والنماذج الرياضية هي إحدى الأدوات المهمة في عملية استكشاف الكون.

4.5

تجمع الأبحاث الفلكية بين المعارف المختلفة مثل الفيزياء، الرياضيات، الكيمياء، الجيولوجيا والاحياء.

تجمع البحوث الفلكية المهنية بين المعرفة من الرياضيات، الفيزياء، الكيمياء، الهندسة، علوم الكمبيوتر، بالإضافة إلى مجالات أخرى. أثبتت هذه الطريقة أنها ضرورية للكشف عن طبيعة الأجسام الفلكية والظواهر المرتبطة بها، بالإضافة إلى عمل نماذج رياضية لها. فعلى سبيل المثال، لفهم التفاعلات النووية التي تحدث داخل النجوم، يحتاج العلماء إلى الفيزياء النووية؛ ومن أجل الكشف عن العناصر الموجودة في أجواء النجوم، فهم بحاجة إلى الكيمياء. بينما الهندسة ضرورية لتصنيع التلسكوبات والمتحسسات، وأخيراً يعتبر تطوير البرمجيات التخصصية أمر بالغ الأهمية لتحليل البيانات التي توفرها هذه الأجهزة.

4.6

ينقسم علم الفلك إلى عدد من التخصصات الفرعية الأخرى

بما ان الوصف الجيد للأجسام والظواهر الفلكية يتطلب معرفة جيدة بالمجالات العلمية الأخرى، فإن علم الفلك الحديث ينقسم عادة إلى تخصصات وفقاً للمواضيع الرئيسية التي يعالجها. امثلة على بعض هذه التخصصات: علم الأحياء الفلكية، علم الكونيات، علم الفلك الرصدي، الكيمياء الفلكية وعلم الكواكب. قد يختار علماء الفلك أيضاً تخصصاً لدراسة نوع معين من الاجسام الفلكية، مثل نجوم الاقزام البيضاء او الثقوب السوداء.... الخ. بالنظر إلى الدور الهام الذي تلعبه الفيزياء في علم الفلك، فإن مصطلحي «الفيزياء الفلكية» و «علم الفلك» يستخدمان بالتبادل، اي للإشارة إلى نفس المعنى.

4.7

مقاييس الوقت والمسافة المستخدمة في علم الفلك أكبر بكثير من تلك التي نستخدمها في حياتنا اليومية.

القمر هو أقرب جسم سماوي إلى الأرض حيث يبعد 384.400 كم. يبلغ قطر شمسنا 1.39 مليون كيلومتر، وتبلغ كتلتها حوالي 1989 ألف تريليون ترليون كغم، وهي أقرب نجم إلى الأرض على مسافة حوالي 150 مليون كيلومتر (وهذه المسافة تمثل وحدة فلكية واحدة). النجم الأقرب إلى الشمس هو بروكسيما سنثوري (قنطور الأقرب) الذي يبعد حوالي 4.25 سنة ضوئية. السنة ضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، والتي تزيد قليلاً عن 9 تريليون كيلومتر. يبلغ قطر مجرتنا 100 000-120 000 سنة ضوئية، ويمكن أن يصل بعد المجرات الأخرى عنا إلى مليارات السنين الضوئية. وحدات القياس في علم الفلك أكبر بكثير مما يمكن أن نتخيله. المقاييس الزمنية الفلكية طويلة جداً حيث يعتبر أمر طبيعي وجود اجسام فلكية اعمارها ملايين أو مليارات السنين.

4.8

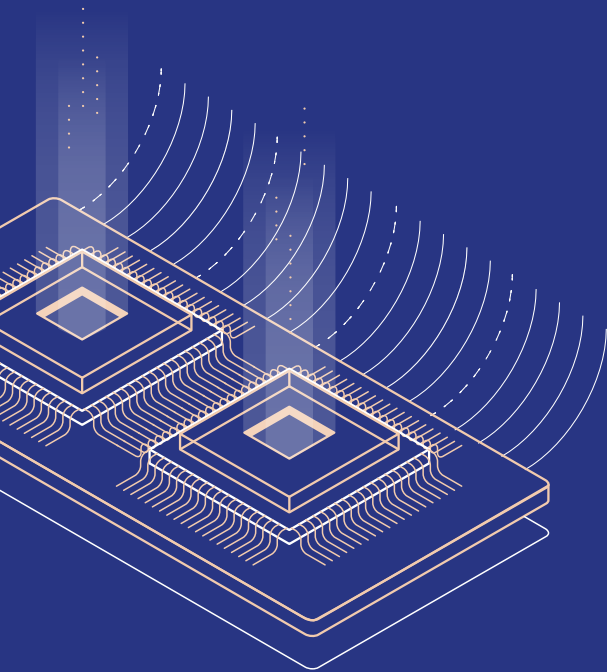
يعتبر التحليل الطيفي تقنية مهمة نتيج لنا استكشاف الكون من مسافة بعيدة.

لا يمكن الكشف عن العديد من خصائص الأجسام الفلكية إلا من خلال دراسة طيفها - التحلل الشبيه بتحليل الضوء إلى ألوان قوس قزح - اي تحليل ضوءها إلى عدد كبير جداً من الألوان المختلفة، كل منها يتميز بطول موجي معين خاص به. ومن خلال تحليل الضوء الذي تم جمعه من هذه الأجسام، يمكن لعلماء الفلك تحديد بعض خواصها المهمة مثل: التركيب، درجة الحرارة، الضغط، المجال المغناطيسي، بالإضافة إلى العديد من الخصائص الأخرى.



علم الفلك يحفز على تطوير التكنولوجيا

5



الصورة في الصفحة اللاحقة هي لاثنتان من أربعة تلسكوبات من فئة 8 أمتار التي تشكل معاً التلسكوب الكبير جداً (VLT) الموجود في جبال الأنديز الشيلية.

المصدر: ESO / P. Horálek



5.1

تعتبر التلسكوبات وأجهزة الكشف أدوات مهمة لدراسة علم الفلك.

بما أن الموجات الكهرومغناطيسية هي المصدر الرئيسي للمعلومات في علم الفلك، فإن التلسكوبات وأجهزة الكشف تلعب دوراً مهماً عندما يتعلق الأمر بجمع وتحليل هذه الموجات. تجمع التلسكوبات الأكبر حجماً كمية أكبر من الضوء، مما يسمح لعلماء الفلك بالتعرف على الأجسام الخافتة وتحليلها. كما تتمتع التلسكوبات الأكبر حجماً بقدرة تمييزية أكبر، مما يسمح لعلماء الفلك بدراسة أدق التفاصيل للأجسام المستهدفة. عمليات الرصد الفلكية الأولى أجريت بواسطة النظر مباشرة من خلال التلسكوب، أما اليوم فإن أجهزة الرصد تسمح لعلماء الفلك بالرصد وتوثيق وحفظ الارصاد عن بعد وبأطوال موجية مختلفة.

5.2

يمكن ربط بعض التلسكوبات معاً لتعمل كتلسكوب واحد كبير.

من خلال ربط العديد من التلسكوبات معاً، يمكن لعلماء الفلك أن يجعلوها تعمل كتلسكوب واحد كبير باستخدام تقنية تسمى قياس التداخل. دقة التلسكوبات المدمجة تكون مساوية لدقة تلسكوب واحد بقطر يساوي أكبر مسافة بين أصغر تلسكوبين من التلسكوبات المربوطة معاً. هذه التقنية تسمح لعلماء الفلك برؤية تفاصيل أصغر وأدق في الأجسام الفلكية المرصودة وكذلك التمييز بين الأجسام المنفصلة البعيدة والتي تظهر كنقطة ضوئية واحدة، مثل النجم ونظامه الكوكبي.

5.3

تتواجد المراصد الفلكية على الأرض وفي الفضاء.

الغلاف الجوي للأرض يمتص الإشعاع من معظم الطيف الكهرومغناطيسي. وهو شفاف للضوء المرئي، وبعض حزم الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء والموجات الراديوية القصيرة، وما عداها يكون غير شفاف. معظم نطاقات الأشعة فوق البنفسجية وأجزاء كبيرة من الأشعة تحت الحمراء، فضلاً عن الأشعة السينية، لا يمكنها اختراق الغلاف الجوي. لهذا السبب، يجب وضع معظم التلسكوبات في الفضاء، عدا التلسكوبات البصرية والراديوية وعدد صغير من نطاقات الأطوال الموجية الأخرى. على الرغم من أنه يمكن رصد الضوء المرئي من سطح الأرض، إلا أن الاضطراب في الغلاف الجوي للأرض يؤثر على جودة الصور، لذلك يتم وضع بعض التلسكوبات البصرية في الفضاء أيضاً، مثل تلسكوب هابل الفضائي.

5.4

غالباً ما توجد المراصد الفلكية الأرضية في المناطق النائية في جميع أنحاء العالم.

توجد مواقع قليلة على الأرض تتوفر فيها الظروف الملائمة للرصد مثل: الارتفاعات العالية وغياب التلوث الضوئي وشفافية الغلاف الجوي لأطوال موجية معينة. غالباً ما تكون هذه المواقع ذات طبيعة جغرافية قاسية ويصعب الوصول إليها، وعادة ما تكون بعيدة عن المستوطنات البشرية الكبيرة. يسافر علماء الفلك إلى تلك المواقع للقيام بعمليات الرصد أو يسمحون لمشغلي التلسكوبات المحليين ذوي الخبرة بتنفيذها لهم أو الاستفادة من التلسكوبات الروبوتية التي يتم تشغيلها عن بُعد.

5.5

يعتبر علم الفلك اليوم من «العلوم الكبيرة» ذات «البيانات الضخمة».

نتيجة لاستخدام التقنيات الحديثة، بدأت الارصاد والدراسات الفلكية في إنتاج كميات كبيرة من البيانات، وستتضاعف كمية هذه البيانات بشكل كبير في السنوات القادمة. يُطلق على هذا التطور بـ «علم فلك البيانات الضخمة»، حيث يتم التركيز على إيجاد طرق جديدة لتخزين هذه البيانات ونقلها وتحليلها. إن التلسكوبات والأجهزة الحديثة باهظة الثمن، ويتطلب بنائها مجموعة متنوعة من المهارات التقنية. لذلك عادة ما يتم بناؤها من قبل المنظمات الدولية أو الاتحادات التي تضم العديد من المعاهد الفلكية من بلدان مختلفة.

5.6

في علم الفلك تتطلب عمليات المحاكاة المعقدة وتحليل البيانات الضخمة تطوير أجهزة كمبيوتر عملاقة قوية.

تتطلب معالجة كميات هائلة من بيانات المحاكاة والارصاد أجهزة كمبيوتر قادرة على أداء عمليات محاكاة معقدة في فترة زمنية قصيرة. يمكن لأجهزة الكمبيوتر العملاقة الحالية إجراء ما يصل إلى بضع مئات من كوادريليون العمليات الحسابية في كل ثانية. تسمح هذه الحواسيب الفائقة لعلماء الفلك بإنشاء محاكاة (نظرية) للكون ومقارنتها مع الارصاد من مسوحات واسعة النطاق.

5.7

علم الفلك هو علم عالمي، مع فرق أبحاث دولية، تتبادل البيانات والمنشورات فيما بينها مجاًاً.

بيانات الارصاد الفلكية من معظم المراصد العلمية العالمية متاحة للجمهور. علماء الفلك وخلال حياتهم المهنية عادة ما يعملون في بلدان مختلفة. وكثيراً ما يشتركون في تنفيذ مشاريع فلكية كبيرة مثل: بناء التلسكوبات والأجهزة الفلكية، فرق الرصد المشتركة، التعاون مع الباحثين والمعاهد من دول مختلفة. لذلك يعتبر علم الفلك علم عالمي ودولي. ونحن جميعاً أعضاء طاقم الكرة الأرضية «سفينة الفضاء» التي تسافر بنا في هذا الكون الشاسع، تحت سماء واحدة نستكشف الكون.

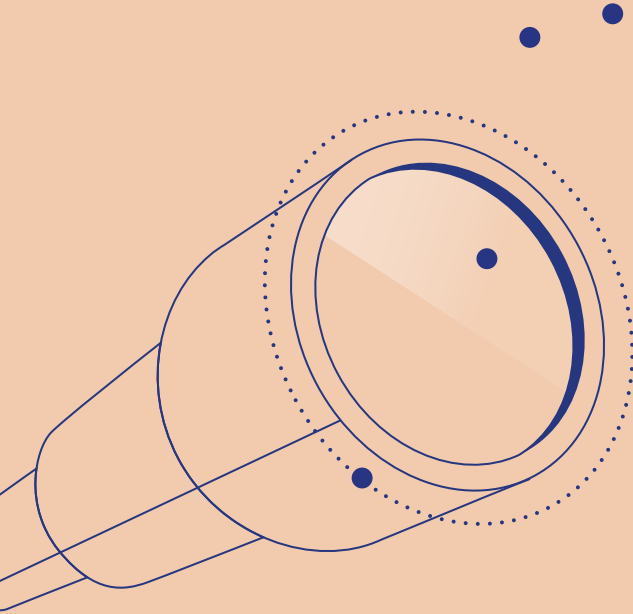
5.8

تم إطلاق العديد من المركبات الفضائية لدراسة النظام الشمسي.

من أجل استكشاف ومعرفة المزيد عن مكاننا في الكون، قمنا بأرسال المسابير الروبوتية الى جميع أنحاء النظام الشمسي. بعض هذه المسابير تدور حول الكواكب والأقمار وحتى الكويكبات، بينما هبط البعض الآخر على مثل هذه الأجسام. من بين الأماكن التي تمت زيارتها (الهبوط عليها أو الدوران في مدارها أو التحليق في أجوائها) في النظام الشمسي هي جميع الكواكب، والكوكبان القزمان بلوتو وسيريس، وقمرنا بالإضافة الى أقمار الكواكب الأخرى مثل المشتري وزحل، وأخيراً المذنبات والكويكبات.

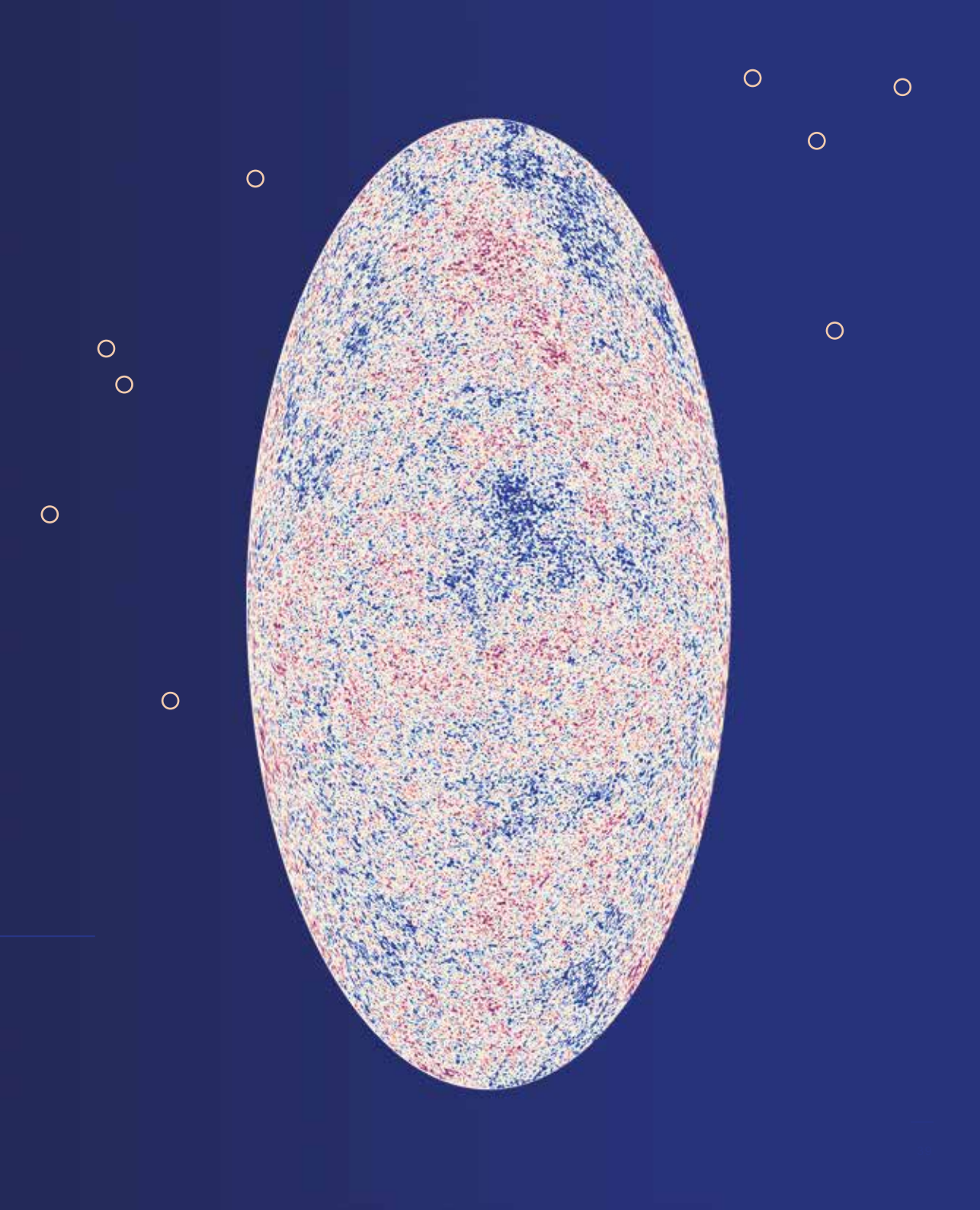
علم الكون (الكوزمولوجي) هو علم استكشاف الكون ككل

6



في الصفحة اللاحقة صورة لاشعاع
الخلفية الكونية المايكروني ((CMB)
(Cosmic Microwave Background
، البقايا التي خلفها عندما كان عمر الكون
00:380 سنة.

المصدر: تعاون بين وكالة الفضاء الأوروبية
ومعهد بلانك



6.1

يبلغ عمر الكون حوالي 13.8 مليار سنة.

استناداً إلى الارصاد الحديثة و النماذج الرياضية الكونية المتقدمة التي وضعت لدراسة تطوره المبكر ، فإن عمر الكون يقدر بحوالي 13.8 مليار سنة. علم الكون مجال بحثي يختص بدراسة تطور الكون وتركيبه.

6.2

الكون متجانس ومتساوي الخواص.

في القياسات الكبيرة، تبدو المادة في الكون موزعة بشكل موحد. وبسبب هذه الكثافة والتركيب الموحدين تقريباً ، يبدو الكون متشابهاً تقريباً في أي مكان (متجانس) وفي كل اتجاه (متساوي الخواص).

6.3

نحن نرصد الماضي دائماً.

بسبب السرعة المحدودة للضوء، لا نرى أبداً الأجسام كما هي الآن، بل كما كانت في الماضي. يمكننا فقط رؤية الشمس كما كانت قبل ثماني دقائق تقريباً، لأن ضوء الشمس يستغرق حوالي ثماني دقائق للوصول إلينا. نرى مجرة أندروميدا كما كانت قبل حوالي 2.5 مليون سنة، لأن ضوءها يستغرق كل هذا الوقت للوصول إلى الأرض. لهذا السبب، ما يرصده الفلكيون هو الماضي دائماً، وصولاً إلى 13.8 مليار سنة مضت. وعليه فإن رصد الأجسام الفلكية على مسافات مختلفة يمنحنا معلومات مهمة عن تاريخ الكون. وبما أن الكون له نفس الخصائص في كل مكان (بصورة عامة)، فإن هذه العملية توفر أدلة قيمة عن تاريخنا.

6.4

نستطيع رصد جزء صغير فقط من الكون الكلي.

بما أن الضوء ينتقل في الفضاء بسرعة محددة، ولا يمكن أن يكون قد بدأ رحلته إلا بعد مرحلة الانفجار العظيم، هذا يعني بأن هناك مناطق بعيدة في الكون لا يمكننا رصدها حتى الآن. والسبب في ذلك هو ببساطة أن الضوء من تلك المناطق لم يكن لديه الوقت الكافي للوصول إلى أجهزة الكشف الخاصة بنا على الأرض. يمكننا أن نرى فقط الأشياء التي تقع داخل منطقة معينة تسمى «الكون المرئي»، والتي تضم جميع الأجسام التي كان لضوءها الوقت الكافي للوصول إلينا. نستطيع الفلكيون رصد الأجسام الموجودة في اطراف هذه المنطقة، والتي تظهر لنا بالشكل الذي كانت عليه في لحظة بدأ الكون.

6.5

يتكون الكون بشكل رئيسي من الطاقة المظلمة والمادة المظلمة.

النجوم، الهواء الذي نتنفسه، أجسادنا وكل ما نراه من حولنا يتكون من ذرات، الذرات نفسها تتكون من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات. هذا ما يسمى بالمادة الباريونية، وهي ما تتفاعل معه في حياتنا اليومية. وتبين الأدلة الرصدية أنها لا تمثل سوى حوالي 5% من إجمالي المادة في الكون. في الواقع، يتكون الكون بشكل رئيسي من شكل غير معروف من الطاقة يعرف باسم الطاقة المظلمة (حوالي 68%)، وشكل غير عادي من المادة يسمى المادة المظلمة (حوالي 27%). تعتبر دراسة طبيعة الطاقة المظلمة والمادة المظلمة مجالاً نشطاً للبحث، وخاصة من خلال رصد تأثيرها على المادة الباريونية.

6.6

الكون يتوسع بمعدل متسارع.

تظهر أدلة الرصد أن الكون يتوسع بمعدل متسارع، والذي يُنسب إلى الطاقة المظلمة. مع توسع الكون بطريقة منهجية على نطاقات كبيرة، تتحرك العناقيد المجرية بعيداً عن بعضها البعض. في النماذج الحديثة، تزداد المسافات بين العناقيد المجرية بما يتناسب مع نفس عامل المقياس العالمي. تظهر بيانات الرصد أنه كلما كانت المجرة أبعد، كلما كانت أسرع في الابتعاد عنا (قانون هابل). سيجد المراقبون الافتراضيون في المجرات الأخرى نفس الشيء. لا تتأثر الأنظمة التي يوجد بينها ترابط، مثل العناقيد المجرية، ومجموعات المجرات المرتبطة بجاذبيتها الداخلية، أو المجرات نفسها، بالتمدد الكوني. داخل العناقيد والمجموعات المجرية، يمكن أن تدور المجرات الفردية حول بعضها البعض، أو يمكن أن تكون في مسار تصادمي مع بعضها البعض. من الجدير بالذكر أن مجرتنا مجرة درب التبانة في مسار تصادمي مع مجرة أندروميدا.

6.7

توسع الفضاء يسبب ظاهرة الزحزحة نحو الأحمر في ضوء المجرات البعيدة.

التوسع الكوني يؤثر على خصائص الضوء في الكون. يتزايد الانزياح نحو الأحمر للضوء الواصل إلينا من المجرات البعيدة كلما زادت سرعة ابتعاد هذه المجرات. تحدث هذه الظاهرة بسبب أن موجة الإشعاع القادم إلينا يزداد طولها نسبياً بسبب حركة النجوم في الابتعاد عنا. لهذا السبب لا يمكن رصد المجرات البعيدة إلا في مدى الأشعة تحت الحمراء أو الراديوية، وفي أن يصل إلينا الإشعاع المايكروني الكوني (في الغالب) في مدى الأشعة المايكروية.

6.8

يبدو أن القوانين الطبيعية (مثل الجاذبية) التي ندرسها على الأرض تعمل بنفس الطريقة في جميع أنحاء الكون.

اجريت العديد من الاختبارات لمعرفة ما إذا كانت قوانين الفيزياء، مثل القوانين التي تحكم الجاذبية والديناميكا الحرارية والكهرومغناطيسية، هي نفسها على الأرض وفي الكون البعيد. حتى الآن، جميع هذه الاختبارات تشير إلى أن القوانين الأساسية للفيزياء تنطبق في جميع أنحاء الكون.

6.9

في القياسات الكبيرة يتكون الكون من خيوط والواح وفراغات.

الانزياح نحو الأحمر للكون في القياسات الكبيرة يصل الى مئات ملايين السنين الضوئية. الكون يشبه شبكة ثلاثية الأبعاد تشبه الإسفنج التي تحتوي على خيوط وفراغات، والتي يطلق عليها الفلكيون «الشبكة الكونية». تحتوي الخيوط والألواح على ملايين المجرات. تمتد هذه التراكيب الضخمة (الخيوط والألواح) على مدى مئات الملايين من السنين الضوئية وعادة ما تكون سماكتها عشرات ملايين السنين الضوئية. تشكل الخيوط والألواح حدوداً حول الفراغات، والتي يبلغ قطرها بحدود مئات ملايين السنين الضوئية، وتحتوي على عدد قليل جداً من المجرات.

6.10

يتيح لنا إشعاع الخلفية الكونية المايكروني استكشاف الكون المبكر.

أقدم إشعاع كهرومغناطيسي الذي ينبعث من أبعد المناطق في الكون التي يمكن رصدها هو إشعاع الخلفية الكونية المايكروني. إنه الأثر المتبقي من الكون المبكر الحار والكثيف، يحتوي على معلومات عن بداية تكوين الكون، عندما كان عمر الكون يبلغ حوالي 380,000 سنة. إشعاع الخلفية الكونية المايكروني يسمح لنا بقياس الخصائص الرئيسية للكون ككل مثل: كمية المادة المظلمة، المادة الباريونية والطاقة المظلمة التي تحتويها، هندسة الكون، ومعدل توسعه الحالي. إشعاع الخلفية الكونية المايكروني يبين لنا أن الكون متساوي الخواص تقريباً وبالتالي يقدم أيضاً أدلة غير مباشرة على التجانس.

6.11

يمكن تفسير تطور الكون من خلال نموذج الانفجار العظيم.

وفقاً لأفضل الأدلة المتوفرة لغاية الآن، كل المادة والطاقة التي نراها حولنا كانت موجودة في حجم أصغر من الذرة قبل 13 مليار سنة. من هذه المرحلة ذات الكثافة ودرجة الحرارة العالية توسع الكون إلى حالته الحالية. تُعرف هذه المرحلة المبكرة الساخنة والكثيفة بأسم الانفجار العظيم، ويشار إلى النماذج التي تصف الكون المتوسع باسم لامدا CDM (حيث ترمز لامدا إلى مكون الطاقة المظلمة للكون، و Cold Dark Matter – CDM) للمادة الباردة المظلمة). على عكس الانفجارات العادية، حيث تقذف المادة إلى حيز فارغ كان موجوداً من قبل، كانت جميع المساحة المتاحة مليئة بالمادة منذ البداية، ولكن متوسط كثافة المادة انخفض منذ ذلك الحين. منذ أن تشكلت المجرات، كان متوسط المسافات بينها يتزايد باستمرار. يقدم نموذج الانفجار العظيم العديد من التنبؤات القابلة للاختبار حول عالمنا الحالي، والتي تم تأكيد معظمها باستخدام بيانات الرصد.

في الصفحة اللاحقة صورة محاكاة لتراكيب الكون في القياسات الكبيرة تظهر تطور جزء من الكون، حيث تتراكم كثافة المادة المظلمة مع سرعة الغاز.

المصدر: تعاون إليومسترز



نحن نعيش على كوكب صغير داخل المجموعة الشمسية



في الصفحة اللاحقة صورة انطباعية لبعض الكواكب الخارجية التي تدور حول نجم يسمى ترايبست-1 (TRAPPIST-1) الذي يحتوي على الأقل على سبعة كواكب صخرية بحجم الأرض تدور حوله.

المصدر : ESO / M. Kornmesser



7.1

تشكل النظام الشمسي قبل حوالي 4.6 مليار سنة.

بأستخدام طريقة قياس العمر إشعاعياً للنيازك، تمكنا من تحديد عمر النظام الشمسي. هذا العمر يتوافق مع عمر عينات من الصخور القمرية وكذلك مع عمر أقدم الصخور الموجودة على سطح الأرض.

7.2

يتكون النظام الشمسي من الشمس والكواكب والأقمار والمذنبات والكويكبات والنيازك.

يتكون نظامنا الشمسي من نجم مركزي نسميه الشمس وكل جسم يدور حوله تحت تأثير جاذبيته. وتشمل هذه الأجسام: الكواكب وأقمارها الطبيعية، الكواكب القزمة، الكويكبات، والنيازك والمذنبات. تمثل الشمس أكثر من 99.99% من إجمالي كتلة النظام الشمسي.

7.3

هناك ثمانية كواكب في نظامنا الشمسي.

وفقاً لقرار اتحاد الفلك الدولي لعام 2006، لكي يكون الجسم كوكباً، يجب أن يستوفي ثلاثة معايير هي، الأول: يجب أن يدور حول الشمس (النجم). الثاني: هو أن الكوكب يجب أن يكون لديه كتلة كافية حتى تحوله الجاذبية إلى شكل كروي تقريبي. الثالث: يجب أن يكون تأثير جاذبيته كافياً لتنظيف جواره المداري من الأجسام الأخرى. الأجسام التي ليست أقماراً وتحقق الشرط الأول والثاني فقط، تسمى الكواكب القزمة. الكواكب في نظامنا الشمسي ابتداءً بالاقرب من الشمس هي: عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، أورانوس ونبتون.

7.4

هناك العديد من الكواكب القزمة في نظامنا الشمسي.

الكواكب القزمة كلها أصغر من قمر الأرض، الذي يبلغ قطره حوالي 3474 كم. بلوتو هو حالياً أكبر الكواكب القزمة، يليه اريس (eris)، هاوميا (haumea)، ميكميك (makemake) وسيريس (ceres). هذه الاجسام تكون صلبة ، ذات اسطح جليدية، ولها تركيب متشابه. يقع سيريس بين مداري المريخ والمشتري، بينما توجد الكواكب القزمة الأربعة الأخرى خارج مدار نبتون، في حزام كايبر.

7.5

تنقسم الكواكب إلى كواكب أرضية (صخرية) وعمالقة غازية.

تسمى الكواكب الأربعة الأقرب إلى الشمس بالكواكب الأرضية. حيث يكون لها سطح صلب وتتألف في معظمها من الصخور. عطارده ليس له غلاف غازي، وبالمقارنة مع الأرض، فإن كوكب الزهرة لديه الغلاف الغازي الأكثر كثافة، بينما الغلاف الغازي الأخف هو من حصاة المريخ. على النقيض من الكواكب الداخلية الصغيرة، فإن الكواكب الخارجية الأربعة، والتي تسمى بالعمالقة الغازية، أكبر بكثير. هذه الكواكب هي غازية التركيب (الهيدروجين والهيليوم) وأجواءها كثيفة للغاية. جميع العمالقة الغازية لديها حلقات حولها. يمتلك زحل الحلقات الأكثر إثارة للإعجاب، والتي يمكن رؤيتها حتى من خلال تلسكوب صغير نوعاً ما من على سطح الأرض.

7.6

بعض الكواكب لديها العشرات من الأقمار الطبيعية.

باستثناء عطارد والزهرة، تحتوي جميع الكواكب على قمر طبيعي واحد على الأقل. الأرض هي الكوكب الوحيد في النظام الشمسي الذي يمتلك قمراً واحداً فقط بينما يمتلك المريخ قمران. على النقيض من الكواكب الأرضية، تحتوي جميع العمالقة الغازية على عدد كبير من الأجسام التي تدور حولها. مع أكثر من 79 قمراً، فإن المشتري هو الكوكب الذي يحتوي على أكثر عدد من الأقمار الطبيعية، يليه زحل ثم أورانوس ثم نبتون.

7.7

الأرض هي الكوكب الثالث الذي يدور حول الشمس، وله قمر طبيعي واحد يدعى القمر.

الأرض هي ثالث أقرب كوكب إلى الشمس ولها مدار دائري تقريباً. يتكون الغلاف الجوي للأرض بشكل رئيسي من النيتروجين والأكسجين، ومتوسط درجة الحرارة السطحية لها تبلغ 15 درجة مئوية، ويغطي الماء أكثر من 70% من سطحها. القمر هو التابع الطبيعي الوحيد للأرض والجرم السماوي الوحيد الذي وطأته أقدام البشر.

7.8

هناك الملايين من الكويكبات، وهي بقايا من التكوين المبكر لنظامنا الشمسي.

يمكن العثور على بقايا من آثار التكوين المبكر للنظام الشمسي في حزام الكويكبات الواقع بين مداري المريخ والمشتري، وكذلك حزام كايبر الموجود خارج مدار نبتون. يتراوح حجم هذه الكويكبات من حوالي 10 م إلى 1000 كم، ومن الجدير بالذكر بأن الكتلة الكلية لجميع الكويكبات في النظام الشمسي هي أقل من كتلة القمر الأرضي.

7.9

المذنب هو جسم جليدي يكتسب ذيلاً عندما ترتفع درجة حرارته بواسطة الشمس.

تتكون المذنبات بشكل رئيسي من الجليد ، ولكنها تحتوي أيضاً على الغبار والمواد الصخرية. الجليد متطاير ويتبخر عندما يقترب المذنب من الشمس بسبب الرياح الشمسية والإشعاع. وهذا يخلق ذيلاً - ذيل غبار منحني قليلاً في الاتجاه المعاكس لحركة المذنب، يمتد لملايين الكيلومترات، وذيل بلازما مستقيم وغير مرئي للعين المجردة في كثير من الأحيان. تشير ذيول المذنب دائماً إلى الاتجاه المعاكس للشمس، بغض النظر عن الاتجاه الذي يتحرك به المذنب. يُعتقد أن معظم المذنبات تأتي من منطقتين محددين هما: حزام كايبر، الذي يقع خارج مدار نبتون، وسحابة أورت، على أطراف النظام الشمسي.

7.10

تسمى حدود النظام الشمسي بحافة الغلاف الشمسي

يمتد المجال المغناطيسي للشمس بعيداً عن سطحها مما يولد فقاعة تغلف النظام الشمسي بأكمله. المنطقة التي يتفاعل فيها المجال المغناطيسي للشمس مع المجال المغناطيسي للنجوم الأخرى تسمى الغلاف الشمسي. تُسمى الحدود الخارجية لهذه المنطقة المضطربة بحافة الغلاف الشمسي حيث يأتي بعدها الفضاء البيننجمي. في عام 2012 أصبحت المركبة الفضائية فوييجر 1 أول جسم من صنع الإنسان يعبر حافة الغلاف الشمسي.

في الصفحة اللاحقة صورة عالية الدقة
للقمر التقطتها المركبة الفضائية أفاق
جديدة (New Horizons) التابعة لوكالة
ناسا، وهي تجمع بين الصور الزرقاء
والحمراء والأشعة تحت الحمراء. التقطتها
كاميرا التصوير المرئي متعددة الأطياف
Imaging Camera (MVIC)
(Ralph / Multispectral Visual

المصدر: NASA / JHUAPL / SwRI

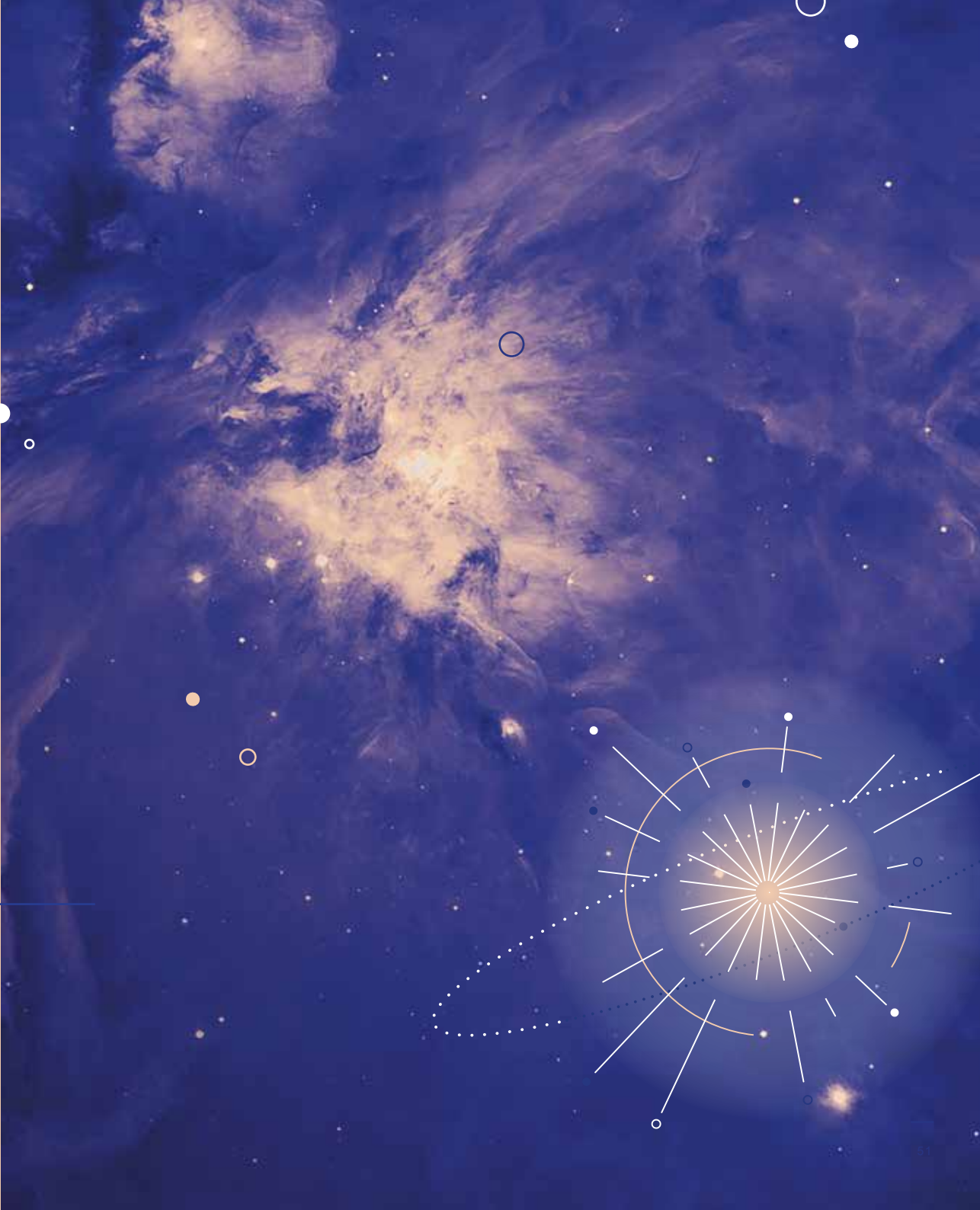


النجوم هي مصانع لإنتاج العناصر



في الصفحة اللاحقة صورة لسديم الجبار (Orion Nebula (M24) ، وهي أقرب منطقة لتكوين النجوم الضخمة حيث يبعد حوالي 1500 سنة ضوئية.

المصدر: وكالة ناسا ، وكالة الفضاء الأوروبية ، إم. روبرتو (معهد علوم التلسكوب الفضائي / وكالة الفضاء الأوروبية) وفريق مشروع الخزانة التابع لمشروع هابل الفضائي



8.1

النجم هو عبارة عن جسم مضاء ذاتياً يولد طاقته عن طريق التفاعلات النووية الداخلية.

تتكون النجوم من بلازما ساخنة جداً (وهي حالة رابعة للمادة تكون فيها الإلكترونات حرة وغير مرتبطة بالنواة). طاقة النجم ناتجة من التفاعلات النووية الاندماجية التي تحدث في مركزه، حيث تندمج ذرات الهيدروجين لتتحول إلى الهيليوم، من خلال سلسلة البروتون - بروتون (وللنجوم الضخمة من خلال دورة كاربون- نايتروجين - اوكسجين) قبل الانتقال إلى دمج العناصر الأثقل. تبقى النجوم مستقرة ولا تنفجر وذلك لأن عمليات الاندماج النووية في مركزها تبتض ضغط من الداخل إلى الخارج، هذا الضغط يقاوم قوة جاذبية النجم التي تعمل من الخارج إلى الداخل. وبهذه الطريقة، تبقى معظم النجوم التي لها كتلة مساوية أو أقل لكتلة شمسنا مستقرة لمليارات السنين.

8.2

تتشكل النجوم داخل سحب ضخمة من الغبار والغاز.

إن انهيار الجاذبية للسحب الجزيئية الباردة العملاقة يولد نجوماً. مع انهيار السحابة، تنفتحت إلى نوى تصبح مناطقها المركزية أكثر كثافة وأكثر سخونة. بعد تجاوز القيم الحرجة لدرجة الحرارة والضغط، يبدأ الاندماج النووي ويولد نجم. هذا النجم الشاب محاط في البداية بقرص من الغبار والغاز. على مدى ملايين السنين، يتحول هذا القرص إلى كواكب وأجسام أصغر.

8.3

أقرب نجم إلى الأرض هي الشمس.

الشمس كبيرة جداً بحيث يمكنها استيعاب 1.3 مليون كوكب بحجم الأرض داخلها، يبلغ قطرها عند خط الاستواء حوالي 1.4 مليون كم. على الرغم من أن حجم نجمنا هائل مقارنة بكوكبنا، إلا أن هناك نجوماً أكبر منه بكثير في الكون. يعتبر النجم العملاق (VY Canis Majoris) الذي يبلغ قطره حوالي 1800 مرة بقدر قطر الشمس، أكبر نجم معروف حتى الآن. بحيث إذا وضع في وسط نظامنا الشمسي فإن سطحه سيمتد إلى ما وراء مدار المشتري. هناك أيضاً نجوم أصغر بكثير من الشمس. أقرب نجم إلينا بعد الشمس هو بروكسيما سنتوري، وهو قزم أحمر يبلغ قطره حوالي 200,000 كم، أي 20 مرة ضعف قطر الأرض.

8.4

الشمس نجمة ديناميكية.

على الرغم من أن سطح الشمس يبدو متجانساً في المظهر، إلا أنه يمكن أن يحتوي على بقع داكنة متحركة تسمى الكلف أو البقع الشمسية. هذه البقع الشمسية أو مناطق المجال المغناطيسي القوي، تظهر داكنة لأنها أكثر برودة من المناطق المحيطة بها. تظهر البقع بشكل دوري على سطح الشمس كل 11 سنة. في بعض الأحيان يلتوي المجال المغناطيسي للشمس ويولد الكثير من الطاقة، ويطلق هذه الطاقة على شكل انفجار من الضوء والجسيمات. تسمى هذه الرشقات بالمشاعل أو الكتل الاكليلية. ولكن حتى في الأوضاع الطبيعية، تطلق الشمس باستمرار حوالي 1.5 مليار كغم من الغاز الساخن المغنط في الفضاء كل ثانية. تتدفق هذه الرياح الشمسية عبر النظام الشمسي وتتفاعل مع الكواكب. بقية النجوم تنتج أيضاً مشاعل ورياح.

8.5

يخبرنا لون النجم عن درجة حرارته السطحية.

درجة الحرارة السطحية للنجوم تتراوح بين بضعة آلاف إلى خمسين ألف درجة مئوية. تشع النجوم الساخنة معظم طاقتها في المنطقة الزرقاء والأشعة فوق البنفسجية من الطيف الكهرومغناطيسي (أطوال موجية قصيرة)، وبالتالي تبدو زرقاء في أعيننا. بينما تبدو النجوم الباردة أكثر احمراراً، لأنها تشع معظم طاقتها في المناطق الحمراء والأشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي (أطوال موجية طويلة).

8.6

الفضاء ما بين النجوم يمكن أن يكون شبه فارغ أو أن يحتوي على سحب من الغاز والغبار التي بإمكانها أن تنتج نجوم جديدة.

الفضاء بين النجوم يحتوي على كميات صغيرة من المادة على شكل غاز وغبار وجزيئات عالية الطاقة («الأشعة الكونية») و يسمى بالوسط ما بين النجوم (الوسط البيننجمي)، وتختلف كثافته حسب موقعه في المجرة. ومع ذلك، حتى المناطق الأكثر كثافة للوسط البيننجمي تبقى أقل كثافة ألف مرة من أفضل فراغ تم إنشاؤه في المختبر.

8.7

دورة حياة النجوم تعتمد بشكل كبير على كتلتها الأولية.

كشفت المحاكاة الحاسوبية أن عمر النجوم الأولى كان قصيراً نسبياً (بضع ملايين السنين)، بينما يبلغ متوسط العمر المتوقع لنجم مشابه للشمس حوالي 01 مليار سنة. يمكن أن تعيش النجوم القزمة الحمراء منخفضة الكتلة لتريليونات السنين. النجم ذو الكتلة المماثلة لكتلة شمسنا سيتحول في النهاية إلى نجم عملاق أحمر وبعد ذلك يقذف معظم كتلته إلى الفضاء، تاركاً خلفه نجماً قزماً أبيضاً محاطاً بالسديم الكوكبي. بينما نجم كبير له ثماني كتل شمسية سوف يتحول إلى عملاق أحمر قبل أن ينفجر في حدث يسمى المستعر الأعظم، تاركاً وراءه نجم نيوتروني أو ثقب أسود.

8.8

من الممكن أن تنتهي النجوم الضخمة دورة حياتها كثقوب سوداء.

الثقب الأسود هو منطقة من الفضاء يمنع مجال جاذبيتها العالي أي شيء حتى الضوء من الهروب بمجرد عبوره أفق الحدث. أفق الحدث هو منطقة تحيط بالثقب الأسود، حيث تكون السرعة اللازمة للهروب من مجال جاذبيته أكبر من سرعة الضوء. تتنبأ النماذج النظرية بأنه في وسط الثقب الأسود يوجد التفرد، حيث تقترب كثافة المادة وانحناء الزمكان من اللانهاية. الثقوب السوداء لها كتلة عالية جداً (عشرات الكتل الشمسية) ومساحتها صغيرة (نصف قطرها بضعة كيلومترات إلى عشرات الكيلومترات، حسب الكتلة).

8.9

تولد النجوم الجديدة وأنظمتها الكوكبية من المادة التي خلفتها النجوم السابقة في تلك المنطقة.

عدا الهيدروجين، ومعظم الهيليوم وكمية صغيرة من الليثيوم، فإن جميع العناصر الأخرى تم إنتاجها داخل النجوم. تنتج النجوم منخفضة الكتلة، مثل الشمس، عناصر تصل إلى الأوكسجين عن طريق الاندماج النووي، في حين أن النجوم الضخمة تنتج العناصر الأثقل من الأوكسجين ولغاية الحديد. أما العناصر الأثقل من الحديد، مثل الذهب واليورانيوم، فتنتج أثناء انفجارات المستعرات العظمى والتصادمات النجمية. عندما تموت النجوم فإنها تطلق معظم كتلتها في الوسط البيننجمي. في هذا الوسط سوف تتشكل نجوم جديدة، في عملية مستمرة من إعادة التدوير الكونية.

8.10

يتكون جسم الإنسان من ذرات تكوّن داخل النجوم المبكرة.

عدا الهيدروجين والهيليوم وكمية صغيرة من الليثيوم، جميع العناصر الأخرى انتجت داخل النجوم وإطلقت إلى الفضاء في المراحل الأخيرة من حياة هذه النجوم. هذا هو أصل معظم العناصر التي تتكون منها أجسامنا، مثل الكالسيوم في عظامنا، والحديد في دمنا والنايتروجين في حمضنا النووي. نفس الكلام ينطبق على العناصر التي تتكون منها الحيوانات والنباتات، بل كل الأشياء التي نراها من حولنا، صنعت جميعها بواسطة النجوم قبل مليارات السنين.

في الصفحة اللاحقة صورة لثاني أكبر وألمع تجمع كروي من النجوم، تظهر في سماء الأرض ليلاً. تسمى Tucanae 47 أو NGC 104.

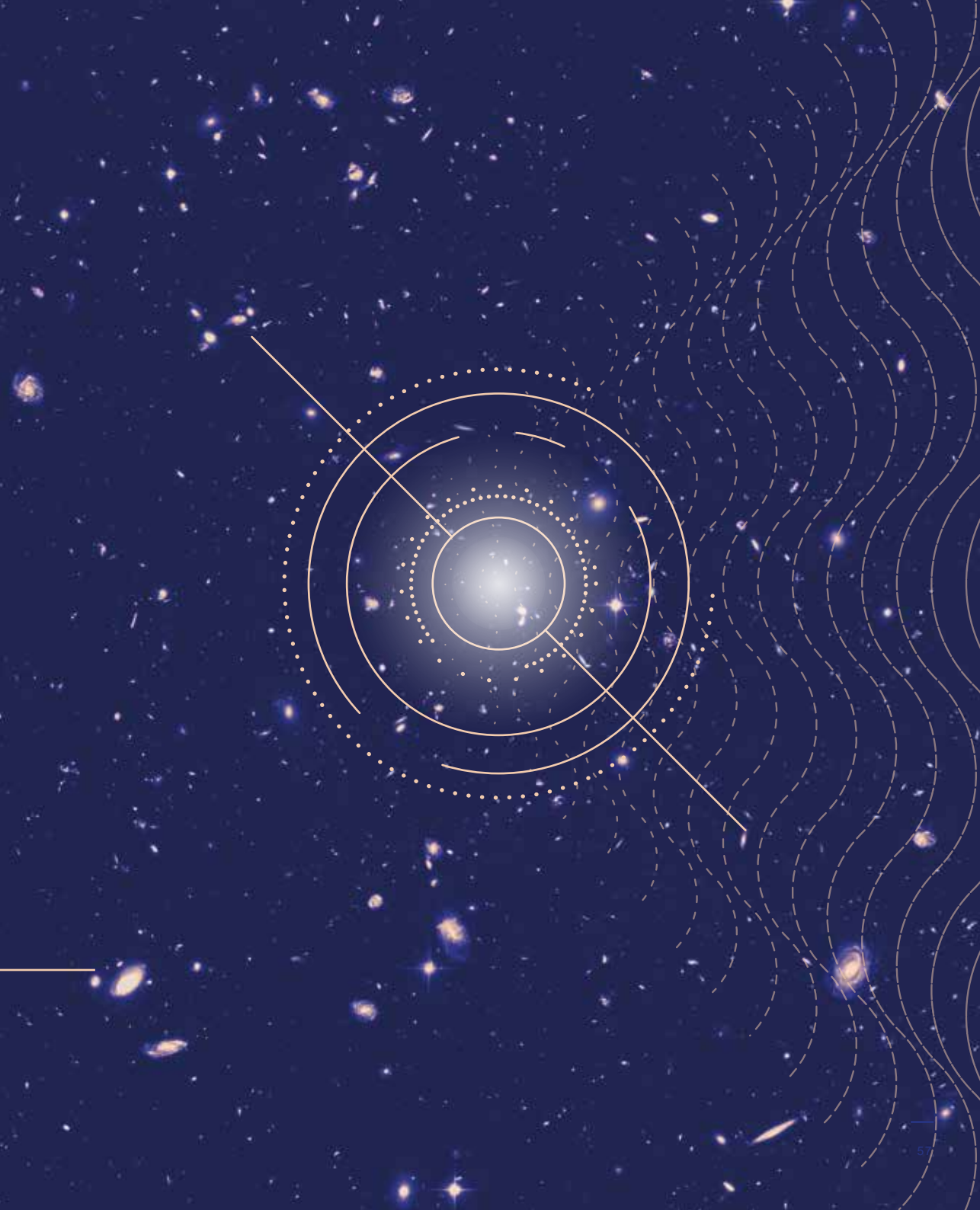
المصدر: ESO



توجد مئات مليارات المجرات في الكون

في الصفحة اللاحقة صورة لمنطقة صغيرة من الفضاء (بمساحة 01/1 تقريباً من قطر البدر) تحتوي على عشرة آلاف مجرة تقريباً.

المصدر: NASA و ESA و S. بيكرينج (STScI) وفريق HUDF



9.1

المجرة هي نظام كبير من النجوم والغاز والغبار.

تحتوي المجرة ما بين عدة ملايين إلى مئات مليارات النجوم، مرتبطة ببعضها البعض بقوة الجاذبية. يمكن أن تكون نجوم المجرة جزءاً من العناقيد النجمية، أو جزءاً من مجموعة أكبر من النجوم المنفصلة التي تنتشر في المجرة. بالإضافة إلى ذلك، تحتوي المجرة على بقايا النجوم والغاز والغبار والمواد المظلمة. وأخيراً، العديد من المجرات تحتوي على ثقب أسود فائق الكتلة في مركزها.

9.2

المجرات تحتوي على كميات كبيرة من المادة المظلمة.

المادة المظلمة هي نوع افتراضي من المادة التي لا تبعث أو تتفاعل مع الإشعاع الكهرومغناطيسي، وبالتالي من المستحيل رؤيتها من خلال الرصد بصورة مباشرة. على الرغم من أن المادة المظلمة لا يمكن رؤيتها، إلا أن لها كتلة، ويتم الاستدلال على وجودها من تأثيراتها الجاذبية على الأجسام المرئية. كمثال على هذه الآثار هي حركة الأجسام المرئية، أو تشويه الصور بسبب عدسة الجاذبية. المجرات محاطة بهالة كبيرة من المادة المظلمة، وهذا يعني أن ما نراه من المجرة هو جزء بسيط جداً.

9.3

تكوين المجرة هي عملية تطورية.

على مدى ملايين السنين الأولى من تاريخ الكون، تطورت المادة المظلمة وكونت العديد من المناطق الكبيرة والكثيفة تسمى الهالات. وعندما سقط الهيدروجين والهيليوم في هذه الهالات، تشكلت المجرات الأولى والنجوم الأولى. بعد ذلك، تطورت المجرات الحلزونية الأكبر حجماً مثل مجرة درب التبانة لأنها اجتذبت ودمجت العديد من المجرات الصغيرة. بينما تشكلت المجرات الإهليلجية الكبيرة عندما اصطدمت المجرات الضخمة واندمجت. شكلت هذه المجرات نجومًا جديدة بمعدل متزايد أو بطيء اعتماداً على كمية الغاز الذي تحتويه وعلى ارتفاع درجة الحرارة الناتجة من انفجار النجوم أو الأنشطة في مركز المجرة.

9.4

توجد ثلاثة أنواع رئيسية من المجرات: الحلزونية والإهليلجية وغير المنتظمة الشكل.

اعتماداً على مظهرها الخارجي تصنف المجرات إلى: حلزونية، إهليلجية، وغير منتظمة الشكل. لا تختلف هذه المجرات في الشكل فقط ولكن أيضاً في محتوياتها. المجرات الحلزونية عملت على تسطيح الأنواع الحلزونية التي شكلتها النجوم الشابة الساطعة وكميات كبيرة من الغاز والغبار. في المقابل، تحتوي المجرات الإهليلجية على غاز أقل، ومعظم نجومها قديمة وموزعة بشكل بيضوي أو كروي. بعض المجرات، بما في ذلك معظم المجرات القزمة، ليس لها أي من هذين الشكلين القياسيين ولذلك تسمى غير منتظمة.

9.5

نحن نعيش في مجرة حلزونية الشكل تسمى درب التبانة.

مجرتنا التي تسمى مجرة درب التبانة هي مجرة حلزونية الشكل مع شريط من النجوم في المنتصف. يقع النظام الشمسي على بعد حوالي 25 000 سنة ضوئية من المركز، في ذراع حلزوني. الجزء المرئي من مجرتنا هو مجموعة من النجوم على شكل قرص يبلغ قطرها حوالي 100 000 سنة ضوئية وسمكها حوالي 2000 سنة ضوئية فقط. في هذا القرص، تشكل النجوم الشابة والغبار أذرع لولبية. خلال ليلة مظلمة ومن موقع مظلم مناسب، يمكننا أن نرى جزءاً صغيراً من أكثر من 100 مليار نجم داخل قرص المجرة كحزمة ضبابية ضخمة تتقوس عبر السماء. هذا ما يمكن أن نشاهده من داخل مجرتنا.

9.6

تشاب الأذرع الحلزونية للمجرات بواسطة أكوام من الغاز والغبار.

من أكثر النظريات قبولاً حول تشكيل الأذرع الحلزونية هي أنها ناتجة عن موجة الكثافة التي تتحرك عبر قرص المجرة، مما يتسبب في تراكم النجوم والغاز والغبار بطريقة مشابهة لازدحام المرور على طريق سريع مزدحم. هذا يؤدي إلى مناطق أكثر كثافة في القرص والتي ينظر إليها على أنها أذرع حلزونية. تحتوي هذه المناطق ذات الكثافة العالية على الكثير من الغاز والغبار، والتي تعتبر ضرورية لتشكيل نجوم جديدة. بالتالي، تحتوي الأذرع الحلزونية على العديد من النجوم الساطعة الشابة، مما يدل على أن هذه المناطق لديها معدل تكوين نجمي مرتفع.

9.7

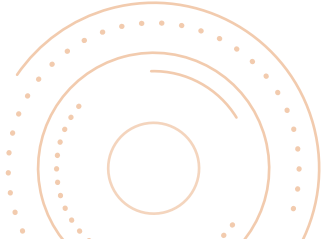
معظم المجرات لها ثقب أسود هائل في مركزها.

تحتوي المجرة النموذجية بحدود 100 مليون ثقب أسود ذو كتلة نجمية. تتشكل هذه الأنواع من الثقوب السوداء عندما ينهي نجم ضخيم حياته في انفجار مستعر أعظم. توجد الثقوب السوداء الهائلة في مراكز معظم المجرات، وهي أكبر أنواع الثقوب السوداء، حيث تتراوح كتلتها بين بضعة ملايين إلى أكثر من مليار كتلة شمسية. تحتوي مجرة درب التبانة على ثقب أسود فائق الكتلة في مركزها تبلغ كتلته حوالي 4 ملايين كتلة شمسية. تم التقاط أول صورة ظلية مباشرة لأفق الحدث لثقب أسود في مركز المجرة الإهليلجية الضخمة M78 في عام 2019، من خلال دمج البيانات من ثمانية تلسكوبات راديوية حول العالم.

9.8

المجرات يمكن أن تكون بعيدة جداً عن بعضها البعض.

تعتبر مجرة كانييس مجاور القزمية هي المجرة الأقرب إلى مجرة درب التبانة، حيث تبعد حوالي 25 000 سنة ضوئية. تبدو المجرات البعيدة خافتة جداً بالنسبة لنا وبالتالي يصعب رصدها. من أجل تصوير المجرات البعيدة، من الضروري استخدام تلسكوبات كبيرة ذات قدرة تمييز عالية، وأخذ تعريضات طويلة لجمع ضوء كافٍ من هذه الأجسام.



9.9

المجرات تشكل عناقيد مجرية.

المجرات ليست مبعثرة بشكل عشوائي في جميع أنحاء الكون. بل هي مرتبطة مع بعضها البعض مكونة تشكيل كبير يسمى العنقود المجري. تتكون هذه العناقيد من مئات أو حتى آلاف المجرات المرتبطة ببعضها من خلال جاذبيتها المتبادلة. تتجمع العناقيد المجرية لتكون هياكل أكبر تسمى العناقيد المجرية الهائلة. مجرة درب التبانة جزء من ما يسمى مجموعة المجرات المحلية، والتي تضم أكثر من 54 مجرة. المجموعة المحلية هي عضو بعيد في عنقود العذراء المجري، والذي يعد جزءاً من عنقود مجرات العذراء العظيم، وهو بدوره جزء من عنقود لانياكيا.

9.10

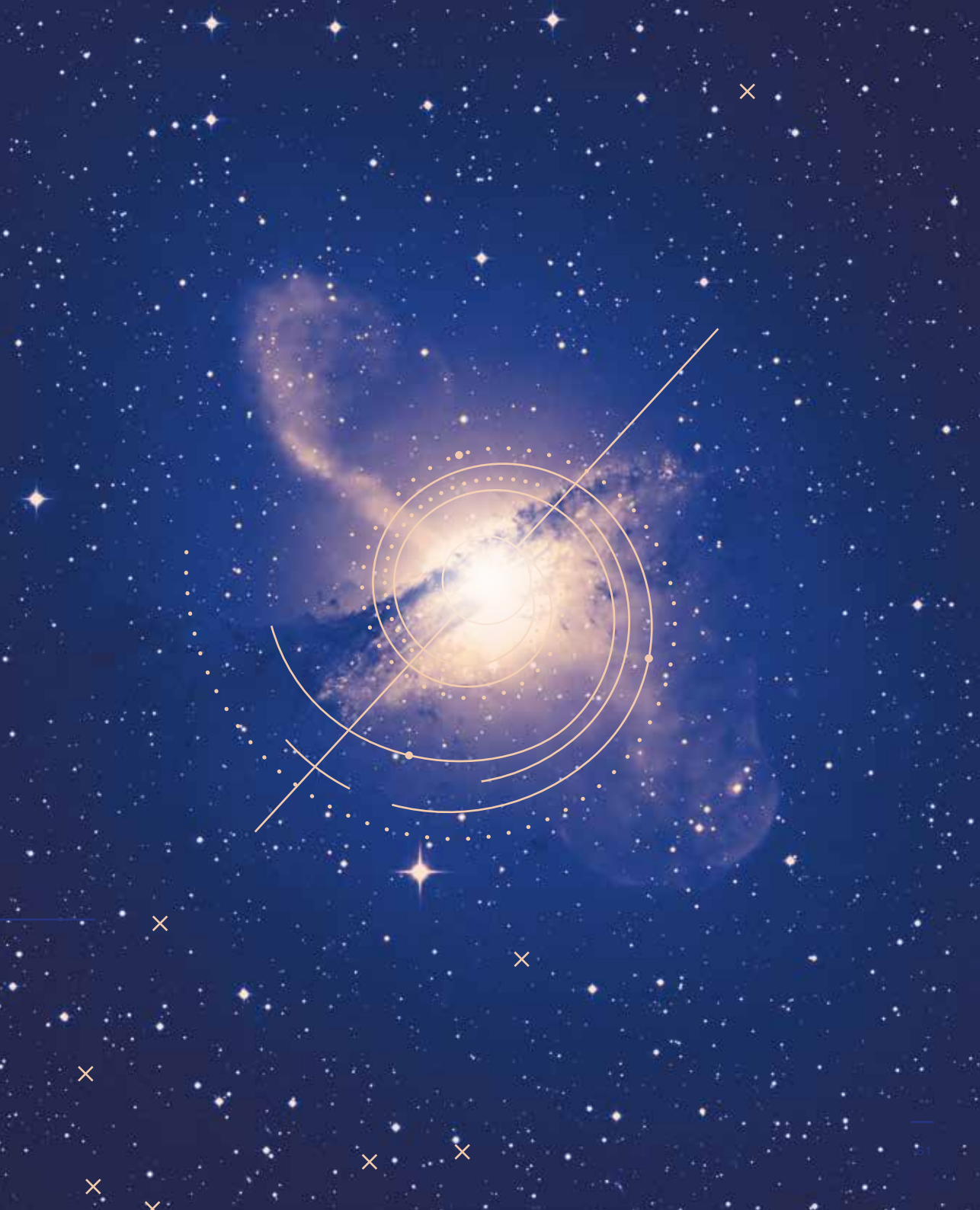
المجرات تؤثر على بعضها البعض بواسطة الجاذبية.

تؤثر التفاعلات بين المجرات على مظهرها وتطورها. في الماضي كان يعتقد أن المجرات يمكن أن تتحول من نوع مجري إلى آخر خلال فترة حياتها، لكن المعرفة العلمية الحالية تظهر أن تفاعلات الجاذبية هي السبب وراء بعض أنواع المجرات. على سبيل المثال، قد تنشأ المجرات الإهليلجية من خلال عمليات الاندماج بين المجرات الكبيرة السابقة، وفي الوقت نفسه قد تؤدي هذه الأحداث إلى ازدياد وتيرة تكوين النجوم بشكل كبير في المجرات المتفاعلة.

في الصفحة اللاحقة صورة لمجرة قنطورس (Centaurus A)، تكشف عن الفصوص والتنفقات المنبعثة من الثقب الأسود النشط الموجود في مركز هذه المجرة.

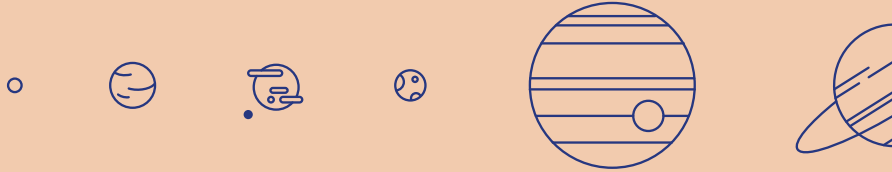
المصدر: CfA / R. Kraft et al. (X-ray); NASA / CXC / al. (Submillimetre); MPIfR / ESO / APEX / A. Weiss et ESO / WFI (Optical);





قد لا نكون وحدنا في هذا الكون

10



الصورة في الصفحة اللاحقة هي للارض كما تُشاهد من زحل، اخذتها المركبة الفضائية كاسيني، من على بعد مليار ونصف كيلومتر.

المصدر: NASA / JPL-Caltech
معهد علوم الفضاء



10.1

تم اكتشاف جزيئات عضوية خارج الأرض.

تحتوي الجزيئات العضوية على الكربون، وهو لبنة أساسية للحياة كما نعرفها. تُظهر ارساد الوسط البيننجمي أن الجزيئات العضوية مثل الأحماض الأمينية البسيطة، موجودة في الفضاء. كما تم العثور على جزيئات عضوية في المذنبات والنيازك. من المحتمل جداً أن تكون هذه الجزيئات موجودة بالفعل في الغاز والغبار الذي تشكل منه نظامنا الشمسي.

10.2

بعض الكائنات الحية تمكنت من البقاء على قيد الحياة في بيئات قاسية على سطح الأرض.

على الرغم من أن معظم أشكال الحياة على الأرض حساسة للظروف البيئية، فقد وجد أن بعض الكائنات الحية، مثل الأحياء الليفة الظروف القاسية (extremophiles)، تعيش في الظروف القاسية مما يدل على أن الحياة يمكن أن توجد في أماكن لا يمكن توقعها. يمكن أن تقاوم هذه الكائنات الحية الظروف الصعبة في درجات الحرارة والضغط ودرجة الحموضة والتعرض للإشعاع. حيث يعيش البعض منها في أماكن مثل الصحاري والأقطاب وأعمق المحيطات وطبقات الأرض أو حتى في البراكين. كما يمكن لنوع معين من الكائنات الحية أن تبقى على قيد الحياة في ظروف الفراغ. هذه الحقائق هي أسباب تدعونا للتفأول الحذر حول امكانية وجود شكل من اشكال الحياة على الكواكب أو الاقمار الأخرى ، والتي غالباً ما تمتلك ظروفأ بيئية قاسية.

10.3

الآثار المحتملة للماء السائل تُشير الى امام إمكانية وجود حياة بدائية على سطح المريخ.

الماء السائل هو عامل رئيسي لتطور الحياة كما نعرفها. لهذا السبب، كان البحث عن الماء السائل على الكواكب الأخرى وأقمارها هدفاً مهماً في البحث عن حياة خارج كوكب الأرض. على مر السنين تم العثور على آثار محتملة للمياه السائلة على سطح المريخ، مما زاد من الجدل حول وجود الحياة على هذا الكوكب. على الرغم من أن الأدلة التي تثبت وجود المياه السائلة حالياً على سطح المريخ موضع نقاش قوي، فإن الآثار المحتملة توفر الدعم لفكرة أن أشكال الحياة البسيطة قد تكون موجودة. بصورة عامة، إذا كانت هناك مياه سائلة في أعماق سطح المريخ، فهذا يعني أن هناك احتمالية لوجود الحياة فيها.

10.4

بعض الأقمار (التوابع) في نظامنا الشمسي تمتلك الظروف الملائمة لوجود الحياة.

بعض أقمار الكواكب العملاقة في نظامنا الشمسي لها خصائص مشتركة مع الكواكب الأرضية، مثل الغلاف الجوي الكثيف والنشاط البركاني. يوروبا ، أكبر أقمار المشتري ، له سطح متجمد يغطي المحيط السائل. يعتقد العلماء أن هذا المحيط قد يوفر الظروف المناسبة لوجود شكل من أشكال الحياة البسيطة. تيتان ، أحد أكبر أقمار زحل، مرشح آخر لاستضافة الحياة البسيطة. تيتان غني بالمركبات العضوية المعقدة، ولديه غلاف جوي كثيف، وميثان سائل على السطح، وقد تم افتراض أنه يحتوي على محيط مائي تحت السطح.

10.5

هناك العديد من الكواكب تسمى بـ «الكواكب الخارجية» ، والتي تدور حول نجوم أخرى غير الشمس.

منذ اكتشاف أول كوكب يدور حول نجم آخر، تم اكتشاف آلاف الكواكب التي تدور حول نجوم أخرى غير الشمس، تسمى بـ الكواكب الخارجية. يستمر عدد الكواكب الخارجية المكتشفة بالازدياد بوتيرة متسارعة، ونحن الآن قادرون على تمييز أعداد الكواكب الخارجية في المناطق المجاورة لنظامنا الشمسي.

10.6

الكواكب الخارجية يمكن أن تكون متنوعة للغاية وغالباً ما توجد في نظم كوكبية.

تُظهر الكواكب الخارجية تنوع كبير في الخصائص الفيزيائية والمدارية. حيث تتراوح كتلتها بين كتلة عطارد إلى أضعاف كتلة المشتري، ونصف قطر يتراوح بين مئات الكيلومترات إلى عدة أضعاف نصف قطر المشتري. أما الفترات المدارية للكواكب الخارجية حول نجومها فقد تكون قصيرة جداً تصل إلى بضع ساعات، كما يمكن أن يكون لها شذوذ مداري عالي مشابه لشذوذ مذنبات النظام الشمسي. معظم الكواكب الخارجية موجودة في أنظمة كوكبية، تتكون من عدة كواكب تدور حول نفس النجم.

10.7

نحن الآن على وشك اكتشاف كوكب يشبه الأرض.

بسبب تطور دقة الطرق المستخدمة للكشف عن الكواكب الخارجية، يمكننا الآن العثور على كواكب ذات كتلة منخفضة تصل إلى كتلة أرضية واحدة وحجم مساوي لنصف قطر الأرض. لقد أظهرت عمليات البحث، رغم محدوديتها، أن جوار نظامنا الشمسي يبعج بالكواكب. بعض هذه الكواكب تدور داخل ما يسمى بالمنطقة الصالحة للسكن حول النجم المضيف. حيث يتلقى الكوكب الذي يدور داخل المنطقة الصالحة للسكن الكمية المناسبة من الإشعاع من النجم المضيف للسماح بوجود الماء السائل على سطحه.

10.8

العلماء يبحثون عن حياة ذكية خارج الأرض.

إحدى طرق البحث عن حضارات ذكية خارج كوكب الأرض هي البحث عن إشارات لا يمكن أن تنتج بشكل طبيعي من أي ظاهرة فلكية معروفة. يُعرف البحث المنهجي عن هذه الإشارات باسم البحث عن الذكاء خارج الأرض (Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI)). حتى الآن، لم نعثر على مثل هذه الإشارات، لكن المراصد الفلكية بكل أنواعها تواصل مسح السماء بحثاً عن أي دليل للحياة الذكية خارج الأرض.

يجب المحافظة على الارض:
منزلنا الوحيد في الكون

11

في الصفحة اللاحقة صورة لمنظر ليلي
للأرض من محطة الفضاء الدولية، حيث
يمكن رؤية الأضواء في كل من كوريا
الجنوبية واليابان.

المصدر: NASA



11.1

لا يقتصر تأثير التلوث الضوئي على البشر وإنما يشمل الحيوانات والنباتات كذلك.

منذ ملايين السنين، تطورت الحياة على الأرض في غياب الضوء الاصطناعي، حيث تكيفت الكائنات الحية مع الأنشطة النهارية أو الليلية. منذ اختراع الكهرباء، قلل البشر بشكل متزايد من الظلام الليلي بواسطة الأضواء الاصطناعية، مما تسبب في مشاكل تلوث ضوئي خطيرة تركت آثار عديدة على بيئة الأرض وسلوك الحيوانات وصحة الإنسان. حيث تأثرت الحياة البرية بصورة مباشرة لأن الأضواء الاصطناعية غيرت عادات الحيوانات (كالنكاثرة والتنقل) وعطلت فسيولوجية (وظائف الأعضاء) أجسامها. كما بدأنا نفقد السماء المظلمة التي استمتع بها أجدادنا، لأنه في العديد من البيئات الحضرية والضواحي أصبح من شبه مستحيل رؤية مجرة درب التبانة في الليل.

11.2

الكثير من الانقراض الناتجة عن الأنشطة البشرية تدور حول الار.

مع تطور تكنولوجيا الفضاء، تمكنت البشرية من إرسال العديد من الأجسام إلى الفضاء باستخدام الصواريخ. منذ بداية عصر استكشاف الفضاء، ازدادت بشكل كبير كمية الانقراض الناتجة عن الأنشطة البشرية في الفضاء، مثل قطع الصواريخ أو الأقمار الصناعية القديمة. يوجد حالياً بحدود 500 000 قطعة من الحطام، تُعرف أيضاً باسم (الخردة الفضائية) تدور حول الأرض. أثناء حركة الخردة الفضائية بسرعات عالية في مدار الأرض، فإن أي تصادم مع مركبة فضائية أو قمر صناعي يمكن أن يسبب أضرار جسيمة. لذلك تعتبر هذه الخردة الفضائية تهديد خطير بالنسبة لمحطة الفضاء الدولية وغيرها من المركبات الفضائية المأهولة (أي التي تحتوي على طواقم بشرية). يعد رصد الحطام الفضائي وتطوير تكنولوجيا جمع الأقمار الصناعية والحطام مجالاً نشطاً للبحث والتطوير.

11.3

نحن نراقب الأجسام الفضائية التي يحتمل أن تكون خطرة.

خلال المراحل المبكرة من تكوين النظام الشمسي، كانت الكواكب المتشكلة حديثاً تتعرض لضربات مستمرة من أجسام صغيرة، مثل الكويكبات. بعض الحفر العملاقة على سطح الأرض وكل تلك الفوهات التي نشاهدها على القمر هي أدلة مباشرة على أن هذه الضربات يمكن أن تكون خطيرة للغاية. على الرغم من أنه لا يزال موضوعاً للبحث والنقاش، إلا أنه يعتقد أن انقراض الديناصورات واعداد كبيرة من الانواع الأخرى ربما كان بسبب ارتطام كويكب كبير بالأرض قبل حوالي 65 مليون سنة. على الرغم من أن احتمال حدوث تأثير بهذا الحجم في الوقت الحاضر منخفض جداً، إلا أنه من الضروري رصد ومتابعة جميع الأجرام السماوية التي قد تشكل تهديداً محتملاً للحياة على الأرض. في غضون السنوات القليلة المقبلة، ينبغي أن تكون برامج الرصد التي تنفذها وكالات الفضاء والمرصد الفلكية قادرة على تحديد جميع الكويكبات التي أحجامها بحدود كيلومتر واحد أو أكبر التي يحتمل أن تكون خطرة. في الوقت الحاضر لا يوجد أي من الكويكبات المعروفة في مسار تصادمي مع الأرض.

11.4

البشر يؤثرون بشكل كبير على بيئة الأرض.

لقد جلب التصنيع للمجتمع العديد من المزايا، ولكنه تسبب أيضاً في العديد من المشاكل البيئية على الأرض. من خلال إزالة الغابات وتلوث الأنهار والمحيطات والغلاف الجوي، فإننا ندمر المصادر الحيوية للهواء النقي والغذاء والماء الضرورية للحياة على الأرض. تسببت البشرية في انقراض العديد من الأنواع، ولا تزال نتفب من المعادن وموارد الطاقة في البيئات المهددة بالانقراض. يؤثر تغير المناخ الذي يسببه الإنسان (الاحترار العالمي) على بيئتنا بشكل كبير، ويعرضنا والعديد من الأنواع للخطر.

11.5

يتأثر المناخ والغلاف الجوي بشدة بالنشاط البشري.

بدون الغلاف الجوي ، سيكون كوكبنا عالماً جليدياً بمعدل درجة حرارة تبلغ - 18 درجة مئوية. ومع ذلك ، فإن غازات الدفيئة في الغلاف الجوي تمتص جزءاً من الإشعاع الحراري المنبعث من الأرض وتشتعه مرة أخرى نحو سطح الأرض ، مما يجعل الأرض صالحة للسكن. وقد أدى النشاط البشري إلى زيادة كبيرة في مستويات غازات الدفيئة الرئيسية في الغلاف الجوي للأرض ، مما سبب اختلالاً في ميزانية طاقة الأرض. تؤدي زيادة هذه الغازات إلى احتجاز المزيد من الطاقة على الأرض ، مما يؤدي إلى ارتفاع متوسط درجات الحرارة. الأرض غير قادرة على إشعاع الطاقة الزائدة (التخلص منها) عبر أنظمتها الطبيعية ، مما يؤدي إلى تغيير أنماط المناخ العالمي ، التي تكون حساسة لاختلالات الطاقة.

11.6

من الضروري وجود منظور عالمي للحفاظ على كوكبنا.

كل شخص من سكان هذا الكوكب يمكنه التصرف ، كجزء من مجموعة أو بشكل فردي ، للمساعدة في حل المشكلات العالمية. من الضروري الحفاظ على الأرض لأحفادنا. في الوقت الحاضر ، الأرض هي الكوكب الوحيد في الكون الذي تتوفر فيه الشروط اللازمة لوجود واستمرار الحياة.

11.7

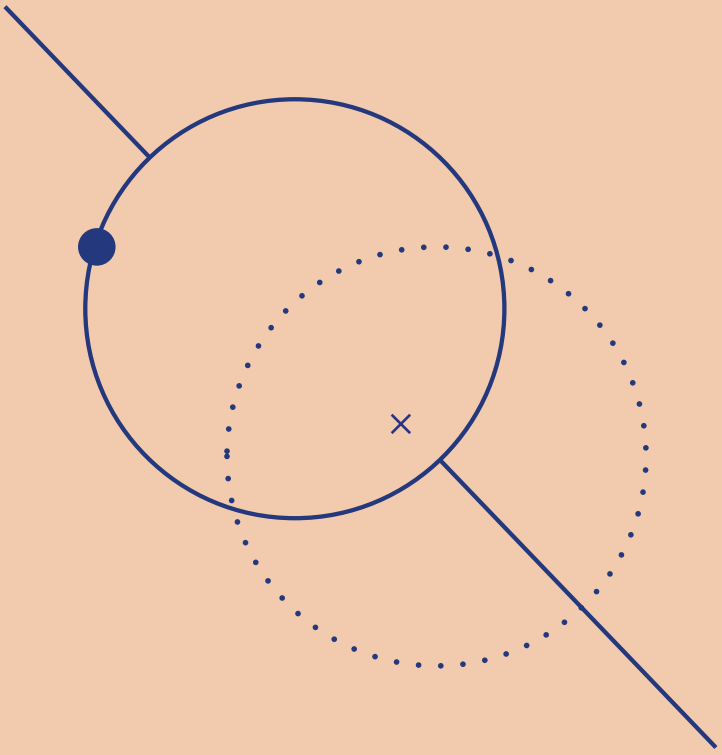
يوفر لنا علم الفلك منظوراً كونياً فريداً يعزز وحدتنا كمواطنين على الأرض.

جميع البشر على الأرض يعيشون تحت سماء واحدة ، ويتشاركون مسؤولية الحفاظ عليها. صور الأرض من الفضاء تُظهرها كقطعة من الرخام الأزرق تشبه سفينة الفضاء التي تسافر بنا في هذا الكون الشاسع ، حيث تختفي جميع الحدود بين الدول وتكون غير ذات أهمية. تساعدنا الصور من المركبات الفضائية مثل فوييجر 2 وكاسيني على إدراك أن هذه «النقطة الزرقاء الشاحبة» هي مجرد نقطة في كون شاسع.

x

x

x



x

x

x

x

x

x



Universiteit
Leiden
The Netherlands

