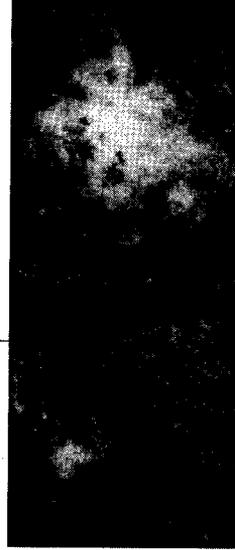


12

هل ثمة حياة في عوالم أخرى؟



إننا نسعى إلى تجاوز زماننا لعلنا نعيش زمانكم. ونتطلع بعين الأمل إلى إدراك ركب الحضارات المجرية يوماً ما، بعد أن نكون قد دَللنا ما يواجهنا من صعوبات. وما هذا السجل إلا رمز أملنا وعزمنا وصادق استعدادنا للتعامل مع كونٍ فسيح ومثير.

الرئيس الأمريكي جيمي كارتر، 1977
من قيد السجل الخاص بمركبتي فوياجر الفضائيتين

الأهداف:

- وُصف الأساس الجزيئي للحياة الأرضية.
- إيراد الدليل على أن حياة ما قد نشأت تلقائياً على الأرض من جزيئات لحيّة.
- عرض نظرية علمية عن منشأ الحياة الذكيّة على الأرض، وتطوُّرها التدريجي.
- استقراء البحث عن الحياة على كوكب المريخ.

- إيراد الدليل على وجود منظومات كوكبية غير منظومتنا.
- ذكر العوامل المتصلة بالاحتمالات الإحصائية لوجود حياة ذكية خارج كوكبنا الأرضي.
- استعراض جهود البحث والاستكشاف الإنساني في الفضاء في الماضي والحاضر.
- تقديم الرؤية العلمية السائدة حالياً حول الرحلات البينجمية والأجسام الطائرة المجهولة.
- استعراض مشروعات نفذها العلماء، أو يخططون لتنفيذها، بحثاً عن ذكاء خارج الأرض.

1.12 مكتشفات واعدة:

هل ثمة حياة خارج حدود الأرض extraterrestrial life ؟ الله أعلم! فقد تكون الحياة على الأرض ظاهرة كونية فريدة، وقد لا تكون بالنظر إلى وجود دلائل مقنعة تشير إلى أننا لسنا وحيدين.

ومن المعلوم للمختصين في الكيمياء الحيوية أن وجود كل الكائنات الحية على الأرض يعتمد على عدد قليل من جزيئات عضوية أساسية، أو جزيئات تحتوي على الكربون، بالإمكان تصنيعها في المختبرات من ذرات غازية.

وقد رصد علماء الفلك ذرات وجزيئات الحياة الأساسية في منظومتنا الشمسية، وفي النجوم، وفي سُحب الغبار البينجمي، ووجدوا أيضاً أحجاراً نيزكية تحوي حموضاً أمينية amino acids ومواد كيميائية شحمية lipidlike وماء.

ويُفترض علماء الفيزياء أن القوانين الطبيعية التي تحكم الظواهر الفيزيائية والكيميائية على الأرض صحيحة كذلك في كل مكان في الكون.

فإذا كان للحياة على الأرض أن تنشأ من جزيئات لحيّة، بفعل سلسلة من العمليات الفيزيائية والكيميائية، فمن المحتمل كذلك أن تكون هناك حياة في أماكن أخرى من بين ما يزيد على 200 مليار نجم في مجرتنا درب التبانة، أو في غيرها من مجرات الكون الأخرى التي يناهز عددها 100 مليار مجرة.

لقد بدأ البحث فعلاً!

وعلم الأحياء الفلكية astrobiology هو المبحث الذي يدرس منشأ الحياة في الكون، وتوزّعها وتطوّرها ومستقبلها. وقد يتمكن هذا العلم عما قريب من الإجابة عن تساؤلات من قبيل: كيف بدأت الحياة على الأرض؟ وكيف تطوّرت؟ وهل توجد أنماط حياة أخرى مغايرة؟ وما المآل الذي ينتظرنا نحن البشر على الأرض وفي الفضاء؟

ما الذي يحمل العلماء على الاعتقاد بإمكان وجود حياة خارج نطاق الأرض؟

الجواب: وُجدت جزيئات الحياة الأساسية في الفضاء، وصُنّعت في المختبرات. فإذا جازَ لكائنات حيّة أن تنشأ عن جزيئات لحيّة بفعل سلسلة من التفاعلات الفيزيائية والكيميائية، وإذا لم تكن تلك الكائنات الحيّة نتيجة لظاهرة كونية فريدة، صحّ لنا القول بإمكان وجود حياة في عوالم أخرى.

2.12 البدايات الكونية

في مقدمة الصفات التي تُميّز كائناً حياً عن آخر غير حيّ القدرة على

التكاثر وخاصة الاستقلاب (الأيض) metabolism. لكن ما الذي قدَح شرارة الحياة الأولى؟ لا أحد يعلم؛ غير أن نظرية التطور الكوني cosmic evolution theory تربط ظهور الكائنات الحيّة بقوى كونية وفقاً لما يلي:

انبعث الكون إلى الوجود في حادثة الانفجار العظيم منذ 10 - 20 مليار سنة خلت، وكان الهيدروجين والهيليوم أول العناصر. ثم تمدد الكون وتبرّد، وتكوّنت المجرات والنجوم، وبدأت العناصر الثقيلة تتولّد ببطء بعملية التخليق النووي nucleosynthesis في باطن النجوم الكبيرة الكتلة. وراحت المستعرات الفائقة تثر مادة غنيّة في الفضاء من جديد، حيث تكرّرت الدّورة. ومنذ نحو خمسة مليارات سنة تكثّفت الشمس من سحابة بينجميّة غنيّة تحمّل عناصر حيوية وحبيبات غباريّة. واتّخذت الأرض - وسائر أجرام المنظومة الشمسية - شكلها ضمن قرص مرتصّ ومتبرّد من المادة، طوّف حول الشمس الوليدة.

في بداية الأمر كان سطح الأرض مضطرباً ونارياً؛ فالبراكين النّشطة تقذف بحمّمها وغازاتها الحارّة باستمرار، والأحجار النيزكيّة والمذنبات تهوي وترطم، مضيّفةً بذلك مزيداً من العناصر الحيوية إلى الأرض الفتية.

تلا ذلك مليار سنة تبرّدت فيها الأرض. وبفعل انتزاع الغازات outgassing تكوّن غلاف جويّ وبحرّ محيط.

قام العلماء بتفعيل مزيج من مركّبات الهيدروجين والكربون والأكسجين وغازات آزوتية شبيهة بغازات الغلاف الجويّ الأول، واستطاعوا توليد جزيئات عضوية تضمّ الحموض الأمينية، التي هي بمنزلة الجزيئات الأساسية للحياة. واجتمعت مصادر الطاقة المتاحة: كأشعة الشمس فوق البنفسجية، والأشعة الكونيّة، ومضات الإنارة، وموجات الصّدم الناشئة عن الفعالية الجيولوجية، اجتمعت كلّها - منذ أربعة مليارات سنة - للإبقاء على الغازات الجويّة متماسكة في جزيئات عضوية أكثر تعقيداً.

وهناك احتمالٌ آخر يقول إنَّ منافذَ حراريَّةٍ في قاع المحيط كانت مهدِّ الحياة، بالنظر إلى أن الأحوال هناك تبدو مساعفةً لتكوين الجزيئات العضوية.

وشيثاً فشيئاً تراكمت الجزيئاتُ العضويَّةُ في بحار الأرض. ومع تزايد تركيزها أدَّى تلامُّطُها في الماء إلى اندماج صغارها بكبارها. وكان للماء دورٌ مهمٌّ في تلك العملية، من حيث تسريعُ التفاعلات الكيميائية عن طريق تسهيل عمليات التصادم في ما بين الجزيئات.

وربما انقضى مليارُ عام تكوُّن في أثنائه مزيدٌ من الجزيئات المعقَّدة، إلى أن تكوَّنت في آخر الأمر جزيئات الحمض الرِّبِّي النووي ribonucleic acid (RNA) والحمض الرِّبِّي النووي المنقوص الأكسجين deoxyribonucleic acid (DNA)، التي حَمَلت التعليمات (الشفرات) الوراثية genetic codes للتناسخ. وبذلك تمَّ الانتقال من المادة اللاحيَّة إلى المادة الحيَّة.

لماذا كان الماء مهماً في عملية التطوُّر الكيميائي للجزيئات العضوية الأساسية للحياة؟

الجواب: يسرُّع الماء التفاعلات الكيميائية بتمكين الجزيئات من التصادم في ما بينها.

3.12 الدليل العلمي

يدلُّ الفيروسُ الاعتيادي على أن الكائنات الحيَّة يمكن أن تتطوُّر من جزيئات لآحيَّة، لأنه يحمل صفات مشتركةً منهما معاً.

يتألف الفيروس - وهو كائن دقيقٌ جداً لا يُرى إلا تحت المجهر الإلكتروني - أساساً من جديلة DNA أو RNA. ويتعذَّر على الفيروس توفيرُ طاقته الذاتية أو استنساخ نفسه خارج الخلايا الحيَّة، ويبقى ناشطاً مادامت

الخلايا التي يصيها تمدُّه بالطاقة اللازمة لنموه، وتهيئ له أسباب تكاثره. وإذا كان الحدُّ الواضح الفاصل بين المادة الحيَّة واللاحيَّة مصطنعاً ووُجدت الفيروسات ضمن سلسلة متَّصلة، اقتضى ذلك أن تكون هذه الفيروسات في مكان ما قرب الوسط. ولعلَّ خليةً أوليةً قديمةً مشابهة هي التي آذنت ببداية الحياة على الأرض.

ما الدليل على إمكان تطوُّر كائنات حيَّة من جزيئات لآحيَّة؟

الجواب: يحمل الفيروسُ صفاتٍ من الكائنات الحيَّة والجزيئات اللاحيَّة في آنٍ معاً.

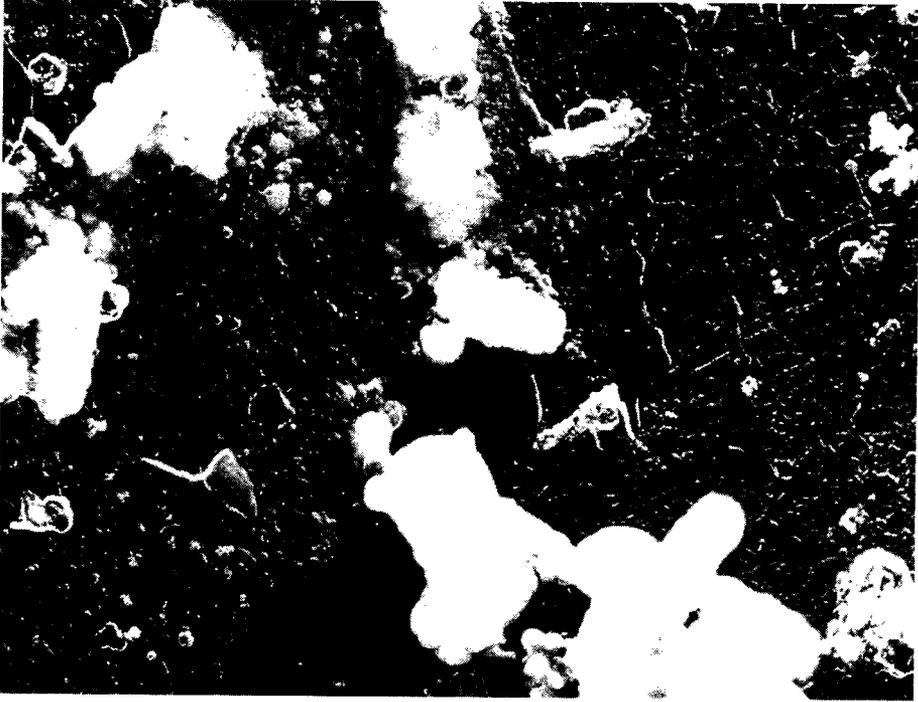
4.12 التطوُّر

يؤكدُ مبدأ الاصطفاء الطبيعي، أو بقاء الأصلح، على أن الكائنات الحيَّة على الأرض تطوَّرت بلا استثناء من كائنات بسيطة وحيدة الخلية.

وتدلُّ المستحاثاتُ المجهريةُ الدقيقةُ microfossils في الصخور الأرضية التي تزيد أعمارها على ثلاثة مليارات سنة على أن الحياة وُجدت على الأرض - عندما تكوَّنت تلك الصخور - على مستوى نباتات بسيطة وحيدة الخلية سُميت بالطحالب algae، وكائنات من قبيل البكتريا (الشكل 1.12).

تكاثُرَ النوعُ الأول من الأحياء، إلا أن الأنسال لا يمكن أن تكون نُسخاً طبق الأصل عن الوالدين؛ بل لا بدَّ دوماً من ظهور تباينٍ ما في الصفات في كلِّ مرة تحدث فيها عمليةُ التكاثر.

وُجد أن أصلح العناصر كان تلك الحاملة للتغيُّرات المرغوبة التي ساعدت العناصر على البقاء. تلك العناصرُ الصالحةُ متاحٌ لها الحظُّ الأوفر لبلوغ سن النضج وأداء وظيفة التكاثر. وهكذا انتقلت الصفات المرغوبة، في



الشكل 1.12 بكتريا مستحاثية عمرها عدة مليارات السنين.

حين تلاشت الصفات غير المرغوبة، عن طريق الاصطفاء الطبيعي. وببطء، وعلى مدى زمنٍ طويل، نشأت أنماطٌ جديدةٌ عن النمط الأصلي.

ثم عملت الكائنات المتعددة الخلايا، التي ظهرت منذ نحو مليار سنة، وكذلك التكاثر الجنسي، على تسريع التنوع التطوري evolutionary diversification .

يشير السجلُّ المستحاثيُّ لـ 600 مليون سنة الماضية إلى أنه في أحيان كثيرة وقعت حوادث انقراضٍ كاملٍ لبعض الأنماط الحيّة، أعقبها ظهور أنماط جديدة متنوّعة. فقد وُجدت أوّلُ الأسماك في البحار منذ نحو 425 مليون سنة، في حين ظهرت الزواحفُ منذ زهاء 325 مليون سنة. وبعد انقراض الديناصورات منذ 65 مليون سنة تكاثرت ضروبٌ من الثدييات

الصغيرة. وأخيراً ظهر الإنسان بذكائه المعرفي منذ قرابة 40،000 سنة خلت. بهذه الطريقة، وفي ظلّ الأحوال البيئية الدائبة التغيّر التي تناوبت الأرض على امتداد مليارات من السنين، يمكن القول إنّ الكائنات الحية، ومنها الإنسان الحديث، قد تكون تطوّراً من خلايا بسيطة.

اقترح تغييراً بيئياً من شأنه أن يولّد ظاهرةً تطوُّريةً حرجةً

الجواب: تبدّل جذريّ شامل في المناخ مثلاً. (ولعلّك تسوق مقترحات أخرى).

12. 5 الكواكب القريبة

من المحتمل أيضاً أن تكون الحياة قد وُجدت على كوكبٍ مجاور. فالمنطقة الصالحة للعيش (habitable zone (ecosphere حول الشمس تقع على وجه التقريب بين مداري الزهرة والمريخ.

ولا يبدو الزهرة ملائماً للحياة، بسبب جفافه وارتفاع درجة حرارته السطحية ارتفاعاً قد يصل إلى 480° مئوية (900° فارنهایتية).

ذلك خلافاً للمريخ، الذي يبدو أكثر ملاءمةً؛ إذ يظهر وكأن كميات كبيرة من المياه - التي لا غنى عنها للحياة على الأرض - قد جرت فيما مضى على سطحه. يؤيد ذلك ما تبيّنه الصُورُ الفوتوغرافية من قنوات متفرّعة تبدو أحواضاً نهريّة وروافد مألوفةً ربما كانت من قبلّ أنهاراً تتدفق (الشكل 18.9)، علماً بأن الماء موجودٌ اليوم في قلسوتَي المريخ القطبيّتين الجليديّتين، وفي صقيعه وضبابه وسُحبه الرقيقة.

وقد أظهرت التجاربُ على الأرض أن لبعض النباتات والميكروبات القدرة على البقاء حيّةً في أحوال بيئيةً شبيهة بتلك السائدة على المريخ اليوم.

وهذا يبرّر القول بأن الحياة لو وُجِدَت هناك، فمن المحتمل أنها مازالت مستمرة.

قامت مركبةُ فايكينغ الفضائيةُ الأمريكية بتجاربٍ خاصة للكشف عن ميكروبات كربونية التركيب تعيش في التربة المريخية. لم تكن النتائج حاسمة، واكتُشف نشاطٌ محيرٌ ردهُ العلماءُ إما إلى وجود كائنات حيّة، وإما - وهذا هو الغالب - إلى خصيصة كيميائية غير اعتيادية تنفرد بها التربة المريخية.

وقد يحتوي كوكب المشتري والتابع تيتان على ميكروبات بسيطة، فالسحب التي تكتنفهما تحوي الغازات ذاتها التي ربما نشأت عنها الحياة على الأرض. وقد توجد بحارٌ من الهيدروجين السائل على المشتري، أو الآزوت السائل على تيتان حيث يحتمل وجود أنماط ما من الحياة هناك. أما التابع أوروبا فلربما عرّف الحياة في بحر محيط تحت سطحه.

ومع ذلك فلما يصل العلماء إلى قرارٍ قاطع بوجود الحياة أو عدم وجودها في المريخ والمشتري وأوروبا وتيتان. وما علينا إلا انتظار ما ستسفر عنه المسابير الكوكبية من نتائج في مقبلات الأيام.

أعطِ ثلاثة دلائل توحى بأن الحياة قد وُجِدَت في كوكب المريخ من
جزئياتٍ لاهية.....

الجواب: (1) الدليل المشير إلى أن ماءً غزيراً قد تدفّق في الماضي على سطح الكوكب. (2) وجود المريخ داخل المنطقة الصالحة للعيش حول الشمس. (3) أن بعض النباتات والميكروبات قادرٌ على البقاء حياً في الأحوال البيئية المريخية.

6.12 الاحتمالات

قد نكون - نحن البشر - الحضارة الوحيدة الذكية (كما ندّعي لأنفسنا فخورين) في الكون كلّ، وقد توجد حضارات أخرى كثيرة.

وشمسنا ليست إلا واحداً من 200 مليار نجم في مجرتنا درب التبانة. وإن ما يقرب من مليار مجرة تقع ضمن المدى المجدي لمقاربنا الكبيرة، ومن الممكن أن يكون لكثيرٍ من نجوم هذه المجرات كواكبٌ تطوف بها، ربما حمل بعضها حضارات ذكية.

في هذا السياق، اقترح عالم الفلك الأمريكيان: كارل ساغان Carl Sagan (1934 - 1996) وفرانك دريك Frank Drake، وعالم الفلك الروسي شك洛夫سكي I. S. Schklovsky (1916 - 1985) اقترحوا طريقةً لتقدير عدد الحضارات الذكية في مجرة درب التبانة. وهي الحضارات الوحيدة التي نأمل التواصل معها في الوقت الحاضر. تقوم هذه الطريقة على تطبيق ما يلي: قُدِّر بشيءٍ من الثقة (1) العدد الإجمالي للنجوم في المجرة، (2) ومن بينها عدد النجوم التي لها كواكب تدور حولها، (3) ومتوسط عدد الكواكب الصالحة للحياة فيها.

وبدرجة أقلّ من الثقة، قُدِّر (4) ذلك الجزء من الكواكب الملائمة التي شهدت حياةً على سطحها فعلاً، (5) وذلك الجزء الذي يمثل بدايات الحياة التي نشأت في كائنات ذكية، (6) وذلك الجزء الذي يمثل الأنواع الذكية التي حاولت التواصل.

ثم احس حدى (7) العمر الوسطي لحضارة ذكية.

فإذا أخذت كل هذه العوامل في الحسبان، ووجد أن عدد الحضارات الذكية اليوم يقع بين حضارة واحدة (هي حضارتنا نحن) ومليون حضارة في شتى أرجاء مجرة درب التبانة.

لماذا تعتقد أن (7) العمرَ الوسطيَّ لحضارةٍ ذكيةٍ هو أبعد الأرقام عن اليقين؟

.....

.....

.....

.....

.....

الجواب: ما كان لبشرٍ أن يعلم ما يحدث عندما تبلغ حضارةٌ كحضارتنا - إذا كانت نموذجيةً فعلاً - مرحلةً من التطوُّر التقني يؤهلها للتواصل مع حضاراتٍ أُخرى في مجرتنا. تُرى هل ستستمر تلك الحضارة بما يكفي لإجراء حوارٍ معها، أم أنها ستدَمَّر بأسلحةٍ نووية، أو بالتلوُّث، أو بتزايد عدد السكان زيادةً مفرطةً؟

7.12 منظوماتٌ كوكبيةٌ خارج نطاق المنظومة الشمسية

تؤكد النظرية السديمية لتكوُّن النجوم أن نجومًا كثيرة لا بدَّ من أن تكون مثابةً لكواكبٍ دائبةٍ التطواف حولها (الفقرة 3.4).

رُصدت الأقراصُ حول النجمية (المطيفة بالنجوم) circumstellar disks، وهي كتلٌ عظيمةٌ من الغازات والجسيمات الدوّارة حول النجوم، أوّل ما رُصدت عند الأطوال الموجية تحت الحمراء سنة 1983 (الشكل 2.12). وجاء التأكيدُ الفوتوغرافي المباشر أولاً من نجمٍ مجاور هو كرسّي المصوِّر بيتا Beta Pictoris الذي يبعد زهاء 50 سنة ضوئية. ويحتمل أن تكون الأقراصُ الأكثرُ سُمكاً المحيطة بنجومٍ فتيةٍ منظوماتٍ كوكبيةٍ مازالت في مراحل تكوُّنها الأولى؛ وأن تكون أكثر الأقراص رقةً حول نجومٍ هرمةٍ موادّ متخلّفةً عن كواكب كانت قد تكوّنت من قبل.



الشكل 2.12 قرص غباري حول النجم HD141569 الواقع على بُعد نحو 320 سنة ضوئية في كوكبة الميزان.

هذا وتعدُّ رؤية الكواكب التي تنتمي إلى نجومٍ أخرى - في حال وجودها أصلاً - ، وذلك بسبب تواريها في وهج نجومها. ويبحث علماء الفلك عن كواكب رفيقة غير مرئية باستعمال ثلاث تقنيات غير مباشرة هي:

1. رُصد الحركة الحقيقية للنجم المرئي المرصود:

قد يسبب الشدُّ التثاقليُّ للكواكب الكبيرة ترنُّحاً wobble طفيفاً في الحركة الحقيقية. فنجم بارنارد (الحوا والحوية) Ophiuchus مثلاً - وهو ثالث أقرب النجوم إلينا - يتميز بأكبر حركة حقيقية معروفة، وقد جرى تصويره فوتوغرافياً على مدى سنوات. وفي سنة 1943 رُصدَ ترنُّح في حركته لم يتجاوز 0,01 من حجم صورة النجم، كُشف عنه بصعوبة بالغة. لكنَّ كوكباً ما لم يتأكد وجوده على وجه اليقين.

2. رَضد السرعة الشعاعية للنجم المرئي المرصود:

قد يسبب الشدّ الثقالي للكواكب الكبيرة تغييراً صغيراً، لكنه قابل للقياس، في السرعة الشعاعية. فلدى مراقبة نجم الفرس الأعظم Pegasi 51 الشبيه بالشمس والذي يبعد 50 سنة ضوئية، رُصد سنة 1995 انزياح دوبلري ضئيل في خطوطه الطيفية، مشيراً إلى حدوث تغييرات في سرعته الشعاعية. تعزى هذه التغييرات إلى أول كوكب مؤكّد خارج حدود المنظومة الشمسية يطوف بنجم نظامي؛ وهو كوكب حارّ بحجم كوكب المشتري، دان من نجمه.

يواصل علماء الفلك عاكفين على دراسة أطياف مئات النجوم القريبة، واكتشاف كواكب غير مرئية. ففي سنة 1999 أعلنوا عن اكتشاف أول منظومة كوكبية تقع خارج حدود المنظومة الشمسية extrasolar planetary system، وهي مجموعة مؤلّفة من ثلاثة كواكب كبيرة تطوف حول نجم أيسيلون أندروميديا (المرأة المسلسلة) Upsilon Andromedae. نجم من النوع F يبعد 44 سنة ضوئية.

3. رَضد تردّد النبضات الراديوية من نباضات الملي ثانية millisecond pulsars (الزمن بين النبضات المتعاقبة يقدر بأجزاء من ألف من الثانية).

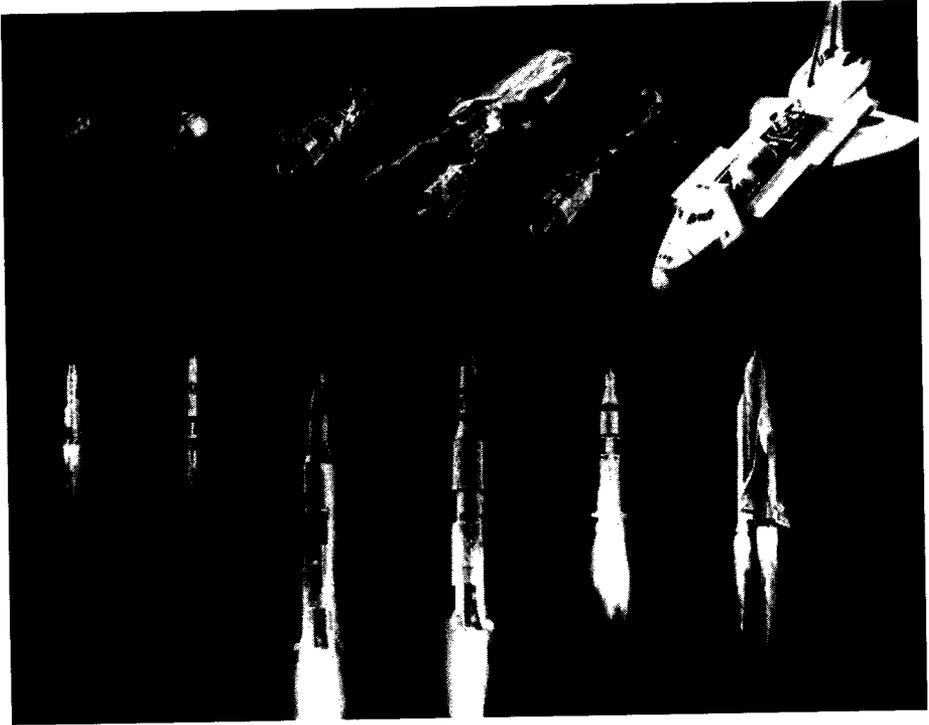
رُصد نباض الملي ثانية المعروف للفلكيين باسم PSR1257 + 12 (وهو من أقرب نباضات الملي ثانية، يقع على بعد 1500 سنة ضوئية في كوكبة العذراء) باستعمال مقراب آريسيبو Arecibo الراديوي في پورتو ريكو. وكُشف عن تبدلات دورية طفيفة في تردّد الأمواج الراديوية المستقبلية. في سنة 1992 عزيّت هذه التبدلات إلى الشدّ الثقالي الذي يخضع له النجم النباض بتأثير كوكبين أو ثلاثة كواكب طوافة.

على أن آراء العلماء تتخالف في هذه المسألة، لأنها تقتضي سلفاً

وجود منظومة كوكبية منسّقة حول نجم نبّاض تولّد وسط إشعاعات الانفجار العنيفة واختلاط الأحوال السائدة (الفقرة 5.16)، في حين يبحث أنصارها عن اضطرابات أخرى ناشئة عن ارتكاسات ثقافية متبادلة في ما بين الكواكب المفترضة نفسها.

ماذا يدلُّ الترنُّح في حركة نجم مرئي؟

الجواب: يدلُّ ترنُّح النجم على وجود كواكب رفيقة غير مرئية.



الشكل 3.12 الرحلات الفضائية الأمريكية المأهولة منذ سنة 1961 حتى الآن. مركبات/ صواريخ إطلاق، من اليسار إلى اليمين: ميركوري/أطلس؛ جيميني/تيتان 2؛ أبولو/ساتيرن 5؛ سكاي لاب/ساتيرن 5؛ أبولو/ساتيرن 1-B-سويوز؛ مكوك الفضاء أوربت/خزان وقود خارجي ومعرّزات دفع صاروخية بوقود صلب.

8.12 ارتياد الفضاء

لا شك في أن الرحلات البينجمية (إلى نجوم أخرى) interstellar travel ستكون أكثر الوسائل إثارة للبحث عن وجود حضارات أخرى في الكون. إلا أننا غير مهيين بعد للقيام برحلة تضرب في أعماق الفضاء الكوني.

فحتى أقرب النجوم إلينا يبعد عدة سنوات ضوئية. وليس في قدرة أي من مركباتنا الفضائية الانتقال بما يقارب سرعة الضوء على كل الأحوال. ومن ثم فإن القيام برحلة إلى نجم حصار؟ مثلاً (وهو أقرب نجم ساطع إلى الشمس) بالسرعة التي انتقل بها رواد مركبة أبولو إلى القمر، سيتطلب آلاف السنين!

كان رواد الفضاء الروس أول من غزا الفضاء من البشر؛ فقد قام يوري غاغارين Yuri Gagarin (1934 - 1968) بالدوران حول الأرض مرة واحدة في مركبة فوستوك 1 Vostok 1 بتاريخ 12 نيسان (أبريل) 1961، ثم هبط بعد ساعة واحدة و48 دقيقة. ثم طافت فالنتينا تيريشكوفا Valentina V. Tereshkova حول الأرض 48 مرة بتاريخ 16 - 19 حزيران (يونيو) 1963، لتكون بذلك أول امرأة تفعل ذلك.

وفي غضون السنوات العشرين التالية، ابتكرت كل من روسيا والولايات المتحدة مركبات فضائية مطردة التطور، حلقت كل منها مرة واحدة، ويُعرض أغلبها اليوم في متاحف فضائية (الشكل 3.12).

وتُجرى اليوم تجارب علمية على متن محطات فضائية space stations (وهي أقمار صناعية تُطلق إلى مدارات ثابتة حول الأرض، وتديرها طواقم طوافة معها)، ومركبات فضائية مكوكية space shuttles (مركبات معدة للاستعمال مرات كثيرة، وتقوم بمهام قد تدوم أسبوعاً أو نحوه في مدار الأرض). يلحق بالمكوك الفضائي - في حجيرات خاصة فيه - عادة وحدة

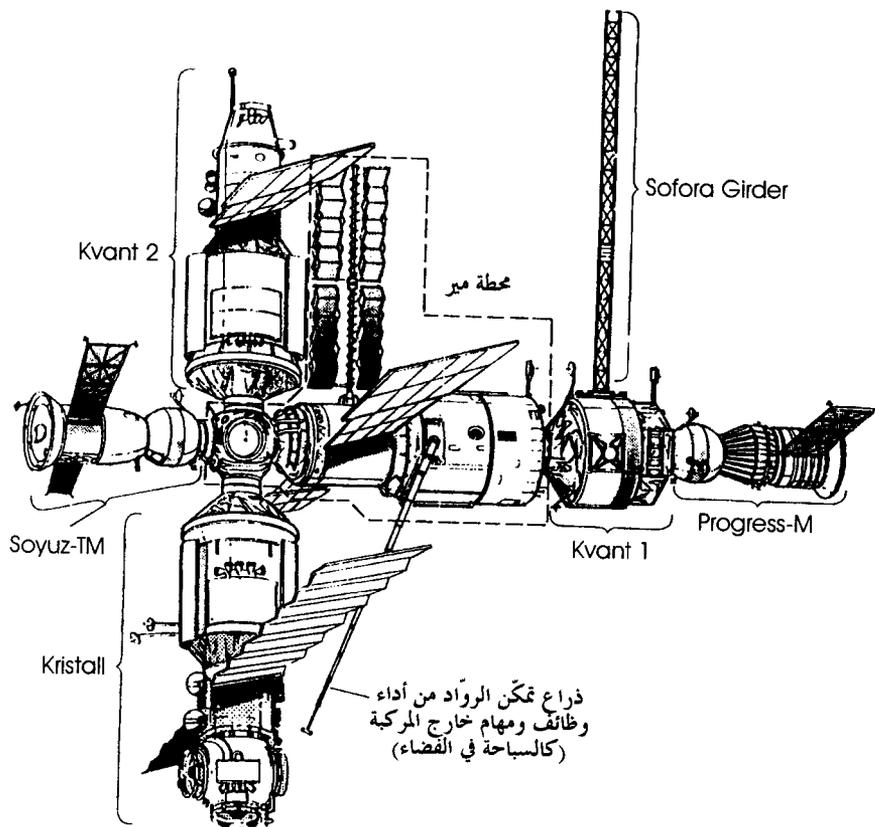
مخبرية مهيأة لإجراء تجارب تتصل بالثقالة الصّغرية microgravity⁽¹⁾ (الشكل 4.12).



الشكل 4.12 وقت تناول الطعام تحت وطأة الثقالة الصّغرية لرائدي مكوك الفضاء أتلانتيس، الأمريكيين: إيلين س. بيكر ومايكل ج. ماكولي.

ينصبُّ اهتمامُ البحوث الحالية على دراسة الآثار الطبيّة الحيوية biomedical effects للثقالة الصّغرية، وعلى استقصاء الوسائل الكفيلة بمساعدة البشر على التكيف معها، وكذلك على استكشاف الفضاء واستغلاله الاستغلال الأمثل.

(1) الثقالة الصّغرية مصطلح يدل على الثقالة التي تقارب الصفر، كالتي يعانيها رائد فضاء في مركبة طوّافة في الفضاء الخارجي. (المعرب)



الشكل 5.12 استضافت محطة الفضاء الروسية مير أطول رحلات القرن العشرين الفضائية، واستعملت فيها وحدات مستقلة لإقامة الرواد ولإجراء التجارب العلمية وأعمال معالجة المواد. في حين قامت محطة الفضاء سويوز TM بنقل الطاقم الفضائي ومؤونة المركبة الربوطة پروغريس M.

هذا وقد سجّل رواد الفضاء الروس أطول الرحلات الفضائية على متن محطة الفضاء مير Mir؛ فقد ضرب الدكتور فاليري بولياكوف Valery Polyakov رقماً قياسياً عالمياً في المكوث في الفضاء بلغ 438 يوماً و18 ساعة في سنة 1995، علماً بأن الرواد يعتبرهم تغيير ملحوظ يؤثر في وظائف أعضائهم وكيميائ أجسادهم وصحتهم العقلية، نتيجة لطول المقام في حالة انعدام الوزن.

متى دخل أول إنسان الفضاء؟

الجواب: بتاريخ 12 نيسان (أبريل) 1961 (يوري غاغارين).

9.12 مسابير النجوم

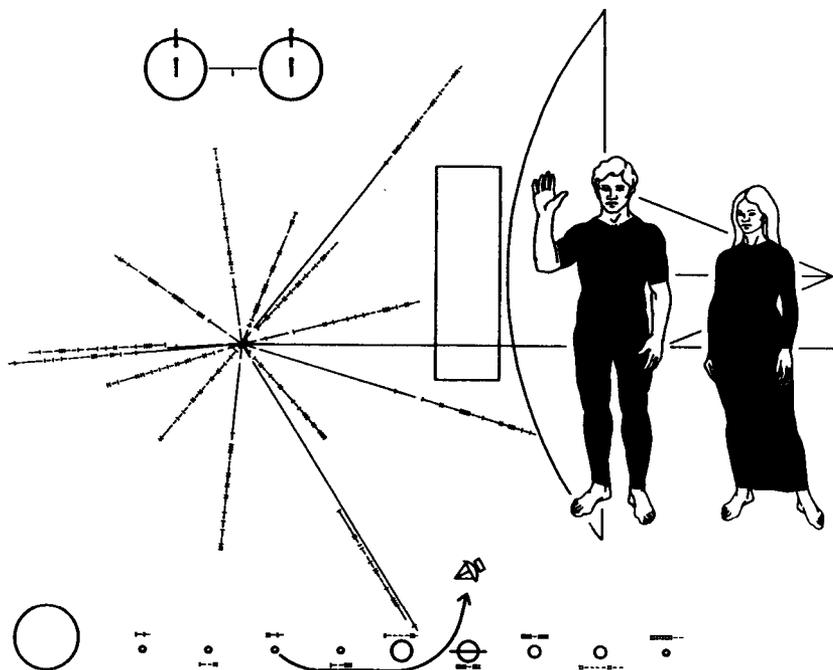
مازال إطلاق مسابير ربوطية عالية السرعة إلى النجوم في الوقت الحاضر أمراً باهظ الكلفة إلى حدّ بعيد.

ثمة أربع مركبات فضائية أمريكية تجوس الفضاء البينجمي الآن، بعد أن أتمت مهام رحلاتها إلى الكواكب العملاقة. وهي تحمل رسائل رمزية لأي كائنات ذكية قد تصادفها بعيداً وراء منظومتنا الشمسية.

كانت بينوير Pioneer 10 أول مركبة فضائية تتجاوز حدود منظومتنا الشمسية سنة 1983، وهي ذاتها التي كانت من قبل أول مركبة تخترق الطوق الكويكبي سنة 1973 وتبث صوراً لكوكب المشتري ملتقطة عن قرب. ثم تلتها صنوها بينوير 11 سنة 1990. وقد حملت كل من المركبتين رسالة رمزية على شكل لوئحة معدنية (پلاك) يقصد منها بيان زمان إطلاق المركبتين ومكانه والجهة التي نفّذته (الشكل 6.12).

وتحمل مركبتا فوياجر Voyager 1 و2 (الفقرة 8.12) سجلاً فريداً من معلومات وأصوات وصور مررّة إلكترونياً لأفضل ما على الأرض ولخيرة أهلها. ضمن ذلك في حافظة cartridge زوّدت بتعليمات التشغيل؛ فالحضارات المحتملة في الفضاء يمكنها أن تسمع تسجيلات أصوات الرياح والأمواج، والطيور وسائر الحيوان، والموسيقى، ورّج القبل وبكاء الطفل والتحية بستين لساناً.

ومركبتا فوياجر هاتان مبرمجتان لدراسة المنابع فوق البنفسجية في ما بين النجوم؛ إذ تبحث أجهزتهما الخاصة بالحقول والجسيمات عما سمّيناه



الشكل 6.12 أول رسالة من الأرض (وهي لويحة معدنية تذكارية (بلاك) على متن مركبتي الفضاء بيونير 10 و 11) تشير إلى زمان إطلاق كل منهما، ومكانه، والجهة المسؤولة عنه.

الانقطاع الشمسي heliopause، حيث ينتهي تأثير الشمس ويبدأ الفضاء البينجمي. ويُنتظر أن تستمر المركبتان ببث معطيات عالية القيمة حتى سنة 2015، عندما تعود منابع قدرتهما النووية غير قادرة على توفير الطاقة الكهربائية اللازمة لذلك.

ويتساءل الناس أحياناً عن مخلوقات غريبة من المحتمل أنها تَفدُ إلى الأرض من عوالمٍ أخرى، ولاسيما عن طريق روايات يتناقلها العامة حول أجسامٍ طائرةٍ مجهولة المنشأ (أو ما يسمى بالأطباق الطائرة) UFOs.

على أن سواد العلماء يعتقدون أن دعوى مشاهدات الأجسام الطائرة المجهولة على أنها كائنات غريبة هي أبعد الروايات احتمالاً. وهم يطلبون

دليلاً مادياً من قبيل قطعة من مركبة فضائية دخيلة يُخضعونها للدراسة المخبرية⁽¹⁾. غير أن شيئاً من هذا لم يتسنَّ حتى الآن.

لماذا كان من غير المرجح أن تُغزى الأرض من الفضاء بكائنات معادية، كما زعم بعض المُرجّفين؟

.....

الجواب: إن قَطَعَ مسافات شاسعة بين النجوم يستغرق أزماناً متطاولة جداً تُستنزَف معها مصادرُ طاقة كثيرة، بحيث لا تسوِّغ العملية مهما كانت غاياتها. هذا إذا وُجدت حضاراتٌ أحر على مستوى من الرقيّ يضاهي مستوى حضارتنا.

10.12 التوصل

إن لدينا القدرة على التوصل بسرعة الضوء مع حضارات أخرى، باستعمال الأمواج الراديوية.

فيمكننا، باستعمال أجهزة الإرسال والاستقبال التي بين أيدينا، أن نبث رسالةً راديويةً من الأرض، يمكن أن تكشفها حضاراتٌ أخرى كحضارتنا عبر مجرة درب التبانة. وبمقدورنا - بالمقابل - أن نتبين رسائلَ راديويةً من مقارب راديوية تقع على بُعد آلاف السنين الضوئية، على ألا تكون أقوى من مقاربنا.

(1) وحذارٍ من الاعتقاد بأن الصُّور الفوتوغرافية هي براهين قاطعة لا جدال فيها، إذ بالإمكان الحصول على صُورٍ فلمية رائعة عن طريق عدم ضبط بؤرة العدسة، أو بسبب وجود سديم جويّ أو انعكاسات في العدسة، أو عدم ثبات آلة التصوير، أو أخطاء في التظهير والطباعة وغير ذلك. وانظر:

Marcel Minnaert, Light and Color in the Outdoors. Translated into English by Len

Seymour, New York, Springer Verlag, 1993, Section 233, pp. 318-319 (المعرب)

في سنة 1974 بُثَّت إلى الفضاء راديويّاً رسالةً مرّمة من الأرض، كان الهدف منها في المقام الأول عرضَ قدرات المقراب الراديويّ العملاق في أريسيبو، پورتو ريكو. وُجِّهت تلك الإشارةُ لتلقاء الحشد الكريّي M13 في كوكبة هرّقل (الجاثي) الذي يبعد 24,000 سنة ضوئية. وقد أظهرت الحساباتُ أن أقصر زمن يلزم للحصول على جواب الرسالة من الحشد الكريّي M13 بسرعة الضوء هو 48,000 سنة!

وتنصّبُ البحوثُ الحاليةُّ على محاولة تلقّي إشارات راديوية ذكية صادرة عن حضارات أخرى تقع خارج منظومتنا الشمسية، فذلك أرخصُ وأيسرُ وآمنٌ من تَعَمُّد الاستمرار في إرسال الإشارات إلى حين معرفة مكان وجود الحضارات الأخرى ودرجة ائلافها مع الإنسان.

يُذكَرُ أن باكورة المساعي لاستقبال إشارات ذكية، جاءت من مشروع أوزما Project Ozma التابع للمصدر الوطني للفلك الراديوي (NRAO) في منطقة غرين بانك غرب فيرجينيا؛ حيث قام الفلكيُّ فرانك دريك بالإصغاء إلى نجمين مجاورين هما: تاو قيطس Tau Ceti، وإپسيلون النهر Epsilon Eridani. لكن أيّ إشارات ذكية لم تُكشَفْ لا في حينه ولا فيما بعد.

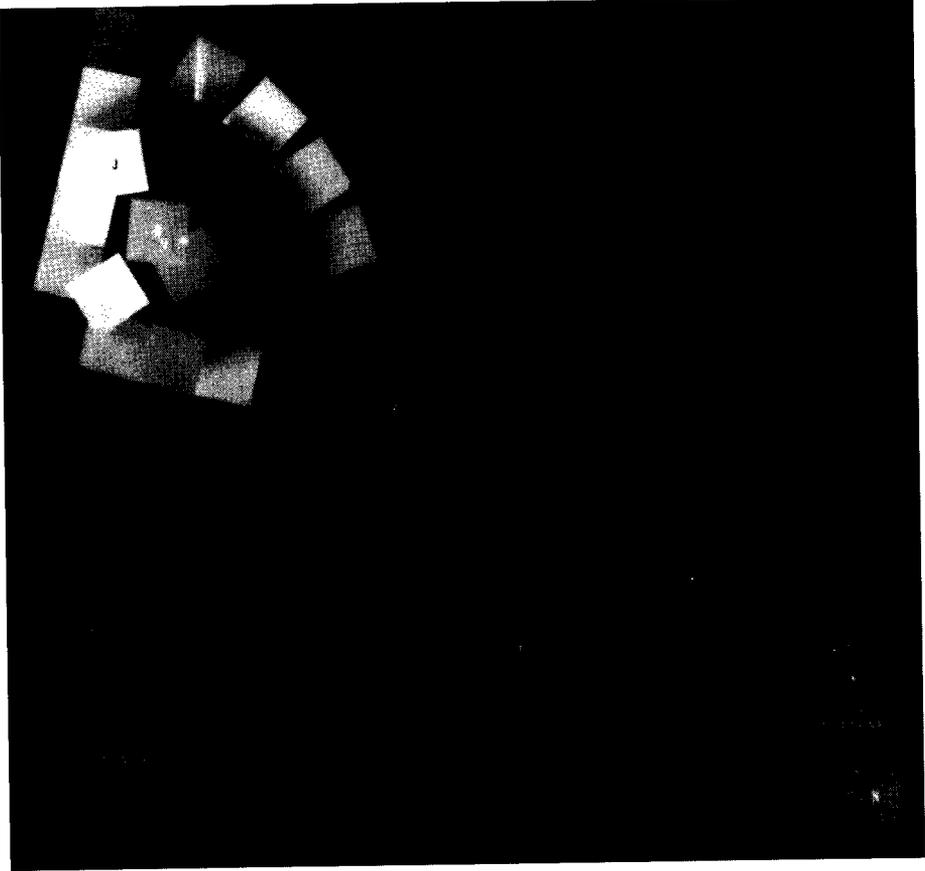
وغنيّ عن القول إن الإخفاق في مسعى كهذا ليس أمراً مستغرباً؛ فحتى لو أن ثمة حضارات أخرى تحاول الكشف عن نفسها لنا فعلاً، فيُحتمل كثيراً ألا نكون قد اتخذنا الاتجاه الصحيح في الوقت المناسب، أو ضبطنا تماماً على التردّد الصحيح. فالعمليةُ إذن أشبه بمحاولة للعثور على إبرة في كومة قشّ، عن طريق النظر فحسب حيناً بعد حين، وحتى دون إدراك معنى «الإبرة» المنشودة.

كم - على وجه التقريب - يستغرق وصول رسالة بالأمواج الراديوية من الأرض إلى أقرب منظومة نجمية إلى الشمس، وهي ألفا قنطورس (نجم حضار ألفا)، علماً بأنها تبعد 4,3 سنوات ضوئية؟

الجواب: 4,3 سنوات (لأن الأمواج الراديوية تنتقل بسرعة الضوء)

11.12 بحث دؤوب

بات بإمكان العلماء البحث عن ذكاء خارج حدود الأرض، مستعينين بما في حوزتهم من المقاريب الراديوية وأجهزة الكمبيوتر.



الشكل 7.12 أول «صورة» لمنظومتنا الشمسية كما بدت من الخارج. أتجهت مصوّرات مركبة الفضاء فوياجر 1 نحو الخلف والتقطت سلسلة من الصور الفوتوغرافية للشمس والكواكب من بُعد يقارب 6 مليارات كيلو متر (4 مليارات ميل)، وعند الدرجة 32° فوق مستوى فلك البروج، بتاريخ 14 شباط (فبراير) 1990.

أهم ما في الأمر هو البحث عن إشارة راديوية ضعيفة غير محدّدة، صادرة عن اتجاه غير معروف؛ إذ لا يمكن بحال تحديد بُعد جهة البثّ عنا على وجه الدقة، ولا معرفة التردّات التي تستعملها.

تقع التردّات المرجوّة لنجاح اتصالننا الأول ما بين 1400 و 1700 ميغاهرتز. وغالباً ما يسمّى هذا المجال «الثقب المائيّ» المجريّ galactic waterhole الذي سنلتقي عنده جميعاً، علماً بأنّ أيّ إشارة مضمّنة (معدّلة) modulated في منطقة الأمواج الصغيرة هذه ستبرز واضحةً لأنّ الأجرام السماوية تُصدر إشعاعاً كهرومغناطيسياً طبيعياً عند التردّات العالية والمنخفضة. كذلك يتطلّب جهاز الإرسال أدنى طاقة متاحة لتوليد إشارة قابلة للكشف فوق ضجيج الخلفية الطبيعي.

والآمال معقودة اليوم على المنظومات المؤتمتة المتيسّرة، التي تؤدي فيها أجهزة الكمبيوتر دورَ محلّلات طيفية متعددة القنوات multichannel spectrum analyzers (MCSA)، أو مستقبلات راديوية لنطاق أعرض من الترددات التي تسمح ملايين القنوات الراديوية دفعةً واحدة.

وهكذا فإنّ البحوث الحالية لتعرّف حضارات أخرى خارج الأرض جادةٌ وحيثية، وهي تستغرق نوعين متتامين من الاستراتيجية:

1. مسح مجمل السماء all-sky survey، على امتداد مجال ترددي واسع بغية كشف إشارات قوية. وفي هذا الإطار تقوم المقاريب ذات الـ 34 متراً، التابعة لشبكة أعماق الفضاء (DSN) في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي بمسح تردّات تقع بين 1000 و 10,000 ميغاهرتز، فضلاً على بعض الترددات الميسورة حتى 25,000 ميغاهرتز.

2. البحث الموجّه targeted search العالي الحساسية الذي يتوخّى التقاط إشارات ضعيفة تتولّد بجوار نجوم قريبة كالشمس. يستهدف هذا البحث 1000

نجم حتى مسافة 100 سنة ضوئية عن الأرض، ضمن المجال الترددي 1000 إلى 3000 ميغاهرتز، إضافة إلى أيّ ترددات ميسورة حتى 10,000 ميغاهرتز.

وإذا صحّ العزمُ على إنجاز بحوث أكثر شمولاً في المستقبل، فلربما كان من المناسب استعمال محلّلات متعددة القنوات أكثر حساسيةً، وهوائيات (أو صفيقات من الهوائيات) أكبر حجماً وأعلى كفاءةً، مع الأخذ ببعض الخيارات البديلة المحتملة، كنشر هوائيات دائمة في الفضاء أو على سطح القمر أو...

تخيّل أنك دُعيّت - بصفتك مواطناً - للإدلاء بصوتك، مؤيداً أو معارضاً، للانضمام إلى حملة دولية جادة بحثاً عن حضارات أخرى. كيف تُصوّت؟ ولماذا؟

.....

.....

.....

الجواب: تصويتك يعبر عن رأيك الخاص. أنا شخصياً أصوّت تأييداً لحملة بحث دولية مجدية؛ فإذا عثرنا على حضارات أخرى ذكية، فقد نتعلّم منها كيف نذلل المشكلات التي تهدّد بقاءنا على كوكب الأرض اليوم. وإذا لم نعثر، فحسبنا أننا أنفقنا أموالاً في غايات صالحة، إذ كان من الممكن أن نتوقّع بالمقابل مكاسب كبيرة في التعايش السلمي والمعرفي لخير الإنسانية، انطلاقاً من التزام دولي بدعم مساعٍ فكرية وعلمية على هذا المستوى⁽¹⁾.

(1) مَنْ شاء الاستزادة من موضوع هذا الفصل فليُنظر مثلاً: Life in the Universe في كتاب: Explorations: an Introduction to Astronomy, Essay 5. Thomas Arny, Mosby, 1994, pp.

اختبار ذاتي

يُقصد بهذا الاختبار الذاتي الاطمئنان إلى تمكُّنك من المادة الواردة في الفصل الثاني عشر وتمثُّلك لها. حاول الإجابة عن كلِّ سؤالٍ جَهْدَ استطاعتك، ثم انظر في الأجوبة الصحيحة والتوجيهات الخاصة بالمراجعة في ذيل الاختبار.

1 . اذكر ملاحظتين رصديتين تدعمان النظرية القائلة بأن طلائع الكائنات الحية على الأرض قد تكون تطوراً تلقائياً لمواد كيميائية لاهية

.....

.....

.....

.....

.....

2 . لخص النظرية العلمية التي تتصل بنشوء الحياة الذكية على الأرض من كائنات حية بسيطة وحيدة الخلية

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3 . بَيِّنْ لماذا أُجريتْ على كوكبِ المَرِيخِ بالذاتِ بواكيرُ البحثِ عن الحياةِ على كواكبِ أُخرى

4 . اشرح نوعين من الأرصاد التي قد تدلُّ على كواكب تطوف حول نجومٍ غير الشمس.

(1)

(2)

5 . ما أبعدُ العوامل عن اليقين في تقديرات الاحتمالات الإحصائية لوجود حياةٍ ذكيةٍ خارج الأرض؟

6 . ما هي الرؤية العلمية السائدة اليوم عن الأجسام الطائرة المجهولة؟

.....

.....

.....

.....

7 . انسب كلاً من السوابق التالية إلى المركبة الفضائية المناسبة:

- | | | |
|----|---|---|
| -- | (أ) أول إنسان في الفضاء | (1) مكوك فضائي. |
| -- | (ب) مركبة فضائية معدة للاستعمال عدة مرات. | (2) يوري غاغارين).
(3) فايكينغ 1 و 2.
(4) فوستوك 1. |
| -- | (ج) مركبة فضائية تغادر المنظومة الشمسية حاملة رسالة من الأرض. | |
| -- | (د) بحث عن الحياة على سطح كوكب آخر. | |

8 . لماذا يركّز العلماء على استقبال إشارات راديوية ذكية في بحثهم عن حياة محتملة على كواكب تدور حول نجوم أخرى وراء الشمس؟

.....

.....

.....

.....

.....

9 . اذكر استراتيجيتي بحثٍ متتامتين وشائعتين حالياً.

(1)

(2)

الأجوبة

قارن أجوبتك عن أسئلة الاختبار الذاتي بالأجوبة التالية، فإن أخطأت في بعضها فعدّ إلى الفقرات ذات الصلة، والمشار إليها بين قوسين بعد الإجابة. وربما لزمك إعادة قراءة الفصل بكامله بدقة أكبر إذا تعددت أخطاؤك.

1. (1) يقرُّ علماء البيولوجيا أن وجود كل الكائنات الحيّة على الأرض يعتمد على عددٍ قليلٍ من جزيئاتٍ عضويةٍ أساسيةٍ يمكن تصنيعها في المختبرات بتفعيل ذرّاتٍ غازية.

(2) يحمل الفيروسُ الاعتيادي صفاتٍ من الكائنات الحيّة والجزيئات اللاحيّة في آنٍ معاً.

(الفقرتان 1.12 و 3.12).

2 . يؤكّد مبدأ الاصطفاء الطبيعي - أو بقاء الأصلح - ظهورَ تغيّراتٍ في صفات الأنماط الحيّة من جرّاء تكاثرها. وقد وُجد أن أصلح العناصر كان تلك التي تحمل التغيّرات المرغوبة التي ساعدت العناصر على البقاء. تلك العناصر الصالحةُ أتيح لها الحظُّ الأوفر للنضج وأداء وظيفة التكاثر. وهكذا انتقلت الصفات المرغوبة واختفت الصفات غير المرغوبة بطريق الاصطفاء الطبيعي. ولما كان الذكاء صفةً مرغوبةً، فقد نشأت كائناتٌ ذكيّةٌ من خلايا بسيطةٍ بدائية، على مدى ملايين السنين، في ظلّ الظروف البيئية المتباينة التي كانت قائمةً على الأرض.

(الفقرة 4.12)

3 . يقع المريخ ضمن المنطقة الشمسية الصالحة للعيش. وثمة دلائل على أن المياه قد جرت في ماضي الزمان على سطحه. كذلك وُجد أن بإمكان نباتات وميكروبات أرضية معينة البقاء حيّةً في ظروف بيئية شبيهة بتلك السائدة على المريخ. يضاف إلى هذا أن قُرب الكوكب من

الأرض يجعل الرحلة إليه مجدّية اقتصادياً.

(الفقرات: 5.12 و 8.12 و 9.12)

4. (1) بالرصد المباشر: وجود قرصٍ حول نجميٍّ قد يكون منظومةً كوكبية في مرحلة تكوّنها الأولى.

(2) بالرصد غير المباشر: وجود اضطرابٍ قد يكون ناشئاً عن الشدّ الثقاليّ للكواكب الكبيرة الكتلة؛ مثل: ترنّح في الحركة الحقيقية لنجم، أو انزياح دوپلري في خطوطه الطيفيّة يدل على تغيّرات في السرعة الشعاعية، أو تغيّرات دوريّة طفيفة في تردّد الأمواج الراديوية المستقبلّة من نباض ميلي ثانية.

(الفقرة 7.12)

5. العمر الوسطي لحضارة ذكية.

(الفقرة 6.12)

6. لا يعتقد معظم العلماء أن كائناتٍ قد وفدت إلينا من عوالم أخرى. وهم يطلبون دليلاً ملموساً من قبيل قطعةٍ من مركبة فضائيّة دخيلة يخضعونها للدراسة المخبرية. غير أن شيئاً من هذا لم يتسنّ حتى الآن.

(الفقرة 9.12)

7. (أ) 4؛ (ب) 1؛ (ج) 2؛ (د) 3.

(الفقرات: 1.12 و 8.12 و 9.12)

8. إن أقرب النجوم إلينا يقع على بُعد عدة سنوات ضوئية، ومن ثم يتعدّر علينا الوصول إليها. إلا أننا نمتلك القدرة على التواصل مع حضارات أخرى بسرعة الضوء باستعمال الأمواج الراديوية. والتركيز على استقبال إشارات ذكية هو أرخص وأيسر وأمن من الاستمرار في إرسالها إلى حين معرفة مكان وجود الحضارات الأخرى ودرجة ائتلافها مع الإنسان.

(الفقرات: 8.12 إلى 10.12)

9 . (1) مسح مجمل السماء، على امتداد مجالٍ تردُّديٍّ واسعٍ بغية الكشف عن إشاراتٍ قوية.

(2) البحث العالي الحساسية الموجَّه إلى نجومٍ قريبة كالشمس، ضمن مجال تردُّدٍ أضيق.

(الفقرة 11.12)

الخاتمة

علم الفلك يبعث النفس على النظر إلى الأعلى، والانطلاق
من هذا العالم إلى عالم آخر.

أفلاطون (نحو 428 - 348 قبل الميلاد)

The Republic

قَطَعَ علمُ الفلك شوطاً بعيداً من التقدُّم منذ أن بدأ الأقدمون بالتفكُّر في
أسرار الكون ونواميسه. ومع ذلك فإن ما اكتُشِف حتى اليوم ما هو إلا غيضٌ
من فيضٍ من مكتشِّفاتٍ مثيرةٍ مازالت تنتظر. يجدر بك - وقد سلَّكتَ بدايةً
الطريق وتمكَّنتَ من المفاهيم الأساسية - أن ترعى السماء متأملاً في عجيب
صنعة الكون، وأن تجد متعةً وفائدة في رصد المكتشِّفات الحالية أكثر من
أي وقتٍ مضى!

مصادر مفيدة

منشورات دورية

Air & Space-Smithsonian, Smithsonian Institution, 901 D Street, S.W., 10th Floor, Washington, D.C. 20024. www.airspacemag.com

Astronomy, Kalmbach Publishing Co., Box 1612, Waukesha, WI 53187. www.astronomy.com

The Griffith Observer, Griffith Observatory, 2800 East Observatory Road, Los Angeles, CA 90027. www.griffithobs.org/observer.html

Mercury, Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Avenue, San Francisco, CA 94112. www.aspsky.org/subpages/Mercury.html

National Geographic, 17th and M Streets, NW, Washington, DC 20036. www.nationalgeographic.com

Natural History, Membership Services, Box 6000, Des Moines, IA 50340. www.amnh.org/naturalhistory

Science News, 1719 N Street, NW, Washington, DC 20036.

Scientific American, 415 Madison Avenue, New York, NY 10017. www.scientificamerican.com

Sky and Telescope, Sky Publishing Corp., 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138. www.skypub.com

أدلة في الشبكة

Sky and Telescope's Astronomical Directory.

دليل القباب الفلكية، والمراصد، والمتاحف، والنوادي الفلكية، والجمعيات، والتجار، والمصنّعين، والمؤسسات في الولايات المتحدة، وكندا، والمكسيك، وأوروبا، وأستراليا، ونيوزيلندا.

www.skypub.com/resources/directory/directory.shtml

Astronomy's Activity Guide.

دليل النوادي الفلكية، والأحداث، والأماكن، والمؤسسات في الولايات المتحدة، وكندا.

www2.astronomy.com/astro

American Astronomical Society Membership Directory.

دليل سنوي للشركات، والناشرين، والأفراد، والمؤسسات الدولية، وفي أمريكا الشمالية.

<http://directory.aas.org>

كُتِبَ للمؤلفة دينا ل. موشيه www.spacelady.com

AMAZING ROCKETS, Golden Books, New York, NY

AMAZING SPACE FACTS, 2nd edition, Golden Books, New York, NY

ASTRONOMY, 5th edition, John Wiley & Sons, New York, NY

ASTRONOMY TODAY, 2nd edition, updated regularly, Random House, New York, NY

THE ASTRONAUTS, Random House, New York, NY

THE GOLDEN BOOK OF SPACE EXPLORATION, Golden Books, New York, NY

IF YOU WERE AN ASTRONAUT, 2nd edition, Golden Books, New York, NY

LABORATORY MANUAL FOR INTRODUCTORY ASTRONOMY -editor and co-author

LIFE IN SPACE, Ridge Press/A & W Publishers, New York, NY

MAGIC SCIENCE TRICKS, Scholastic Book Services, New York, NY
MARS, Franklin Watts, New York, NY
MORE MAGIC SCIENCE TRICKS, Scholastic Book Services, New York, NY
MY FIRST BOOK ABOUT SPACE, Golden Books, New York, NY
RADIATION, Franklin Watts, New York, NY
SEARCH FOR LIFE BEYOND EARTH, Franklin Watts, New York, NY
WHAT'S UP THERE? QUESTIONS AND ANSWERS ABOUT STARS AND
SPACE, updated regularly, Scholastic Book Services, New York, NY
WHAT'S DOWN THERE? QUESTIONS AND ANSWERS ABOUT THE OCEAN,
Scholastic Book Services, New York, NY
WE'RE TAKING AN AIRPLANE TRIP, Golden Books, New York, NY

معلومات عن الحياة المهنية

A Career in Astronomy, The American Astronomical Society, Education Of-
ficer, Bruce Partridge, Haverford College, Haverford, PA 19041. bpar-
trid@haverford.edu.
Degree Programs in Physics and Astronomy in U.S. Colleges and Universi-
ties, American Institute of Physics, www.aip.org
(a) Physics in Your Future, and (b) Women in Science by Dinah L. Moché,
Ph. D., American Association of Physics Teachers, One Physics Ellipse,
College Park, MD 20740.

تقاويم وأدلة رصد وكتب مصوّرات نجمية

A Field Guide to the Stars and Planets, 4th edition, by Donald H. Menzel
and Jay M. Pasachoff (Boston: Houghton Mifflin Co., 1999).
All About Telescopes by Sam Brown (Barrington, NJ: Edmund Scientific Co.).
The Astronomical Almanac, issued annually by the U.S. Naval Observatory
(Washington, DC: U.S. Government Printing Office, yearly). Current in-
formation about Sun, Moon, planets, eclipses, and occultations.
Burnham's Celestial Handbook, Volumes 1, 2, and 3, Revised edition (New

York: Dover Publications, Inc., 1980). Observer's guide to space beyond the solar system.

Norton's Star Atlas and Reference Handbook, edited by Ian Ridpath (White Plains, NY: Longman Publishing Group, 1998).

Observer's Handbook, edited by Roy L. Bishop, issued annually by the Royal Astronomical Society of Canada, 136 Dupont Street, Toronto, Ontario M5R1V2. Information and tables on the Sun, Moon, planets, asteroids, meteor showers, and other celestial phenomena.

Sky Atlas 2000.0, 2nd edition, by Wil Tirion (Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1999).

Sky Calendar (East Lansing, MI: Abrams Planetarium, Michigan State University, yearly).

مؤسسات وجمعيات فلكية

American Association of Variable Star Observer

25 Birch Street

www.aavso.org

Cambridge, MA 02138

(617) 354-0484

American Association of Physics Teachers

One Physics Ellipse

www.aapt.org

College Park, MD 20740

(301) 209-3333

American Astronomical Society

2000 Florida Avenue, NW, Suite 300

www.aas.org

Washington, DC 20009

Astronomical League and Astronomy Day

5675 Real del Norte

www.astroleague.com

Las Cruces, NM 88012

(505) 382-9131

Astronomical Society of the Pacific

390 Ashton Avenue

www.aspsky.org

San Francisco, CA 94112

(415) 337-1100

British Astronomical Association

Burlington House, Piccadilly

www.ast.cam.ac.uk/~baa/

London W1V ONL, England

International Planetarium Society

c/o Taylor Planetarium

www.ips-planetarium.org

Museum of the Rockies

Montana State University

600 Kagy Blvd., Bozeman, MT 59717

National Science Teachers Association

1840 Wilson Blvd.

www.nsta.org

Arlington, VA 22201

(703) 243-7100

National Space Society

600 Pennsylvania Avenue, SE

www.nss.org

Washington, DC 20003

(202) 543-1900

Royal Astronomical Society

Burlington House, Piccadilly

www.ras.org.uk/ras

London W1V ONL, England

Royal Astronomical Society of Canada

136 Dupont Street

www.rasc.ca

Toronto, Ontario, Canada, M5R 1V2

(416) 924-7973

Society of Amateur Radio Astronomers

247 North Linden Street

www.bambi.net/sara.html

Massapequa, NY 11758

(516) 798-8459

The Planetary Society

65 North Catalina Avenue

<http://planetary.org>

Pasadena, CA 91106

(818) 793-5100

علم الفلك واستكشاف الفضاء على شبكة الإنترنت

تتزايد على الشبكة كمية المعلومات الحديثة والصور الكونية المثيرة المتعلقة بعلم الفلك واستكشاف الفضاء تزايداً يومياً. وتتيح لك مواقع وبّ التالية نفاذاً سريعاً إلى أفضل المواقع الفلكية والفضائية على الشبكة، عن طريق توفير وصلات ترابطية مختارة، إلى مواقع كثيرة دقيقة وبارزة، مرتّبة بحسب الموضوعات:

صور فلكية مثيرة

Anglo-Australian Observatory Image Collection

صُور فوتوغرافية جديدة للنجوم، والمجرات، والسُدُم، من أستراليا.

www.aao.gov.au/images.html

Astronomy Picture of the Day

صورة جديدة كل يوم، مع شروح، ووصلات، وأرشفيف.

antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html

Hubble Heritage Photos

أعظم اللقطات من مقراب هبل الفضائي، تضاف شهرياً وتدخل الأرشيف.

heritage.stsci.edu/

NASA Image Exchange

قاعدة معطيات من الصور للعرض والبحث، مجموعة من عشرة من مراكز وكالة أبحاث الفضاء الأمريكية (ناسا).

nix.nasa.gov

NASA's Planetary Photo Journal

صور متاحة للعموم من برامج استكشاف المنظومة الشمسية.

photojournal.jpl.nasa.gov/

National Optical Astronomy Observatories Image Gallery

صور من مقراب Kitt Peak، و NSO/Sac Peak، و Gemini.

www.noao.edu/

Space Telescope Science Institute

مقراب هبل الفضائي: صور ونشاطات.

www.stsci.edu

استكشافات فضائية وفلكية عامة

Astronomy Magazine's Selected Astronomy Web Sites

معطيات وفهارس، مواقع ومقارِب للمبتدئين والأطفال.

www2.astronomy.com/Astro/HotLinks/hotlinks.html

Griffith Observatory Star Awards

مواقع فلكية تعرض معلومات مفيدة ودقيقة بأسلوب منظم وجذاب.

www.griffithobs.org/star/award.html

National Aeronautics and Space Administration (NASA) Homepage

جولة في وكالة أبحاث الفضاء الأمريكية (ناسا): فعاليتها، أخبارها، مراكزها، برامجها، استكشافاتها الإنسانية والربوطية، علم الأرض والفضاء، وبرامج من (ناسا) موجّهة للأطفال.

www.nasa.gov

Sky and Telescope Resources Links

فهارس عن مواقع وبّ، أبحاث للمحترفين والهواة، مقارِب، رصد، خرائط نجمية، رحلات فضائية محمولة جواً وربوطية ومأهولة، معطيات وأدلة مباشرة في الشبكة، برمجيات مجانية وتشاركية للعموم.

www.skypub.com/resources/links/links.shtml

موادّ تعليمية

American Astronomical Society Education Office

مصادر لأساتذة الطلبة الجامعيين وطلبة الدراسات العليا، والعامّة.

www.aas.org/education/index1.html

NASA Core Central Operation of Resources for Educators

لنشر منتجات ناسا التعليمية المتعدّدة الوسائط في جميع أنحاء العالم بأدنى كلفة.

core.nasa.gov/

NASA Education Program

مصادر وبرامج وتقويم من وكالة ناسا للمعلّمين، والطلاب، وجمهور العامّة.

<http://education.nasa.gov>

National Optical Observatories Educational Outreach Program

معلومات وبرامج وموادّ للناشئة وطلاب الكليات من وضع علماء من

المرصد الفلكية البصرية الوطنية. NOAO.

www.noao.edu/education/noaoeo.html

Spacelink

مصادر ومواد تعليمية وخدمات ومكتبة للمعلمين من وكالة ناسا.

spacelink.nasa.gov/.index.html

Sky Publishing Astronomy Education Links

منظمات ووسائط ومراجع فلكية عامة، والمنظومة الشمسية، ومصادر تعليمية ودورات ومخيّمات.

www.skypub.com/resources/links/astroeducation.html

الملحق 1

البروج (الكوكبات)

الاسم	المختصر	المعنى	المرجع	
			الارتفاع المنقسم	الميل
Andromeda	And	المرأة المسلسلة	1 ^h	+40°
Antlia	Ant	مضخة الهواء	10 ^h	-35°
Apus	Aps	طائر الفردوس	16 ^h	-75°
Aquarius	Aqr	الدلو	23 ^h	-10°
Aquila	Aql	النسر	19 ^h 30 ^m	+5°
Ara	Ara	المهرة	17 ^h 30 ^m	-55°
Aries	Ari	الحنّبل	2 ^h	+20°
Auriga	Aur	دو الأعة	5 ^h 30 ^m	+40°
Bootes	Boo	العواء	14 ^h 30 ^m	+30°
Caelum	Cae	آلة القماش	4 ^h 30 ^m	-40°
Camelopardalis	Cam	الزرافة	6 ^h	+70°
Cancer	Cnc	السرطان	8 ^h 30 ^m	+20°
Canes Venatici	CVn	كلاب الصيد	12 ^h 30 ^m	+40°
Canis Major	CMa	الكلب الأكبر	7 ^h	-20°
Canis Minor	CMi	الكلب الأصغر	7 ^h 30 ^m	+5°
Capricornus	Cap	الجدى	21 ^h	-20°
Carina	Car	الجوجو	9 ^h	-60°
Cassiopeia	Cas	ذات الكرسي	1 ^h	+60°
Centaurus	Cen	قنطورس	13 ^h	-50°
Cepheus	Cep	قفقاس	22 ^h	+65°
Cetus	Cet	قيطس	2 ^h	-10°
Chamaeleon	Cha	الحرباء	10 ^h	-80°
Circinus	Cir	الفرجار	15 ^h	-60°
Columba	Col	الحمامة	6 ^h	-35°
Coma Berenices	Com	ذؤابة برنيكي	13 ^h	+25°
Corona Australis	CrA	الإكليل الجنوبي	19 ^h	-40°
Corona Borealis	CrB	الإكليل الشمالي	15 ^h 30 ^m	+30°
Corvus	Crv	الغراب	12 ^h 30 ^m	-20°

الاسم	المختصر	المعنى	المرجع	
			الارتفاع المسقيم	الميل
Crater	Crt	الباطية	11 ^h 30 ^m	-15°
Crux	Cru	الصليب الجنوبي	12 ^h 30 ^m	-60°
Cygnus	Cyg	الدحاجة	20 ^h	+40°
Delphinus	Del	الدلفين	20 ^h 30 ^m	+15°
Dorado	Dor	سيّاف البحر	5 ^h	-60°
Draco	Dra	التنين	18 ^h	+70°
Equuleus	Equ	قطعة الفرس	21 ^h	+10°
Eridanus	Eri	النهر	3 ^h 30 ^m	-20°
Fornax	For	الفرن، الكور	3 ^h	-30°
Gemini	Gem	الجوزاء	7 ^h	+25°
Grus	Gru	الكركي	22 ^h	-40°
Hercules	Her	هيرقل، الجاني	17 ^h	+35°
Horologium	Hor	الساعة	3 ^h	-50°
Hydra	Hya	حيّة الماء	11 ^h	-20°
Hydrus	Hyi	ثعبان الماء	2 ^h	-70°
Indus	Ind	الهندي	21 ^h	-50°
Lacerta	Lac	العظاة	22 ^h 30 ^m	+50°
Leo	Leo	الأسد	10 ^h 30 ^m	+20°
Leo Minor	LMi	الأسد الأصغر	10 ^h 30 ^m	+35°
Lepus	Lep	قواع	5 ^h 30 ^m	-20°
Libra	Lib	الميزان	15 ^h	-15°
Lupus	Lup	الذئب	15 ^h 30 ^m	-40°
Lynx	Lyn	الوشق	8 ^h	+50°
Lyra	Lyr	الشلياق	18 ^h 30 ^m	+35°
Mensa	Men	الجبل	5 ^h 30 ^m	-75°
Microscopium	Mic	المجهر	21 ^h	-35°
Monoceros	Mon	وحيد القرن	7 ^h	-5°
Musca	Mus	الذبابة	12 ^h	-70°
Norma	Nor	المربّع	16 ^h	-50°
Octans	Oct	الثمن	0 ^h -25 ^h	-90°
Ophiuchus	Oph	الحوّا والحويّة	17 ^h	0°
Orion	Ori	الجبار	5 ^h 30 ^m	0°
Pavo	Pav	الطاووس	20 ^h	-65°
Pegasus	Peg	الفرس المجنّح	23 ^h 30 ^m	+20°
Perseus	Per	فرساوس	3 ^h 30 ^m	+45°
Phoenix	Phe	العنقاء	1 ^h	-50°
Pictor	Pic	كرسي المصور	6 ^h	-55°

الاسم	المختصر	المعنى	المرجع	
			الارتفاع المنقسم	الميل
Pisces	Psc	الحوت	23 ^h 30 ^m	+5°
Piscis Austrinus	PsA	الحوت الجنوبي	23 ^h	-30°
Puppis	Pup	الكوتل	8 ^h	-40°
Pyxis	Pyx	البوصلة	9 ^h	-30°
Reticulum	Ret	الشبكة	4 ^h	-60°
Sagitta	Sge	السهم	20 ^h	+20°
Sagittarius	Sgr	القوس	18 ^h 30 ^m	-30°
Scorpius	Sco	العقرب	17 ^h	-30°
Sculptor	Scl	النحات	0 ^h	-30°
Scutum	Sct	الدرع	18 ^h 30 ^m	-10°
Serpens	Ser	الحية	16 ^h	0°
Sextans	Sex	السُّدس	10 ^h	-5°
Taurus	Tau	الثور	4 ^h 30 ^m	+15°
Telescopium	Tel	المقراب	19 ^h	-50°
Triangulum	Tri	المثلث	2 ^h	+30°
Triangulum Australe	TrA	المثلث الجنوبي	16 ^h	-65°
Tucana	Tuc	الطوقان	23 ^h 30 ^m	-65°
Ursa Major	UMa	الدب الأكبر	11 ^h	+60°
Ursa Minor	UMi	الدب الأصغر	15 ^h	+70°
Vela	Vel	الشراع	9 ^h	-50°
Virgo	Vir	العذراء	13 ^h	-10°
Volans	Vol	السمك الطائر	8 ^h	-70°
Vulpecula	Vul	الثعلب	19 ^h 30 ^m	+25°

الملحق 2

ثوابت فيزيائية وفلكية

$c = 299,792,458$ meter per second	سرعة الضوء
$G = 6.673 \times 10^{-11}$ Nm ² Kg ⁻²	ثابت الجاذبية
$\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ Wm ⁻² K ⁻⁴	ثابت ستيفان-بولتزمان
$m_e = 9.1094 \times 10^{-31}$ Kg	كتلة الإلكترون
$m_H = 1.67352 \times 10^{-24}$ gram	كتلة ذرة الهيدروجين
$m_p = 1.67262 \times 10^{-27}$ Kg	كتلة البروتون
AU = 1.49597870 × 10 ¹¹ m	الوحدة الفلكية
pc = 3.085678 × 10 ¹⁶ m = 3.261631 light-years	الفرسخ الفلكي
LY = 9.460536 × 10 ¹⁵ m	السنة الضوئية
$M_{\odot} = 1.9891 \times 10^{30}$ Kg	كتلة الشمس
$R_{\odot} = 696,265$ Km	نصف قطر الشمس
$L_{\odot} = 3.85 \times 10^{26}$ W	الإشعاع الشمسي
$M_{\oplus} = 5.974 \times 10^{24}$ Kg	كتلة الأرض
$R_{\oplus} = 6,378.140$ Km	نصف قطر الأرض الاستوائي
RA = 17 ^h 45.7 ^m , Dec -29°00' (2000)	اتجاه مركز المجرة
$d_E = 86,400$ seconds = 365.2422 ephemeris days	يوم التقويم الفلكي السنة المدارية (من الاعتدال إلى الاعتدال)
= 365.2564 ephemeris days	السنة النجمية (الفلكية)

الملحق 3

رموز ووحدات قياس

وحدات القياس المترية والأمريكية

التحويل التقريبي إلى الواحدات الأمريكية

الطول	
1 سم = 0.39 إنش	
1 سم = 0.03 قدم	
1 متر = 1.1 ياردة	
1 كم = 0.6 ميل	
المساحة	
1 سم ² = 0.16 إنش مربع	
1 م ² = 11 قدم مربع	
1 م ² = 1.2 ياردة مربعة	
1 كم ² = 0.4 ميل مربع	
الكتلة (الوزن)	
1 غ = 0.03 أونصة	
1 كغ = 2.2 باوند	
1 طن = 1.1 طن أمريكي	
الحجم	
1 لتر = 0.26 غالون	
1 م ³ = 35 قدم ³	
1 م ³ = 1.3 يارد ³	
درجة الحرارة	
(F = فهرنهايت، C = مئوية)	$^{\circ}\text{F} = 9/5 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32$
(K = كلفن)	$^{\circ}\text{F} = 9/5 \text{ }^{\circ}\text{K} - 460$

وحدات القياس الزاوية

تتألف الدائرة من 360 درجة أو 360°
والدرجة من 60 دقيقة قوسية أو 60'
والدقيقة من 60 ثانية قوسية أو 60".

حروف اللغة اليونانية

ν	N	نيو	α	A	ألفا
ξ	Ξ	ساي	β	B	بيتا
ο	O	أوميكرون	γ	Γ	غاما
π	Π	باي	δ	Δ	دلتا
ρ	P	رو	ε	E	إيسيلون
σ	Σ	سيجما	ζ	Z	زيتا
τ	T	تاو	η	H	إيتا
υ	Υ	أبسلون	θ	Θ	ثيتا
φ	Φ	فاي	ι	I	أيوتا
χ	X	كاي	κ	K	كابا
ψ	Ψ	بسي	λ	Λ	لامدا
ω	Ω	أوميغا	μ	M	ميو

رموز الشمس والقمر والنجوم

☉ الشمس	♂ المريخ	P بلوتو
☾ القمر	♃ المشتري	● قمر جديد
♁ عطارد	♄ زحل	♋ التربيع الأول
♀ الزهرة	♅ أورانوس	☾ قمر بدر
♁ الأرض	♆ نبتون	♌ التربيع الأخير

علامات دائرة البروج

♈ الحمل 0°	♋ الأسد 120°	♏ القوس 240°
♉ الثور 30°	♌ العذراء 150°	♐ الجدي 270°
♊ الجوزاء 60°	♍ الميزان 180°	♑ الدلو 300°
♋ السرطان 90°	♎ العقرب 210°	♒ الحوت 330°

الملحق 4

جدول التصنيف الدوري للعناصر

المعد الذري
↓

11 صوديوم Na 23	← الاسم	← الوزن الذري
--------------------------	---------	---------------

الرمز →

		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII
		5 بورون B 11	6 كربون C 12	7 نتروجين N 14	8 أكسجين O 16	9 فلور F 19	2 هيليوم He 4
		13 ألومنيوم Al 27	14 سيليكون Si 28	15 فوسفور P 31	16 كبريت S 32	17 كلور Cl 35	10 نيون Ne 20
IB	IIIB	31 جاليوم Ga 70	32 جرمانيوم Ge 73	33 زنيك As 75	34 سلينيوم Se 79	35 بروم Br 80	18 أرغون Ar 40
29 نحاس Cu 64	30 زنك Zn 65	49 إنديوم In 115	50 قصدير Sn 119	51 أنتيمون Sb 122	52 تلوريوم Te 128	53 يود I 127	36 كربتون Kr 84
47 فضة Ag 108	48 كاديوم Cd 112	81 تاليوم Tl 204	82 رصاص Pb 207	83 بزموت Bi 209	84 بولونيوم Po 210	85 إستاتين At 210	54 زينون Xe 131
79 ذهب Au 197	80 زنيق Hg 201						86 رادون Rn 222

65 تربيوم Tb 159	66 ديسبروسيوم Dy 163	67 هولميوم Ho 165	68 أربيوم Er 167	69 تولميوم Tm 169	70 يتربيوم Yb 173	71 لوتيتيوم Lu 175
97 بركليوم Bk 247	98 كاليفورنيوم Cf 251	99 أينشتاينيوم Es 254	100 فرميوم Fm 253	101 مندلقيوم Md 256	102 نوبليوم No 254	103 لورنسيوم Lr 257

Group IA		IIA		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIII		
1	1 هيدروجين H 1															
2	3 ليثيوم Li 7	4 بريليوم Be 9														
3	11 صوديوم Na 23	12 مغنسيوم Mg 24														
4	19 بوتاسيوم K 39	20 كالسيوم Ca 40	21 سكنديوم Sc 45	22 تيتانيوم Ti 48	23 فاناديوم V 51	24 كروم Cr 52	25 منغنيز Mn 55	26 حديد Fe 56	27 كوبالت Co 59	28 نيكل Ni 59						
5	37 ربيديوم Rb 85	38 سترونشيوم Sr 88	39 يتريوم Y 89	40 زركونيوم Zr 91	41 نيوبيوم Nb 93	42 موليبدينوم Mo 96	43 تكنيتيوم Tc 99	44 روثينيوم Ru 101	45 روديوم Rh 103	46 بلاديوم Pd 106						
6	55 سيزيوم Cs 133	56 باريوم Ba 137	57 لانثانوم La 139	72 هافنيوم Hf 178	73 تان탈وم Ta 181	74 ولفران W 184	75 رنيوم Re 186	76 أوزميوم Os 190	77 أيريديوم Ir 192	78 بلاتين Pt 195						
7	87 فرانسيوم Fr 223	88 رانسيوم Ra 226	89 أكتينيوم Ac 227	104 رذرفورديوم Rf 261	105 دوبنيوم Db 262	106 سيبورجسيوم Sg 266	107 بورنيوم Bh 262	108 هاسيميوم Hs 265	109 ميتريوم Mt 266							

6	58 سيريوم Ce 140	59 براسوديوم Pr 141	60 نيوديميوم Nd 144	61 بروميتيوم Pm 147	62 ساماريوم Sm 150	63 يوروبيوم Eu 152	64 جادولينيوم Gd 157
7	90 ثوريوم Th 232	91 بروتاكتينيوم Pa 231	92 يورانيوم U 238	93 نبتونيوم Np 237	94 بلوتونيوم Pu 242	95 أمريكيوم Am 243	96 كوريوم Cm 247

الملحق 5

أقرب النجوم

القدر المطلق	اختلاف النظر (مالي دقيقة قوسية)	الصف الطيفي	القدر الظاهري	الآل °	الارتفاع المستقيم h m	البعد (سنة ضوئية)	النجم
4.8		G	-26.72	—	— a		الشمس
15.5	722	M	11.01	-62 41	14 30	4.2	قنطوس القريب
4.3	742	G	-0.01	-60 50	14 40	4.4	حُضار α A
5.7	742	K	1.35			4.4	B
13.2	549	M	9.54	+04 41	17 58	5.9	نجم بارنارد
16.6	419	M	13.46	+07 01	10 56	7.8	وولف 359
10.5	392	M	7.49	+35 58	11 03	8.3	BD + 36 2147
1.5	379	A	-1.44	-16 43	06 45	8.6	الشعري اليمانية A
11.3		DA	8.44				B
15.4	373	M	12.56	-17 56	01 39	8.7	لايتن 726-8A
15.8		M	12.96				B
13.0	337	M	10.37	-23 50	18 50	9.7	روس 154
14.8	316	M	12.27	+44 09	23 42	10.3	روس 248
6.2	311	K	3.72	-09 27	03 33	10.5	النهر E
9.8	304	M	7.35	-35 51	23 06	10.7	CD - 36 15693
13.5	300	M	11.12	+00 48	11 48	10.9	روس 128
14.6	290	M	12.32	-15 17	22 39	11.2	لايتن 789-6ABC
7.5	287	K	5.20	+38 45	21 07	11.4	61 الدجاجة A
8.3	285	K	6.05	+38 45	21 07	11.4	B
2.7	286	F	0.40	+05 13	07 39	11.4	الشعري الشامية A
13.0		DF	10.7		3		B
12.0	285	M	8.90	+59 38	18 43	11.5	BD + 59 1915B
11.2	280	M	9.70			11.6	A

- ملاحظات: 1. إذا كان النجم ثنائية مرئية (كالشعري اليمانية مثلا) دلّ الحرف A على المكوّن الذي هو أسطع، ودلّ الحرف B على المكوّن الأخر.
2. أسماء النجوم: تسمى النجوم الساطعة بأسمائها (مثل: الشعري اليمانية)؛ وتستهمل حروف باير Bayer اليونانية مع أسماء البروج عادة وفق درجات سطوعها (حُضار α)، في حين تستعمل أرقام فلأمستيد Flamsteed مع أسماء البروج بحسب ارتفاعها المستقيم (61 الدجاجة). وتسمى النجوم الخافتة وفق أرقام ضمن دليل، من مثل: Bonner Durchmusterung-BD وDurchmusterung-CD وأئلة لايتن، وروس، و وولف، حيث ينفرد كل دليل بنظام ترقيم خاص به.
3. إذا كان النجم قرما أبيض (الشعري اليمانية B مثلا)، أثبت صفه الطيفي مسبقا بالحرف D.

المختصرات: h = ساعة، m = دقيقة زمنية، ° = دقيقة قوسية، ' = درجة.

الملحق 6

أجرام ميسيه

الوصف	الكوكبية	الميل		الارتفاع المستقيم		الرقم في الدليل العام الجديد	رقم ميسيه (M)
		°	'	h	m		
مخلفات مستعر فائق	Tau	+22	01	5	34.5	1952	1
حشد كربيي	Aqr	-0	49	21	33.5	7089	2
حشد كربيي	CVn	+28	23	13	42.2	5272	3
حشد كربيي	Sco	-26	32	16	23.6	6121	4
حشد كربيي	Ser	+2	05	15	18.6	5904	5
حشد مفتوح	Sco	-32	13	17	40.1	6405	6
حشد مفتوح	Sco	-34	49	17	53.9	6475	7
سدم منتشر	Sgr	-24	23	18	03.8	6523	8
حشد كربيي	Oph	-18	31	17	19.2	6333	9
حشد كربيي	Oph	-4	06	16	57.1	6254	10
حشد مفتوح	Sct	-6	16	18	51.1	6705	11
حشد كربيي	Oph	-1	57	16	47.2	6218	12
حشد كربيي	Her	+36	28	16	41.7	6205	13
حشد كربيي	Oph	-3	15	17	37.6	6402	14
حشد كربيي	Peg	+12	10	21	30.0	7078	15
حشد مفتوح	Ser	-13	47	18	18.8	6611	16
سدم منتشر	Sgr	-16	11	18	20.8	6618	17
حشد مفتوح	Sgr	-17	08	18	19.9	6613	18
حشد كربيي	Oph	-26	16	17	02.6	6273	19
سدم منتشر	Sgr	-23	02	18	02.6	6514	20
حشد مفتوح	Sgr	-22	30	18	04.6	6531	21
حشد كربيي	Sgr	-23	54	18	36.4	6656	22
حشد مفتوح	Sgr	-19	01	17	56.8	6494	23
(انظر الملاحظات)	Sgr	-18	29	18	16.9		24
حشد مفتوح	Sgr	-19	15	18	31.6	IC4725	25
حشد مفتوح	Sct	-9	24	18	45.2	6694	26
سدم كوكبي	Vul	+22	43	19	59.6	6853	27

الوصف	الكوكبية	الميل		الارتفاع المستقيم		الرقم في الدليل العام الجديد	رقم ميسيه (M)
		o	r	h	m		
حشد كرتبي	Sgr	-24	52	18	24.5	6626	28
حشد مفتوح	Cyg	+38	32	20	23.9	6913	29
حشد كرتبي	Cap	-23	11	21	40.4	7099	30
مجرة لولبية	And	+41	16	0	42.7	224	31
مجرة إهليلجية	And	+40	52	0	42.7	221	32
مجرة لولبية	Tri	+30	39	1	33.9	598	33
حشد مفتوح	Per	+42	47	2	42.0	1039	34
حشد مفتوح	Gem	+24	20	6	08.9	2168	35
حشد مفتوح	Aur	+34	08	5	36.1	1960	36
حشد مفتوح	Aur	+32	33	5	52.4	2099	37
حشد مفتوح	Aur	+35	50	5	28.7	1912	38
حشا. مفتوح	Cyg	+48	26	21	32.2	7092	39
(انظر الملاحظات)	UMa	+58	05	12	22.4		40
حشد مفتوح	CMa	-20	44	6	47.0	2287	41
سلم منتشر	Ori	-5	27	5	35.4	1976	42
سلم منتشر	Ori	-5	16	5	35.6	1982	43
حشد مفتوح	Cnc	+19	59	8	40.1	2632	44
حشد مفتوح	Tau	+24	07	3	47.0		45
حشد مفتوح	Pup	-14	49	7	41.8	2437	46
حشد مفتوح	Pup	-14	30	7	36.6	2422	47
حشد مفتوح	Hya	-5	48	8	13.8	2548	48
مجرة إهليلجية	Vir	+8	00	12	29.8	4472	49
حشد مفتوح	Mon	-8	20	7	03.2	2323	50
مجرة لولبية	CVn	+47	12	13	29.9	5194-5	51
حشد مفتوح	Cas	+61	35	23	24.2	7654	52
حشد كرتبي	Com	+18	10	13	12.9	5024	53
حشد كرتبي	Sgr	-30	29	18	55.1	6715	54
حشد كرتبي	Sgr	-30	58	19	40.0	6809	55
حشد كرتبي	Lyr	+30	11	19	16.6	6779	56
سلم كوكبي	Lyr	+33	02	18	53.6	6720	57
مجرة لولبية	Vir	+11	49	12	37.7	4579	58
مجرة إهليلجية	Vir	+11	39	12	42.0	4621	59
مجرة إهليلجية	Vir	+11	33	12	43.7	4649	60
مجرة لولبية	Vir	+4	28	12	21.9	4303	61
حشد كرتبي	Oph	-30	07	17	01.2	6266	62
مجرة لولبية	CVn	+42	02	13	15.8	5055	63
مجرة لولبية	Com	+21	41	12	56.7	4826	64

الوصف	الكوكبة	الميل		الارتفاع المستقيم		الرقم في الدليل العام الجديد	رقم ميسيه (M)
		°	'	h	m		
مجرة لولبية	Leo	+13	05	11	18.9	3623	65
مجرة لولبية	Leo	+12	59	11	20.2	3627	66
حشد مفتوح	Cnc	+11	49	8	50.4	2682	67
حشد كرتبي	Hya	-26	45	12	39.5	4590	68
حشد كرتبي	Sgr	-32	21	18	31.4	6637	69
حشد كرتبي	Sgr	-32	18	18	43.2	6681	70
حشد كرتبي	Sge	+18	47	19	53.8	6838	71
حشد كرتبي	Aqr	-12	32	20	53.5	6981	72
(انظر الملاحظات)	Aqr	-12	38	20	58.9	6994	73
مجرة لولبية	Psc	+15	47	1	36.7	628	74
حشد كرتبي	Sgr	-21	55	20	06.1	6864	75
سدم كوكبي	Per	+51	34	1	42.4	650-1	76
مجرة لولبية	Cet	-0	01	2	42.7	1068	77
سدم منتشر	Ori	+0	03	5	46.7	2068	78
حشد كرتبي	Lep	-24	33	5	24.5	1904	79
حشد كرتبي	Sco	-22	59	16	17.0	6093	80
مجرة لولبية	UMa	+69	04	9	55.6	3031	81
مجرة غير منتظمة	UMa	+69	41	9	55.8	3034	82
مجرة لولبية	Hya	-29	52	13	37.0	5236	83
مجرة إهليلجية	Vir	+12	53	12	25.1	4374	84
مجرة إهليلجية	Com	+18	11	12	25.4	4382	85
مجرة إهليلجية	Vir	+12	57	12	26.2	4406	86
مجرة إهليلجية	Vir	+12	24	12	30.8	4486	87
مجرة لولبية	Com	+14	25	12	32.0	4501	88
مجرة إهليلجية	Vir	+12	33	12	35.7	4552	89
مجرة لولبية	Vir	+13	10	12	36.8	4569	90
مجرة لولبية	Com	+14	30	12	35.4	4548	91
حشد كرتبي	Her	+43	08	17	17.1	6341	92
حشد مفتوح	Pup	-23	52	7	44.6	2447	93
مجرة لولبية	CVn	+41	07	12	50.9	4736	94
مجرة لولبية	Leo	+11	42	10	44.0	3351	95
مجرة لولبية	Leo	+11	49	10	46.8	3368	96
سدم كوكبي	UMa	+55	01	11	14.8	3587	97
مجرة لولبية	Com	+14	54	12	13.8	4192	98
مجرة لولبية	Com	+14	25	12	18.8	4254	99
مجرة لولبية	Com	+15	49	12	22.9	4321	100

الوصف	الكوكبة	المَئِيل		الارتقاء المستقيم		الرقم في الدليل العام الجديد	رقم ميسيه (M)
		o	'	h	m		
بجزة لولية	UMa	+54	21	14	03.2	5457	101
(انظر الملاحظات)							102
حشد مفتوح	Cas	+60	42	1	33.2	581	103
بجزة لولية	Vir	-11	37	12	40.0	4594	104
بجزة إهليلجية	Leo	+12	35	10	47.8	3379	105
بجزة لولية	CVn	+47	18	12	19.0	4258	106
حشد كرتبي	Oph	-13	03	16	32.5	6171	107
بجزة لولية	UMa	+55	40	11	11.5	3556	108
بجزة لولية	UMa	+53	23	11	57.6	3992	109
بجزة إهليلجية	And	+41	41	0	40.4	205	110

ملاحظات حول أجرام أكثر شيوعاً

سدم السرطان	M1
سدم لاغون	M8
حشد البطة البرية	M11
يكتشفه سدم العقاب	M16
سدم أوميغا	M17
سدم ثلاثي الشعب	M20
حقل نجمي في كوكبة القوس، يضم الحشد المفتوح NGC 6603	M24
سدم متفتح الطرفين	M27
بجزة المرأة المسلسلة	M31
النجم المزدوج الخافت المسمى وينيك 4 Winnecke، وقدره 9.0 و 9.6	M40
سدم الجبار	M42
سدم الجبار	M43
حشد النثرة أو القفقر	M44
حشد الثريا، ليس له رقم في الدليل العام الجديد NGC، ولا في فهرس الدليل IC	M45
المجرة الدوامة	M51
السدم الحلقي	M57
بجزة العين السوداء	M64
مجموعة صغيرة من أربعة نجوم خافتة	M73
سدم أول Owl	M97
مكرر عن 101	M102
بجزة سومبريرو Sombbrero	M104

المصدر:

السماء في الربيع

الأقدار النجمية

- -1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- var.

Milky Way

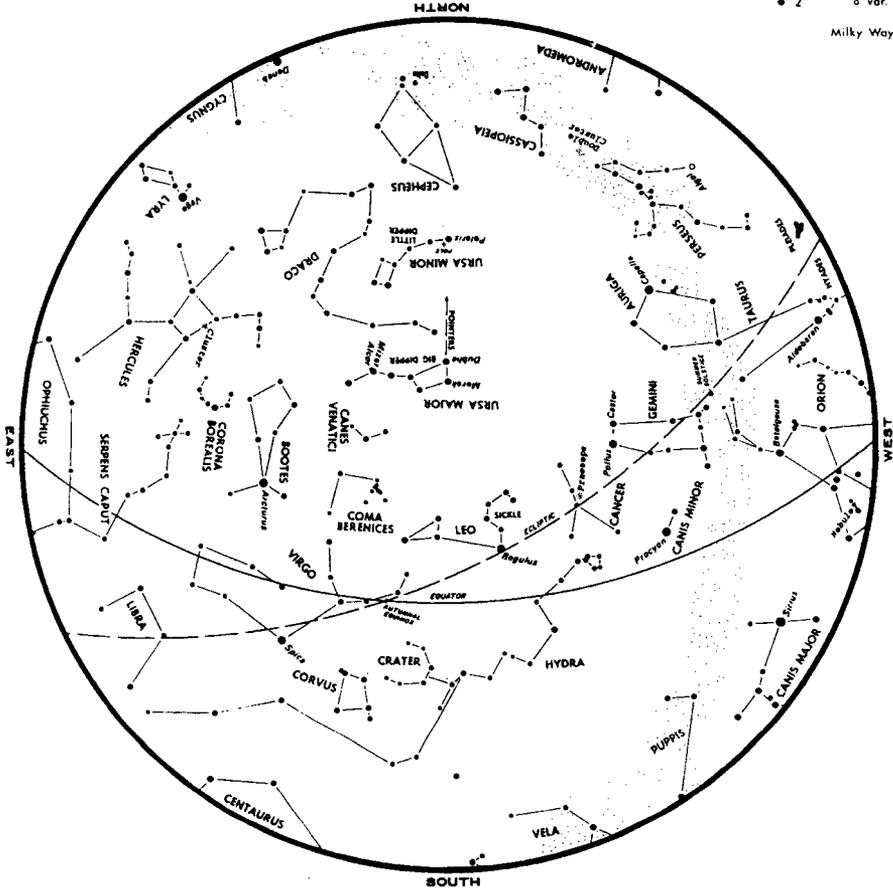


Chart by George Lovi

الجدول الزمني

أوائل أيار (مايو) 8 مساء	أواخر آذار (مارس) 11 مساء
أواخر أيار (مايو) 7 مساء	أوائل نيسان (أبريل) 10 مساء
أوائل حزيران (يونيو) 6 مساء	أواخر نيسان (أبريل) 9 مساء

السماء في الصيف

الأقدار النجمية

- -1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- var.

Milky Way

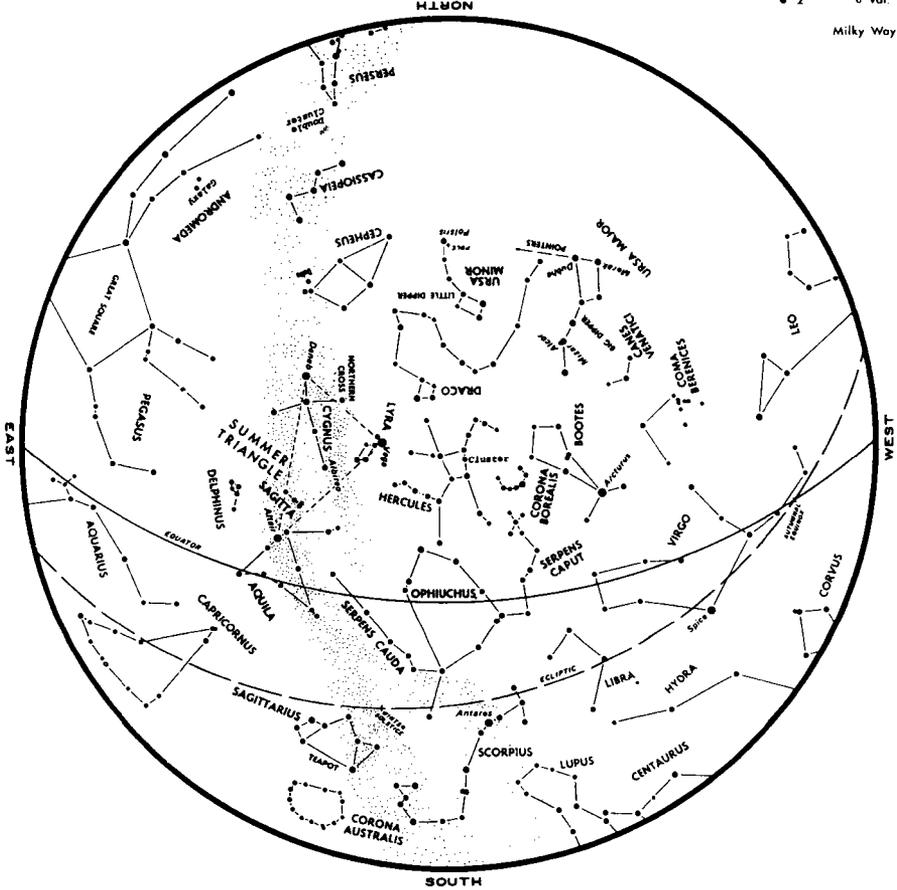


Chart by George Lovi

الجدول الزمني

أوائل آب (أغسطس)	8 مساء	أواخر حزيران (يونيو)	11 مساء
أواخر آب (أغسطس)	7 مساء	أوائل تموز (يوليو)	10 مساء
أوائل أيلول (سبتمبر)	6 مساء	أواخر تموز (يوليو)	9 مساء

السماء في الخريف

الأقدار النجمية

- -1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- var.

Milky Way

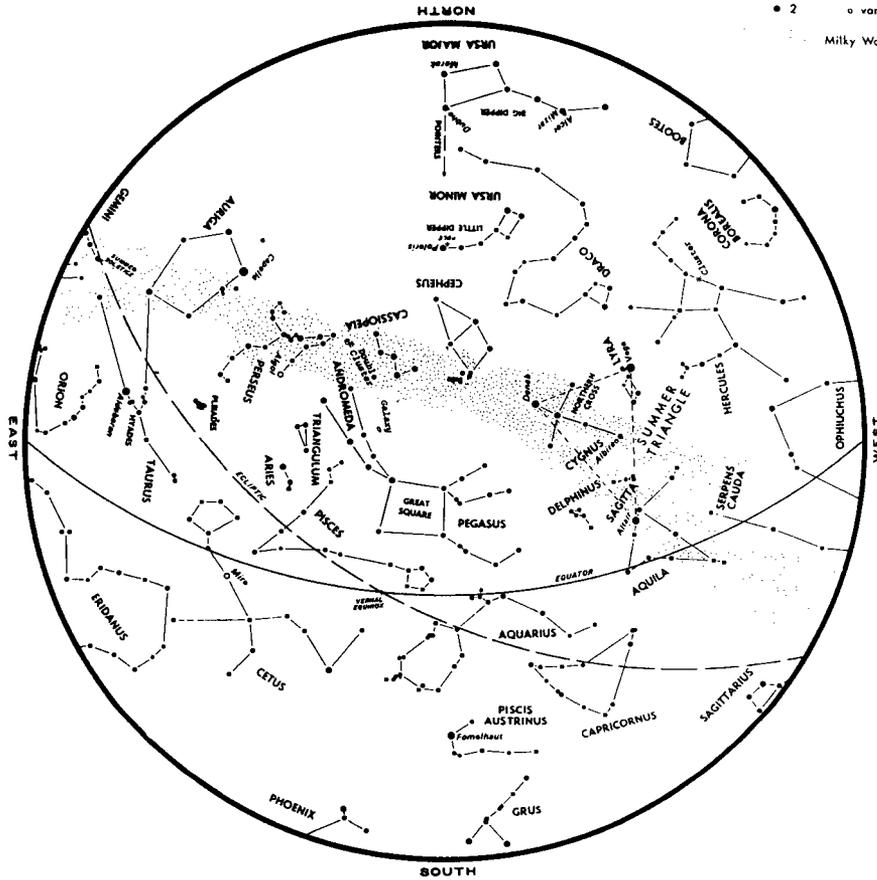


Chart by George Lovi

الجدول الزمني

أوائل تشرين الثاني (نوفمبر) 8 مساء	أواخر أيلول (سبتمبر) 11 مساء
أواخر تشرين الثاني (نوفمبر) 7 مساء	أوائل تشرين الأول (أكتوبر) 10 مساء
أوائل كانون الأول (ديسمبر) 6 مساء	أواخر تشرين الأول (أكتوبر) 9 مساء

السماء في الشتاء

الأقدار النجمية

- -1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- var.

Milky Way

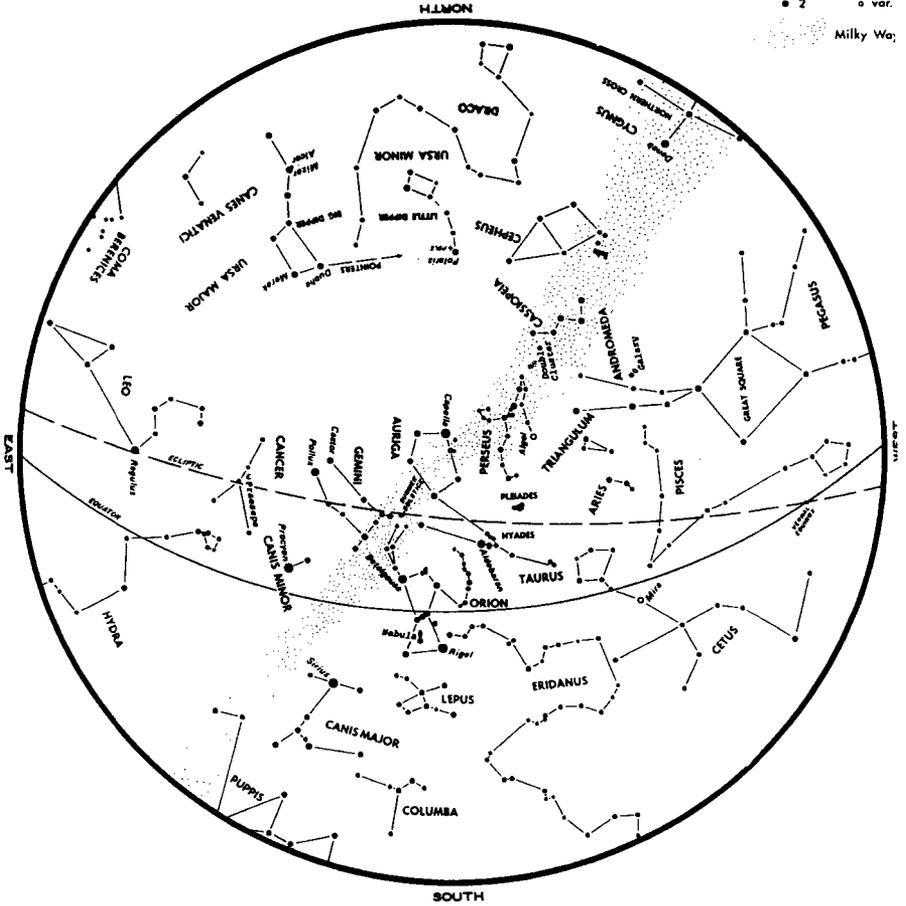


Chart by George Lov

الجدول الزمني

أواخر كانون الأول (ديسمبر)	11 مساء	أوائل شباط (فبراير)	8 مساء
أوائل كانون الثاني (يناير)	10 مساء	أواخر شباط (فبراير)	7 مساء
أواخر كانون الثاني (يناير)	9 مساء	أوائل آذار (مارس)	6 مساء

شكر

إنني أقدم شكري إلى عدد لا يُحصى من الطلاب والمحاضرين والقراء والمستمعين الذين شكَّلت أسئلتهم وتعليقاتهم نصَّ هذه الطبعة الخامسة.

وإني أخص بشكري للذين طالما شاركوني بحماس عجائب هذا الكون، وهم:

My home galaxy of stars Mollie and Bertram A. Levine; Elizabeth, Stephen, Lucy, Benjamin, and Robert Schwartz; and Rebecca, Rick, Cindy, Jessica, and Caroline Kahlenberg.

My counselor Ernest Holzberg, Esq. and friend Bonnie Brown.

The National Science Foundation Faculty Fellowship in Science awarded to me made possible advanced studies in astronomy.

Many luminaries have encouraged, influenced, and supported my work. I thank:

Stephen Kippur, Gerard Helferich, Kitt Allan, and Barbara Mele at John Wiley & Sons, Inc.

I appreciate the continued encouragement and support of those who contributed to earlier editions.

Thanks for the Fifth Edition go to: Joseph F. Veverka, Cornell University; Robert Garrison, David Dunlap Observatory; Alan Batten, Dominion Astrophysical Observatory; Peter Michaud, Gemini Observatory; Francois Spite, IAU; Christopher Jackson and Diana C. Madrigal, John Wiley & Sons; Michael Arida, Fred Espenak, Stephen P. Maran, Wayne Warren (GSFC), Alan Chamberlain, Mary Beth Murrill, Jane Platt (JPL), and Cheryl Gundy (STScI), NASA; David G. Finley, National Radio Astronomy Observatory; Roy L. Bishop, Royal Astronomical Society of Canada; Brian Marsden, Smithsonian Astrophysical Observatory; Geoff Chester, U.S. Naval Observatory; Harry Shipman, University of Delaware; and Helene Dickel, University of Illinois.

Fourth Edition: Steve Maran, American Astronomical Society; Maria Pallante, Authors Guild; Bob Finn, California Institute of Technology; Richard Dannay, Esq.; Pat Peterson, de Grummond Collection, University of Southern

Mississippi; Carol R. Leven, Freelance Administrator; Laurence A. Marschall, Gettysburg College; Nicholas L. Johnson, Kaman Sciences Corporation; Mary Beth Murrill, W. M. Keck Observatory; Keith Mordoff, Lockheed Missiles & Space Company, Inc.; Richard Jackson, Bill Santoro, Joe Schank, Mamaroneck Post Office; Constance Moore, Althea Washington (Headquarters), Alan S. Wood, Kimberly Lievens, Sharon Miller, Mary Hardin, Ed McNevin, Jurrie van der Woude, Gil Yanow (JPL), Charles Borland, Billie A. Deason, Lisa Vazquez (JSC), Allen Kenitzer (MSFC), Ray Villard (STSI) of the National Aeronautics and Space Administration; Emma Hardesty, Karie Myers, National Optical Astronomy Observatories; Director Paul A. Vanden Bout, Patrick C. Crane (VLA), Pat Smiley, National Radio Astronomy Observatory; Array; Roy Bishop, *Observer's Handbook*; Gloria Lubkin, *Physics Today*; Jacqueline Mitton, Royal Astronomical Society (U.K.); David Okerson, Science Applications International Corporation; George Lovi, Sky and Telescope columnist; Preston J. Campbell, TRW Federal Systems Division; John Percy, University of Toronto; Jay Pasachoff, Williams College.

Third Edition: I. Robert, Victor and Esther Rozen; Jack Flynn, Andrew Fraknoi, Juliana Ver Steeg, Astronomical Society of the Pacific; Director Sidney Wolff, Carl A. Posey, and Jeff Stoner, Kitt Peak National Observatory; Elyse Murray, Bernard Oliver, and Charles Seeger (Ames), Donald K. Yeomans (JPL), NASA; Ronald Ekers, Arnold H. Rots, and Don L. Swann, NRAO/VLA; Tobias Owen, SUNY/Stony Brook; Larry Esposito, University of Colorado; and Paul W. Hodge, University of Washington.

Second Edition: Lloyd Motz and Chien Shiung Wu, Columbia University; Harry L. Shipman, University of Delaware; Frank E. Bristow (JPL), Les Gaver, David W. Garrett, Curtis M. Graves, William D. Nixon (Headquarters), Peter W. Waller (Ames), and Terry White (JPL), NASA; Janet K. Wolfe, National Air and Space Museum; Richard W. West, NSF; Henry D. Berney, Thomas Como, Donald Cotten, Julius Feit, Sheldon E. Kaufman, Valdar Oinas, Robert Taylor, and Kurt R. Schmeller, Queensborough Community College of CUNY; and Arnold A. Sterassenburg, SUNY/Stony Brook.

بيان مصادر الصور والمعلومات

إننا نشكر جمعية الفلكيين الأمريكيين لتوفيرها عشرات من التحقيقات الصحفية وبيانات بوقائع وصور كونية. لقد مكنتنا هذه الخدمات من تحقيق الدقة وتجديد المعلومات في نصوص هذا الكتاب. وإن المؤسسات والأفراد التالية أسماؤهم هم أصحاب الصور:

California Association for Research in Astronomy: 2.15

C.S.I.R.O: 2.17

Hale Observatories: 6.4; 6.9; 6.16; 7.2; 9.28; 11.5; 11.7

Kitt Peak National Observatory: 4.7a; 5.1

Leiden Observatory: 6.10

Lowell Observatory: 9.22

NASA: 1.1; 2.12; 2.19; 2.20; 4.1; 4.5; 4.12; 4.13; 5.1a; 5.14; 6.3; 6.13; 6.14; 6.23; 7.8; 8.2; 8.14; 8.16; 9.1; 9.2; 9.6; 9.8; 9.9; 9.10; 9.18; 9.19; 9.20; 9.21; 9.23; 9.24; 9.25; 9.26; 9.27; 10.1; 10.5; 10.6; 10.7; 11.1; 11.4; 12.3; 12.4; 12.7

NASA, Brad Smith (University of Hawaii), Glenn Schneider (University of Arizona): 12.2

NASA, Chandra X-ray Observatory Center, Smithsonian Astrophysical Observatory: 6.19a

NASA and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA): 5.9

NASA, Jet Propulsion Laboratory: 9.17

NASA, R. Williams and HDF-N Team (Space Telescope Science Institute): 1.4

NASA, Steve Lee (University of Colorado), Jim Bell (Cornell University), Mike Wolff (Space Science Institute): 9.16

National Optical Astronomy Observatories: 1.3; 2.6; 2.18; 4.7b; 4.8; 4.11; 5.11; 5.12; 6.1; 6.2; 6.5; 6.17; 6.20; 6.21; 6.22a

National Radio Astronomy Observatory/AUI, J. O. Burns, E. J. Schrier, and E. D.

Feigelson: 6.11; 6.18; 6.19c

Princeton University Project Stratoscope: 4.9

Dr. Martin Schwartzchild, Princeton University: 4.10

J. William Schopf, Elso S. Barghoorn, Morton D. Masser, and Robert O. Gordon: 12.1

Tass/Sovfoto: 9.7

United States Air Force: 11.10

Tables and illustrations are adapted, redrawn, or used by permission of the following authors and publishers:

Table 1.1: Robert Garrison and Brian Beattie, *Observer's Handbook 2000*, with permission of the Royal Astronomical Society of Canada.

Table 2.1: *Astronomy: Fundamentals and Frontiers*, 3rd edition, by Robert Jastrow and Malcolm H. Thompson. Copyright © 1972, 1974, 1977 by Robert Jastrow (John Wiley & Sons, New York).

Figure 2.13: Lockheed Missiles and Space Company.

Table 3.1 (adapted); 11.2 (selected): *Astrophysical Quantities*, 3rd edition. Copyright © 1973 by C. W. Allen (Athlone Press, London).

Table 6.2 (adapted): *Realm of the Universe*, by George O. Abell. Copyright © 1964, 1969, 1973, 1980, by Holt, Rinehart and Winston, Inc. Copyright © 1976 by George O. Abell. Used by permission of Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Tables 8.2 and 8.3: National Aeronautics and Space Administration public information. Updates by JPL's Solar System Dynamics Group, URL: http://ssd.jpl.nasa.gov/sat_elem.html

Figure 9.14: © 2000 by Tina Cash-Walsh.

Tables 10.2 and 10.3: with permission from *Solar Eclipses: 1996–2020* and *Lunar Eclipses: 1996–2020*, by Fred Espenak, NASA/Goddard Space Flight Center.

Table 11.1: Brian G. Marsden, Smithsonian Astrophysical Observatory.

Appendix 2: Data reprinted from *Observer's Handbook 2000*, with permission of the Royal Astronomical Society of Canada.

Appendix 5: Alan Batten, *Observer's Handbook 2000*, with permission of the Royal Astronomical Society of Canada.

الفهرس

- أجهازة التبريد والتكيف 374
 أجهزة متقدمة لدراسة المذنبات 479
 أجهزة المدى الليزري 370
 أحادي أكسير الكربون 459
 الاحتجاب (occultation) هو استتار جرم سماوي
 خلف آخر 447
 احتراق الفحم والنفط 374
 الاحتكاك المدي 423
 الاحتمالات 494
 الأحجار المريخية 475
 الأحجار النيزكية (الصخرية) - (الحديدية) 432، 453،
 474، 476، 481، 483
 الأحجار النيزكية القمرية 475
 الأحد الشمس 314
 الإحداثيات السماوية 30
 أحوال السطح 439
 أحوال غير مؤاتية لحدوث الخسوف والكسوف 446
 اختبار ذاتي 51، 101
 اختبارات حدية 292
 اختفاء المذنب 462
 اختلاف المنظر المثلثي 207
 اختلاف المنظر (Parallax) لقياس المسافات... 108
 اختلاف المنظر النجمي 108، 109
 اختلاف المنظر النجمي يتناقص مع بعد النجم 110
 أخناتون 153
 أخيراً ستضع الشمس نفسها في مركز الكون 309
 أخيراً ظهر الإنسان بذكائه الفكري منذ قرابة (40,000)
 سنة خلت 492
 الأخيلة 77
 أتون 154
 آثار أسنة الذهب الشمسية في بيئة الأرض 180
 الآثار الملحوظة لحركات الأرض 47
 آدمز (جون) 405
 أرمسترونغ (نيل) 432، 434، 435
 أريسيبو 93، 505
 أرييل 344، 404
 أرييل ساطع كثير الصدوع 404
 الأزوت 215، 216، 298، 459، 493
 آسيا 366، 443
 ألدريل (إدوين) 435
 آلهة الحب 363
 آلهة القمر 420
 أيغيتو (غرينلاند) 473
 أيو (15) 343، 346، 386، 391
 أيو / المشتري 415
 إيسيلون (النهر) 404، 505
 أبولو 154، 420
 إيميثيون 343
 الاتحاد الفلكي الدولي 363، 466
 اتساع الخطوط التصادمي 125
 اتساع الخطوط الدوراني 125
 أثر الضبابية الجوية على الميز 82
 الأثنين القمر 314
 الأجرام الجليدية الصغيرة 342
 أجرام صخرية غير منتظمة الأشكال 352
 أجرام متراسة ضخمة (ماخوصات) 296
 أجسام طائفة مجهولة (المنشأ) 486، 503، 511
 إجمال طريقة استعمال مخططات (H-R)... 229

- أدراميتا 343
إدراك حقيقة السماء المرصّعة بالنجوم 19
أدلة في الشبكة 519
أذرع حلزونية 234
الأذرع اللولبية 235، 245
الأربعاء عطارد 314
أربعة نجوم حارة وباردة 67
أربعة نجوم قريبة 134
ارتبط اختفاء الشمس عند بعض الشعوب... 441
الارتصاص = عملية الارتصاص
ارتفاع الشمس 46
ارتفاع في درجة الحرارة الداخلية والضغط الداخلي 198
ارتداد الفضاء 499
أرسطو 444
الأرصاء الفلكية 69
الأرض تدور حول الشمس دورة كل عام 41
الأرض تدور حول نفسها يومياً 422
الأرض تدور (rotate) يومياً حول محورها (axis) 20
الأرض، الطوق الكويكبي 484
الأرض عادت لا تعد مركز الكون بكامله 321
الأرض كروية لا منبسطة 444
الأرض كما رصدها من القمر رواد مركبة أبولو
الفضائية 366
الأرض = كوكب الأرض
الأرض المتصلة 369
الأرض منزلنا وماوانا وهي كرة صخرية يبلغ
قطرها... 14
الأرض مهد البشر، لكن الإنسان... 353
الأرض وزحل كليهما يدوران حول الشمس 393
أرقب القمر يومياً مدة شهر إن استطعت 317
الإريديوم 478
أزواج الكواكب 412
إسبانيا 95
أستراليا 96، 443، 520
استكشاف الفضاء واستغلاله الاستغلال الأمثل 500
استكشاف القمر 432
استكشاف المنظومة الشمسية 309
استكشافات فضائية فلكية عامة 525
- استهلال عصر الفضاء 331
الأسد = برج الأسد
الأمر المجري 265
أسطح نجم ليلي 28
أسطح النجوم 27، 33
أسماء أيام الأسبوع 313
أسماء البروج الاثني عشر 23
أسماء النجوم 27
إشعاع الـ 21 سنتيمتراً 244
إشعاع الأمواج الصخرية 308
الإشعاع تحت الأحمر 65، 104
إشعاع الخلفية الكوني 296
الإشعاع السنكروتروني 263
الإشعاع فوق البنفسجي 65، 104
الإشعاع الكهرطيسي 62، 63، 69
الإشعاع الكوني 296
أشعة بيضاء 430
الأشعة تحت الحمراء 61، 97
الأشعة السينية 61، 65، 104، 246
الأشعة السينية وفوق البنفسجية 178
أشعة غاما 61، 65، 104، 178
الأشعة فوق البنفسجية 61
الأشعة فوق البنفسجية والسينية والغامية 100
الاصطفاء الطبيعي 491
اصطناع مقاربات أكبر 86
اصطناع مقرب راديوي وحيد بقطر (8000) كيلومتر
(5000) ميل 96
الأصناف السبعة الرئيسية للألياف النجمية 119
الأصناف الطيفية 118
أضحى القمر - بعد ملياريّ سنة من ولادته - في حكم
المت... 438
الاضطرابات الجويّة 81
الأطباق الطائرة 503
أطلس 343
أطوار القمر 314، 316
أطوار كوكب الزهرة 322
الأطوال الموجية تحت الحمراء (فوق البنفسجية)
495، 246

- أطول النجوم عمراً 203
 الأطياف 112
 أطياف النجوم 115، 121
 الاعتدال الخريفي 45، 46
 الاعتدال الربيعي 30، 45، 46، 49، 52، 54
 الاعتدال الربيعي يقع في برج الحوت 50
 الاعتدال والمنقلبات 45
 الأعجوبة 209
 أعظم اللقطات من عقرب هيل الفضائي 525
 أعمار النجوم 198
 الإغريق 444
 أفرودايت 364
 أفريقيا 364، 443
 أفضل العروض الشهابية 471
 أفق الحدث 221
 الأفق السماوي 34
 الأفق كأس فوقنا مقلوبة... 19
 أفلاطون 429، 517
 إفيلازبيرغ بألمانيا 93
 الاقتران السفلي 322
 الاقتران العلوي 322
 اقتفاء المذنبات 467
 الأقدار 28، 129
 الأقراص حول النجمية 97
 أقرب النجوم إلينا يقع على بعد عدة سنوات ضوئية 499، 514
 أقزام (البيضاء) بيضاء 137، 141، 146، 212
 الأقزام الحمر الباردة 140
 الأقزام (الحمر) الحمراء 136، 146، 203
 أقسام المذنب الرئيسية 457
 أقصر النجوم عمراً... 202
 الأقمار أجرام تدور حول الكواكب 310
 أقمار أورانوس = كوكب أورانوس
 أقمار زحل 398
 أقمار غاليليو (الأربعة) 390، 391
 أقمار الكواكب الأرضية 346
 أقمار المشتري 346، 390
 أقمار نبتون 407
- الأكاليل البركانية 365
 أكبر المقاريب البصرية في العالم 88
 أكبر مقراب راديوي 93
 اكتشاف أول منظومة كوكبية... 497
 اكتشاف نبتون 407
 اكتشاف مذنباً وسيحمل اسمك إلى الأبد 468
 اكتشفت بواسطة المركبة فوياجر 2 عشرة أقمار صغيرة... 404
 أكثر من 700 متغير قيفاوي... 208
 الأكسجين 206، 225، 356، 459
 أكسيد التيتانيوم 122
 الإكليل الشمسي 161
 الإكليلي الشامل 177
 إلارا 343
 الألسنة الشمسية 180
 السنة اللهب (والشواظ) 176، 184
 ألفا قنطورس 505
 الألمنيوم 206
 أمالثيا (الصغير) 343، 390
 أمبريل 344
 أمريكا الجنوبية 416، 443
 أمريكا الشمالية 445، 520
 أمضى فريق مركبة أبولو الأمريكية... 433
 إمكان وجود حياة خارج نطاق الأرض 487
 الأمواج الراديوية 61، 64، 65، 92، 104، 278
 الأمواج الزلزالية الأرضية 183
 الأمواج الطويلة 65
 الأمواج القصيرة تكون أعلى تردداً 65
 الأمواج الكهرومغناطيسية 63، 65، 66، 101، 104
 إن لكل شيء أواناً ولكل مرام تحت السماء وقتاً مقدرًا... 193
 أنانكي 343
 انبعت الكون إلى الوجود في حادثة الانفجار العظيم منذ 10 - 20 مليار سنة خلت 488
 انتشار الضوء 127
 انتشار الموجات (الحركة الموجية) 65
 الانفتاح الاستوائي للأرض 49
 انفخات مذبة 392

- الانخداع القمري 425
 اورانوس (uranus) أول كوكب جرى تعرفه بوساطة
 مقراب 400
 اندثار النجوم 209
 أورت (جان) 462
 الاندفاعات الشمسية العنيفة 169
 أوروبا 182، 343، 386، 390، 392، 397، 493، 520
 اندماج الهيدروجين 203، 205
 أوزما = مشروع أوزما
 اندماج الهليوم 205
 الأوزون 374
 أنزياح أحمر تناقلي 269
 أوفيليا 344
 الانزياح الأحمر الكوني 281
 أوقات الخسوف والكسوف 446
 أنزياح أزرق 123
 أول أكسيد الكربون 246
 أول إنسان في الفضاء يوري غاغارين 511
 أنزياح (انزياحات) وويلر 122، 123، 183، 268
 أول رسالة من الأرض 503
 الانزياحات الحمراء والسرعات المقابلة لها... 283
 أول صورة لمنظومتنا الشمسية كما بدت من الخارج
 إنسان في القمر 423، 429
 506
 إنسيلادوس 344، 398
 أول قمر صناعي أُطلق... 331
 انظر إلى النجوم! أرجع البصر في السماء... 107
 أوميغا 295
 انعراج الضوء 82
 أيابيتوس 344، 398
 الانعراج (نموذج الانعراج) 78، 79
 أيام الأسبوع 314
 أنفستروم (أندرز) 59
 أيام وسنوات 337
 الأنغلو - سكسونيون 313
 إيراتو سشينيذ 444
 الانفجار العظيم = نظرية الانفجار العظيم
 أينشتاين (ألبرت) 13، 201، 221، 296
 انفجار عملاق غامض 477
 أيون 114
 الانقطاع الشمسي 181، 503
 الأيونات الجوية 179
 انقراض الديناصورات منذ (65) مليون سنة 478، 491
 أيونات الهيدروجين 461
 انفجار كامل لبعض الأنماط الحية 491
 باده (ولتر) 247
 الانكماش العظيم 289
 پاراغولد (آركنسو) 473
 انكماش المادة من جديد 291
 بارنارد 343
 الأنماط الثلاثة للمجرات 259
 البازلت 429
 إننا لسنا وحيدين 486
 پاسادينما بكاليفورنيا 96
 إننا نسعى إلى تجاوز زماننا نعيش زمانكم... 485
 پاىكو / ثوياجر (1) 344
 أنواع الأطياف 111
 باسيغي 343
 أنواع الطيف الثلاثة الأساسية 112
 باطن الشمس 162
 الأهداف 57
 باطن القمر 438
 الإهليلجية 278
 بالومار 89
 أهم وأبلات الشهب السنوية 472
 البالون المنتفخ يمثل نموذجاً منطقياً لمفهوم الكون
 أهمية المذنبات 455
 المتوسع 287
 بان 343
 بانجيا 369
 أورانوس = كوكب أورانوس

- البعد الزاوي 30
 بعد الشمس وحجمها 156
 بعد النجم (بالفراسخ الفلكي) 109
 بعض المذنبات الدورية 465
 بعض النجوم أشد حرارة من بعضها... 67
 بقاء الأصلح 490
 البُقْعُ الشمسية (الكَلْف) 171
 البقع النجمية 183
 البقعة الإهليلجية البيضاء العظيمة 396
 البقعة الحمراء الكبرى 412، 389
 البقعة القاتمة الكبرى 406
 بك 344
 البكتريا 490
 بكتريا مستحاثية عمرها عدة مليارات السنين 491
 بِلْ (جوسلين) 219
 بلوتو 310، 312، 332، 336، 337، 345، 350، 410، 411، 481، 484
 بلوتو (Pluto) أبعد الكواكب المعروفة عن الشمس 409
 بلوتوليس نجماً 410
 بينزياس (أرنو) 297
 بنية الأرض (طبقاتها الثلاث الرئيسية) 367، 369
 بنية الشمس 160
 بنية القمر 438
 البنية اللولبية النظامية 246
 بنية مجرة درب التبانة 249
 بنية المذنب 456
 بنية نجم ذي لب داخلي يتزايد فيه الكربون باطراد 210
 بنية نجم عملاق أحمر 206
 بواكير البحث عن الحياة على كواكب أخرى 510
 بواكير المعطيات المقاربية 321
 بور (نيلس) 113
 پورتوريكو 93
 بورشيا 344، 404
 البؤرة الأولى 74
 پولاريس 50
 پولياكوف (فاليري) 501
 بوند، لاسيل 344
 پاندورا 343، 399
 البحار 428، 429
 بحار الأرض 489
 بحار القمر 354
 بحث دُؤوب 506
 بحث عن الحياة على سطح كوكب آخر 511
 البحث الموجّه 507
 البحر المتوسط 15
 البحر المحيط 58
 بحر الوايلات 429
 بخار الماء 97
 البدايات الكونية 487
 البدر 315، 351، 420
 بدر الحصاد 425
 بدران في شهر واحد 315
 البراكين البازلتية 364
 براهة (تيخو) 348، 323
 برج الأسد 22، 23، 26، 27
 برج التنين 24
 برج الجبار 26، 67
 برج الحوت 50
 برج الدب الأكبر 24
 برج العذراء 27
 برج العوّاء 27
 البروتونات 113
 پروتيوس 345، 408
 بروج 22
 البروج الاثني عشر 22
 البروج الثمانية والثمانون 22
 البروج حول القطبين 24
 البروج حول - القطبية الثلاثة 24
 البروج الكوكبات 21
 پروميثيون 343
 البصريات الفاعلة أو النشطة 90
 البصريات المطوية 86
 البصريات المعدلة 90
 بطليموس 309، 319، 348
 البعد الرابع 287

- تجربة تخيلية تظهر لماذا تضيء النجوم 201
 تجري الشمس عبر فضاء الكون بسرعة كبيرة 184
 التحيب 170
 تحت الحمراء 69
 تحدث أعتى الرياح... 396
 تحدث وأبلات الشهب عندما تعبر الأرض... 483
 تحديد الزمن الفلكي 49
 تحديد المواقع على الأرض 29
 تحديد المواقع على الكرة السماوية 32
 تحقق صحة النظريات 237
 تخافت النجوم حول القمر البهي... 419
 تخليق العناصر الثقيلة 205
 التداخل 82
 التداخل الراديوي 106
 تدور الكرة السماوية حول القطبين السماويين 41
 تراجع العقدتين 446
 تراقب دورة البقع الشمسية بدقة... 190
 التراكم المتزايد لثنائي أكسيد الكربون 374
 ترامي (انحسار) المجرات 282
 ترايتون أكبر أقمار نبتون 407
 ترايتون / نبتون 407، 415
 التربيع الأول 351
 ترتيب الألوان... 61
 ترتيب مدارات الكواكب حول الشمس 313
 التردد 62
 التردد (F) 66
 التردد الموجي 64
 تُرسل المركبات الفضائية الربوطية... 331
 تركيب الأحجار النيزكية 474، 481
 تركيب الشمس 159
 التركيب الكيميائي 117
 تركيب الهواء 375
 تركيبات كتلية مغفورة في البحار الدائرية 438
 الترفع في حركة نجم مرئي 498
 تريتون 345
 تزايد الإشعاع الخطر 190
 تزايد ضيائية القيفاويات... 208
 تسامت كوكبي 333
 بيازي (غيوسيبي) 339
 بيانكا 344
 بيرين 343
 بيكر (إيلين س.) 500
 بيكيرينغ 344
 بيلندا 344
 بيونير (10) (مركبة فضائية) 502، 511
 بيونير (11) سنة 502
 التأرجح 423
 تاريخ القمر 436
 تاريخ الكون (نموذج الانفجار العظيم الممتد
 انفجارياً) 300
 تاوقيطس 505
 التأين 122
 تبدو النجوم القريبة... 108
 تبرد القمر منذ زهاء ثلاثة مليارات سنة... 437
 تبعد الشمس عن مركز المجرة... 233
 تبلغ سرعة الشمس قرابة (250) كيلومتراً في الثانية
 185
 تبلغ كتلة الأرض زهاء... 366
 تبلغ كتلة القمر 426
 تبلغ كثافة (density) الشمس الوسطية... 141
 تتأثر الأيونات والجسيمات المشحونة... 460
 تتألف الثنائية النجمية من نجمين A وB... 142
 تتألف منظومتنا الشمسية من... 310
 تتألف نواة المذنب... 479، 482
 تتحرك النجوم بسرعة فضائية 122
 تتعرض الأرض لصدم نواة مذنب 478
 تتغير مواقع الشمس والقمر... 32
 تتفاوت الأطوال الموجية من... 63
 تتفاوت المقاريب العاكسة... 75
 تتكون الذؤابة باقتراب المذنب من الشمس 466
 تتكون الذبول قريباً من الشمس 482
 تتكون النجوم من... 195
 تَنَلُّ 472
 تتميز الأمواج الضوئية بأطوالها 59
 تجارب النيوتريونات الشمسية 182

- تعطيل منظومات الاتصال الراديوي 180
- تعطيل منظومات الطاقة الكهربائية 180
- التعليمات (الشفرات) الوراثة 489
- تغطي كامل سطح القمر تربة ذرورية ناعمة... 432
- التغير الزاوي 124
- تفاعلات الاندماج النووي (في اللب) 201، 227
- التفاعلات النووية 215
- تفكيك طيف نجم 126
- تقاويم وأدلة رصد وكتب مصورات نجمية 521
- تقدير عمر الكون وحدوده 280
- تقع الشمس وكواكبها داخل مجرة درب التبانة 184
- التقلص التثاقلي 203، 205
- التقلص التثاقلي ضمن سحابة غاز وغبار 198، 227
- التكاثر الجنسي 491
- التكبير المجدي الأعظمي 81
- تكساس 22
- تكسون بولاية أريزونا الأمريكية 70
- تكون الشمس في فاعلية عظمية في... 174
- تكوّن فوهة صدم نموذجية 430
- تكوّن الكواكب 197
- تكونت مجرتنا في ما يبدو منذ (10 - 20) مليار سنة
- خلت 248
- تكونت المنظومة الشمسية... 311
- تلاشي الغابات المطرية 374
- تّمل - تّيل 472
- تمتد الكرة المغنطيسية 372
- تمثيل للمبادرة 50
- تمدد المكان - الزمان 281
- التمدد المنظور 289
- تنتشر في جميع أنحاء الكوكب أجراف 355
- تنتمي شمسنا وكل النجوم... 230
- تنجم الحركة الظاهرية السنوية للشمس... 43
- التنجيم 50
- تنعكس قطبية (Polarity) الحقل المغنطيسي للشمس
- كل 11 سنة تقريباً 175
- التنوع التطوري 491
- توابع المنظومة الشمسية 343
- التوازن الهيدروستاتي (السكوني الساطلي) 197
- تساؤلات تتعلق بالانفجار العظيم 298
- تساؤلات لا تنتهي 280
- تستجيب العين البشرية للأموح... 59، 64
- التسطح 298
- تسكب الشمس ضياءها على الأرض من زوايا مختلفة... 44
- تسلسل الأصناف الطيفية 119
- التسلسل الرئيسي 136، 146، 207
- تسيولكوفسكي (كونستانتين) 353
- تُشبّه البقع الشمسية بمغانط هائلة 175
- التشويش 82
- تشيلي 82
- تصادم الذرات في النجوم 125
- تصادم كارثي مدمر 341
- تصل درجات الحرارة السطحية 755 كلفن... 361
- تصميم المقاريب والاختيار منها 85
- تصنف الكويكبات في ثلاثة أنواع... 341
- تصنيف المجرات 253
- تصنيف هيل للمجرات تبعاً لأشكالها 254
- تصور الشمس بالمرشحات اللونية 166
- تصوير إكليل الشمس فوتوغرافياً 168
- تضيء البقع الشمسية بدرجة... 172
- تطلق النجوم طاقة تقارب... 67
- التطور 490
- تطور كائنات حية من جزيئات لا حية 490
- التطور المجري 257
- التطور النجمي 193، 194
- تطوف الكواكب 317
- تطوف (revolve) الكواكب جميعها حول الشمس (في اتجاه واحد...) 312، 351
- تطوف منظومة الأرض - القمر حول الشمس كل سنة 422
- تعاقب الفصول 44
- التعايش السلمي 508
- التعريض الزمني 72
- تعريف الثابت الشمسي 153
- تعريف علم الكون 279
- تعريف المجرة 229

- التواصل 504
 الثنائي المرئي 148
 توافق الدين والعلم 323
 التوسيع الخارجي 288
 التوسيع اللانهائي 289
 تؤكد أرصاء حديثة لاحتجاب نجمي... 409
 تومباو (كلايد) 409
 تيارات الحمل... 370
 تيتان (Titan) أكبر أقمار زحل 398، 399، 415
 تيتان = القمر تيتان
 تيتانيا 344، 403، 404
 تيثيس 344، 398
 تيخو براهه 309
 تيريسكوفا (فالننتينا) 499
 تيريل / فوياجر (1) 343، 345
 تيريل فوياجر (2) 344
 تيليشو 344
 الثابت الشمسي 154، 188، 190، 191
 الثابت الكوني 296
 ثابت هبل (4) 279، 285، 302، 307
 ثابت هبل المتقلب 294
 ثلاثاسا 345
 ثبات الحاضن (mount) 85
 ثخانة الانتفاخ النووي المركزي 233
 التدييات الصغيرة 491
 الثعبان 50، 134، 135
 الثقالة الصفرية 500
 الثقالة القوية لكوكب المشتري 464
 ثقب أسود كما تصوّره فنان 222
 ثقب أسود محتمل 228
 الثقب الأسود المركزي الافتراضي 263
 الثقب (الثقوب الإكليلية) الإكليلي 181، 188
 الثقب (الثقوب السوداء) الأسود 221، 222، 226، 278
 الثقب المائي المجري 507
 الثلاثاء المريخ 314
 الثلج 458
 ثنائي أكسيد الكربون 97، 373، 459
 الثنائي (الثنائية الطيفية) الطيفي 143، 148
- الثنائية الكسوفة 143
 الثنائية النجمية 141
 الثواني القوسية 109
 الثواني الكبيسة 338
 الثور 23
 ثيبي 343، 390
 جار الجنب 420
 جاكسونفيل 52
 جامعة نيومكسيكو 473
 جانسكي (كارل) 92
 جانوس 343
 الجبار = برج الجبار
 جبال الأرض 436
 جبال الألب 435
 جبال القمر 434، 436
 جبل أولمبوس 381
 جبل باستاخوف 89
 جبل بالومار، كاليفورنيا 89
 جبل ماكسويل مونت 364
 الجدول الزمني لمشروع فوياجر 333
 الجدي 23
 جذب الثقالة الداخلي 288
 الجرم الصحيح 480
 جزر بيرجين أيلاندز 96
 جزيرة وُن 323
 جزيئات الحمض الرببي النووي 489
 جزيئات لا حية 485
 جسم أسود 67، 68
 جسيمات كبيرة ضعيفة التأثير (ومبات) 296
 جل أنواع النجوم لها أكاليل متشابهة 183
 جلاء الصورة (الرؤية) 81
 الجمد الدائم 382
 الجمعة الزهرة 314
 جمهورتا النجوم 247
 جنوب الأطلسي 443
 جنوب أفريقيا 443

- الحركة الحقيقية لنجم الشعرى اليمانية 145
 الحركة الخلفية الظاهرية 317
 الحركة الطردية 312
 الحركة الظاهرية لكوكب المريخ 321
 الحركة الظاهرية اليومية للشمس 47
 الحركة الظاهرية السنوية للشمس 43
 الحركة الظاهرية السنوية للنجوم 41
 حركة القمر المدارية 327
 الحركة الكوكبية 324، 327، 349
 الحركة الموجية 123
 الحركة والثقالة 326
 الحركة اليومية الظاهرية للنجوم 37
 حزام كويبر 342
 حُرْمُ فَا نَ آ نَ 373
 حساب المسافات من الأقدار 133
 الحساسية النسبية للعين البشرية... 60
 الحشد M 3 مرم نسبياً 239
 حشد الثريا المفتوح 239
 الحشد (الحشود الكُرَيْبَةُ) الكريبي 235، 237، 239، 256
 حشد العذراء 261
 حشد العذراء الذي يضم آلاف المجرات 260
 الحشد الفائق 261
 الحشد الفائق الموضوعي 261
 حشد مفتوح 277
 الحشد النجمي المسمى 47 طوقان 236
 الحشد النجمي المفتوح المسمى بالثريا في كوكبة الثور 235
 الحشود غير المنتظمة 261
 حشود المجرات 260
 الحشود المجرية المفتوحة 237
 الحشود المنتظمة 261
 حشود تجمية 133، 234
 الحشود النجمية المفتوحة والكُرَيْبَةُ 237
 حَضَار 54، 134، 135
 الحضارات الذكية في مجرّة درب التبانة 494
 حضيض الكَلْف 174
 الحضيضة 113
 الحقبة الثالثة 478
 جنوب غرب أفريقيا 473
 جنوب المحيط الهادئ 443
 جو سديمي 172
 جو المشتري 390
 جوانب نجاح نموذج الانفجار العظيم 297
 جوبيتر 386
 جورج الثالث 400
 الجوزاء 140
 الجوزاء التوأمان 23
 جولبيت 344
 جونسون (صموئيل) 57
 جويت دانيلسون 343
 الجيروسكوبات 98
 حادثة صدم بنواة مذنب... 476
 الحامض النووي 475
 حب الاستطلاع... 57
 الحبيبات 170
 الحبيبات الشمسية 170
 الحبيبات الفائقة 171
 الحجر النيزكي 473، 480
 الحجر النيزكي أليندي 475
 حجر هوبوايست 473
 حجم القمر 426
 الحجوم النسبية للكواكب 311
 حد سرعة الكون 64
 حدوث الأحجار النيزكية بأنواعها 476
 حدوث الانفجار العظيم 291
 حدود الكون 302
 حذار أن تنظر إلى الشمس بصورة مباشرة 157
 الحرارة السطحية (للقمر) 432
 حرارة النجم السطحية (كلقن) 146
 الحركات 122
 الحركات في الفضاء 184
 حركة الأرض... 49
 الحركة التراجعية 317
 الحركة الحقيقية 122، 124
 الحركة الحقيقية لمجموعة الدب الأكبر النجمية... 124

- الحقبة الطباشيرية 478
 حقل ثنائي القطب 390
 الحقل المغنطيسي 125، 145، 175، 176، 390، 401
 الحقل المغنطيسي للأرض 372
 الحقل المغنطيسي لنبتون 406
 الحلقات 412
 حلقات زحل 395، 397
 الحلقات (A,B,C) 393
 الحلقتان (E,D) 395
 الحلقة (F0) 399
 الحلقة (G) 395
 حلقة تطيف بالأرض 425
 الحلقة حول القمر 425
 حلقة عنكبوتية واهية 388
 الحلقة المطيفة بالقمر 424
 الحمض الريبي النووي المنقوص الأكسجين 489
 الحمل 23
 حملة دولية لرصد مذنب هالي 455
 الحموض الأمينية 475
 حوادث تصادم بالأرض 476
 حوادث الخسوف الكلي 445
 حوادث سقوط صخري (الأحجار النيزكية) 473
 حوادث الصدم 434
 حوادث الكسوف الكلي 443
 الحوت 23
 حوض كالدوريس 354
 حوض مجموعة الدب الأكبر 37
 حياتنا في كون متوسع 291
 الحياة الأرضية 485
 الحياة الذكية 485
 حياة ذكية خارج (كوكبنا) الأرض-(بي) 486، 510
 الحياة على الأرض ظاهرة كونية فريدة 486
 الحياة على كوكب المريخ 485
 الحياة قد وُجدت في كوكب المريخ من... 493
 الحياة المهنية 521
 الخبثات النجمية 14، 50
 خاصية الاستقلاب (الأبيض) 488
 الخرائط النجمية 14، 50
 الخرج الإجمالي لطاقة الشمس هائل حقاً 154
 خريطة راديوية تظهر البنية اللولبية لمجرتنا 245
 خريطة راديوية كغافية 264
 خريطة القمر 14
 خريطة الأرض كما قد تبدو منذ نحو 200 مليون سنة
 371
 خريطة مسطحة للسماء 45
 الخسوف القمري 442، 444، 445، 446
 خصائص الشمس 165
 خصائص القمر 427
 خصائص الكواكب 334
 الخصائص المجرية 256
 خط الاستواء (السمائي) 29، 30، 40، 46، 51
 خط الزوال السماوي 34، 35
 خط (خطوط) الطول 29، 51
 خط (خطوط) العرض 29، 51
 الخط الطيفي المتسع 125
 خط العرض (23,5) شمالاً 46
 خط العرض (40°) شمالاً 21، 24، 37
 الخط الفاصل 430
 خطوط الامتصاص (K3H) للكالسيوم المتأين 282
 الخطوط الساحلية (القارية) 372، 416
 الخطوط الساحلية لأمريكا الجنوبية وغرب أفريقيا 370
 الخطوط الطيفية (لنجم) 113، 123، 125
 خطوط العرض المتوسطة 46
 خطوط فراونهوفر 117
 خطوط المرجع الموضعية لراصد 34
 خطوط من الهليوم المتأين 121
 خطوط الهيدروجين 118
 خلايا حمل 171
 الخميس المشتري 314
 الخواء 63، 66
 خيال الشمس بإسقاطه على شاشة... 157
 دايانا 420
 دائرة البروج 42، 52
 دائرة الطول الأساسية 29
 دائرة الطول السماوية 34

- دايوني 344، 398
 الدب الأصغر 24
 الدجاجة = كوكبة الدجاجة 223
 الدحروج 319
 دراسة أطياف مئات النجوم القريبة 497
 دراسة الشمس 186
 دراير (يوهان) 250
 درب التبانة 15، 184، 208، 261، 264، 286
 درجات الحرارة في لب الكوكب (30,000) كلفن 389
 درجة حرارة النجم 120
 دريبر (هنري) 116
 دريك (فرانك) 494، 505
 دلتا قيغادس 207
 الدلو 23
 دليل سنوي للشركات 520
 الدليل العام الجديد (NGC) 251
 الدليل العلمي 489
 الدليل الفهرست 250
 الدليل الفهرست الثاني 250
 دليل النوادي الفلكية 520
 دليل هيباركوس النجمي 110
 دنفر بولاية كولورادو الأميركية 37
 دوائر بطليموس 319
 دوائر الزوال 29
 دوپلر (كريستيان) 122
 الدور المحوري 163
 الدور المحوري الاقتراني 338
 الدور المحوري النجمي 338
 دور مداري 337
 الدور المداري الاقتراني لكوكب 338
 دور مداري نجمي أو فلكي 338
 دورات الفعالية الشمسية 173
 دوران الأرض حول الشمس 54
 دوران الأرض حول نفسها 47
 دوران الشمس 163
 دوران القمر 423
 الدوران المتزامن 423، 451
 الدوران المتزامن للقمر... 424
 الدوران المحوري 125، 145
 دوران منظومة الأرض... 423
 دورة حياة النجوم 194
 دورة حياة نجوم كالمشمس 213
 دورة الفعالية الشمسية 174
 دورة الكلف الشمسي 173
 دولفوس 343
 ديدمونة 344
 ديسبينا 345
 ديموس (الفرع) 343، 375، 385
 الديناصورات 478، 491
 الديوتريوم 287، 288
 الذبذبات الشمسية 183
 الذرة 113، 114
 ذرة الهيدروجين 460
 ذروة الكلف 174
 الذنب 324
 ذنب الدجاجة = نجم ذنب الدجاجة
 ذو الشعر الطويل 456
 الذؤابة 456، 466، 483
 ذؤابة المذنب 459
 الذيل 483
 الذيل الغازي 461
 الذيل الغباري 460، 461
 الذيل المغنطيسي 372
 ذيل مغنطيسي أسطواني 401
 الذبول 456، 460، 466
 الراديوية 69
 راديوية قصيرة 297
 رأس الغول 143
 رأس الفرس 278
 راسل (هنري) 135
 راسم الإكليل الشمسي 168، 186
 راسم الطيف 91، 92، 102
 راسم المغنطيسية 175
 رايتسيما / قوياجر 345

- رباعيات عمر الخيام 19
الروبوت الأمريكي 100
رَجُل الجَبَّار 137، 202
رجم أو حجر نيزكي 473
رحلات أبولو القمرية (الأمريكية) 420، 436
الرحلات البينجية 486، 499
رحلات غليفر 385
الرحلات (الفضاء) الفضائية 331، 332
الرحلات الفضائية الأمريكية المأهولة... 498
الرحلة القمرية الأمريكية كليمانتين 439
الرحلة القمرية التاريخية للمركبة أبولو (11) 435
رداءة الرؤية 82
رسم تخطيطي للشمس 187
رسم تخطيطي لمقراب كيك Keck في هاواي 87
رسم تمثيلي للكسوف الجزئي 441
رسم تمثيلي لمقراب كاسيفرين العاكس 76
رسم تمثيلي لموجة ضوء 59
رسم لمقراب نيوتن العاكس 75
رصد تردد النبضات الراديوية... 497
رصد الحركة الحقيقية للنجم المرئي المرصود 496
رصد السرعة الشعاعية للنجم المرئي المرصود 497
رصد الشمس 166
الرصد غير المباشر 514
رصد القمر 428
رصد الكواكب 317
الرصد المباشر 514
رصد مواقع متعاقبة لكوكب المريخ... 318
رصد نباض الميلي ثانية... 497
رصدت مركبة فوياجر أربع حلقات تطوق نبتون 406
رصدك للشمس مباشرة... 157
الرصيف 330
رواد الفضاء الروس 501
رُواد الفضاء الروس أوّل من غزا الفضاء من البشر 499
رُواد مركبة أبولو (الفضائية) 425، 433، 437، 499
روزاليند 344، 404
روسيا 182، 443، 499
رؤوس المثلث الصيفي 27
رؤية راديوية 92
ريا 44، 398
الرياح (الرياح) النجمية 210، 242
الرياح الشمسية 181، 460، 461
زحل 312، 313، 317، 333، 335، 343، 344، 350، 393، 397، 412، 414، 415
زحل أبعد الكواكب الساطعة 393
الزمن الفلكي هو (6) ساعات و(54,1) دقيقة 49
زمن هبل 301، 302
الزهرة = كوكب الزهرة
الزهرة أكثر الكواكب شبهاً بالأرض... 365
الزهرة: رصده 357
الزهرة سيغير بتاريخ 8 حزيران (يونيو) سنة (2004)... 359
الزهرة كما يرى بواسطة (أ) مقراب أرضي 360
الزهرة كوكباً غير صالح لارتياحه 412
الزهرة نجم الصباح في السماء الشرقية قُبَيْل بزوغ الشمس 358
الزهرة يدور من الشرق إلى الغرب 358
الزواحف 491
الزئبق 338
الزيغ الكروي 84
الزيغ اللوني 84
الزيغ المقرابي 84
الساتل 331
ساتل حساب اختلاف المنظر العالي الدقة 110
الساتل الرّبوبي الأمريكي 169، 177، 299
ساتورن آلهة الزراعة عند الرومان 393
ساعة الصفر (oh) من المطلع المستقيم 45
ساغان (كارل) 494
سافو 419
ساكرامنتو 52
سانت كروا 96
سايفرت (كارل) 266
السبت زحل 314
سَبْر باطن الشمس 182

السطوح الكروية 84	سبوتنيك 331
السطوع 28	سنة أقمار صغيرة دكناء اكتشفتها مركبة فوياجر
السطوع الظاهري لنجم 126	الثانية 408
سفر التكوين 279	ستيكني 385
سفينة الفضاء فوياجر 181	السجل المستحاثي لكـ (600) مليون سنة الماضية...
سكاكر الكاراميل 368	491
سكاي لاب (الأمريكية) 161، 169، 179	سحابة أورت 463، 481، 484
سُلّم الأقدار الحديث 129	السحابة الجزيئية (سديم الامتصاص القاتم) 243
السماء كما تبدو من خط العرض 39	سحابة دَوّارة 197
السمك الرامح 54	سحابة ماجلان الصغرى 251
السمت 34	سحابة ماجلان الكبرى 216، 251
سمت الرأس 36	سحابة هائلة من المذنبات قرب حافة المنظومة الشمسية 464
سمي كوكب الزهرة (Venus) الساطع نسبة إلى... 357	السحابة الهيدروجينية 456، 460، 483
سمي الكوكب المشتري (Jupiter) نسبة إلى جوبيتر 386	السحب البينجمية 195
سميث / فوياجر (1) 344	سحب جوي ناشئ عن إكليل هيدروجيني 402
السنبلة 146، 150	سحب عظيمة 243
سهوب التندرا 369	سحب الغبار البينجمي 486
سهول الذهب 379	سديم الإصدار الساطع = منطقة H 11
سهول الطوبي 379	سديم الامتصاص القاتم = السحابة الجزيئية
السهول المسورة ذات الجدر 429	سديم الجبار (في كوكبة الجبار) 195، 196، 243
سُهْل 39، 40، 53، 54، 55	السديم الحلقي المعروف في كوكبة الشلياق 211
سوجرنر 379	سديم حول القطب الجنوبي المضاء بالشمس 401
سوف تغادر الشمس التسلسل الرئيسي عند... 227	سديم رأس الحصان 243، 244
سول 154	سديم السرطان (في كوكبة الثور) 218، 220
سويفت - تِلّ 472	السديم الشمسي 159
سويفت (جوناثان) 385	سديم قاتم 278
سبييريا 477	السديم الكوكبي 210، 211، 214
سيرو تولولو إنتر أمريكيان 89	السرطان 23
سيرو تولولو، تشيلي 89	السرعة (2) 66
سيريز 339	السرعة الشعاعية 122
السيزيوم 338	سرعة الضوء 63
سيف الجبار 196	سطح أمبرييل 404
سيكوراكس 345	سطح أوبيرون 404
السيليكات 436، 439	سطح الزهرة 361
سيليني 420	سطح القمر (الجاف المستقر) 437، 439
سينثيا 420	سطح متأجج 170
سينوبي 343	سطح المريخ 378، 380

- سينوت / فوياجر 345
 سينوت / فوياجر (1) 343
 سينوت / فوياجر (2) 344
- الشمس وكواكبها قد تكوّنت معاً... 159
 شمسنا دينامية ومتأججة 155
 شمسنا ليست إلاً واحداً من (200) مليار نجم في مجرتنا درب التبانة 494
- شمسنا هي النجم الوحيد الذي يقع على مقربة... 140
 الشمعة العيارية 256
 الشهاب 470، 480
 الشهاب الوهاج 470
 الشهب 453، 468، 471
 شهب الأسد 472
 شهب الثور 472
 شهب الجبار 472
 شهب الجوزاء 472
 شهب شعر الأخيبة 472
 الشهب الشلياقية 472
 شهب العواء 472
 شهب فرساوس 472
 شهر أطوار القمر 330
 الشهر الاقتراني 316، 330
 الشواظ الشمسي 177
 شوولتر / فوياجر (2) 343
 شياباريلي (جوفاني) 377
 شيخوخة النجوم 202
 شيرون 342
- الصخور الأرضية 490
 الصخور القمرية 436
 صدم عنيف 382
 الصدمة القوسية 461
 صفات مشتركة 183
 الصفات المميزة للأصناف الطيفية 120
 الصفائف الشمسية الكهرياء 98
 صفيقة الخط القاعدي الطويل جداً (VLBA) 96، 103
 الصفيقة الضخمة جداً (VLA) 94، 95
 الصنف الطيفي 146
 الصواريخ تُطلق أقماراً صُنعية في... 331
 الصوديوم 356
 صور فلكية مثيرة 524
- شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك 478
 الشد التثاقلي للكواكب الكبيرة 496، 497
 شرام (ديفيد) 301
 شعاع شفارتز شيلد 221، 222
 شعاع هبل 302، 303
 الشعري الشامية (الغميصاء) 146، 150
 الشعري اليمانية 28، 54، 67، 132، 146، 150
 الشفق القطبي الجنوبي 179
 الشفق القطبي الشمالي 179
 شكسبير (وليام) 229، 453
 شكلوفسكي 494
 الشلياق 67، 133
 شمال شرق كندا 372
 شمال الصين 470
 شمال المكسيك 475
 الشمس 14، 117، 131، 138، 140، 153
 الشمس أبعد عن الأرض من القمر (400) مرة 157
 الشمس أقرب النجوم إلى الأرض 154
 الشمس البدائية 311
 الشمس دائبة الدوران حول محورها في الفضاء 163
 الشمس العملاقة الحمراء 205
 الشمس كرة غازية لا كتلة صلبة مصممة كالأرض 164
 الشمس كرة غازية هائلة 156
 الشمس مألوفة لنا أكثر من سائر النجوم 127
 الشمس مصدر لا يكاد ينضب للطاقة الحالية والمستقبلية الكامنة 156
 الشمس مصدر مجاني مرسل... 189
 الشمس نجم متوسط الحجم 202
 الشمس هو النجم الوحيد القريب منا 156
 الشمس والأرض 154
 الشمس والقمر والكواكب تتحرك على دوائر صغيرة 319

- طريقة رسم قطع ناقص 326
 طلاب علم الفلك 118
 طلائع الكائنات الحية على الأرض قد... 509
 طور القمر 314
 الطوق الكويكبي 483، 481، 339
 الطول البؤري للجسمية 74
 طول الموجة 59، 62، 66
 طول الموجة، مقيساً بين ذروتين أو بين قرارين 60
 الطول (الموجي) الموجة (بالانغستروم) 60، 68
 الطول الموجي والتردد 65
 طيف الإصدار 107، 112
 طيف الامتصاص 107، 113، 116
 طيف الخطوط الساطعة 112
 طيف الخطوط القاتمة 113
 طيف الشمس 117، 118
 الطيف الكهرطيسي 61، 63، 65
 الطيف المستمر 107، 112، 116
 الظل 172
 الظل والظل في بقعة شمسية 173
 الظليل 172
 ظهر الدب 37
 ظهر المستعر الفائق (1987 A) 216
 ظواهر خاصة (للقمر) 424
 ظواهر شمسية 187
 ظواهر الشواظ 184
 عاصفة جورية عملاقة 389
 العاكسة 71
 العالم السفلي 409
 عالم المريخ 382
 عجلة هوائية لولبية 232
 العدد البؤري (F number) (أو عدد F) 77
 العدسة التناقلية 269، 270
 عدسة تسديد 91
 العدسة الجسمية 73، 74
 العدسة العينية 71، 73، 74، 105
 العدسة اللاولنية 84
 صور فوتوغرافية جديدة للنجوم 524
 صور للمريخ 378
 صور متاحة للعموم من برامج استكشاف المنظومة الشمسية 525
 صور من مقاريب (Kitt Peak) 525
 صورة راديوية في اتجاه مركز مجرة درب التبانة 247
 صورة للسان لهب شمسي 177
 صورة للشمس 168
 صورة للمريخ من مركبة فايكنغ الطوافة 383
 صورة للمشتري بالضوء المرئي 38،
 الصياخد 171
 الصياد الجبار 22
 الصين 172، 443
 ضبط الزمن 338
 ضحايا الذرى الشمسية 179
 ضغط الإشعاع 460، 461
 ضغط جوي 375
 ضغط الغاز نحو الخارج يوازن الثقالة عند كل مستوى في النجم 197
 الضوء المرئي 59، 69، 104
 للضوء المرئي أطوال موجية... 61
 الضوء والمقاريب 57
 الضيائية 126، 257
 ضيائية الشمس (LO) 127، 154
 الضيائية المطلقة (الشمس = 1) 146
 الطاقة تحت الحمراء 197
 الطاقة الدنيا 101
 الطاقة الشمسية 182
 الطاقة العليا 101
 الطاقة الكلية (E) 68
 الطالع 23
 طائرة على ارتفاع شاهق 165
 طبقة الأوزون 374
 الطحالب 490
 طرح تساؤلات وقضايا حول القمر لم تحسم بعد 420
 الطريق اللبنية 230

- عمر الخيام 19
عُمر الكون 301
العمر الوسطي لحضارة ذكية 494، 514
عملية الارتصاص 215
عملية التخليق الضوئي 373
عملية التخليق النووي 488
عملية توحيد الفتحة 94
عندما تنظر إلى النجوم تخيل نفسك داخل الكرة
السماوية تنظر نحو الخارج 20
عندما وجّه غاليليو مقرابه أول مرة نحو القمر... 428
عندما يموت الفقراء المعدومون... 453
عنصر الحديد في الشمس 117
عنصر القرن الشحني 90
العنكبوتيات التي ينفرد بها كوكب الزهرة 362
العواصف الجوية 190
عواصف غبارية 377
العواصف المغنطيسية 179، 190
عين ثور عملاقة 400
عين الذيل الغازي (الأيوبي) 461
العينية = العدسة العينية
العَيُوق 39، 40
غايوشكين (سيسيليا بين) 119
الغاز البارد 97
الغاز البينجمي البارد 92
غاز الميثان 409
غاز الهيدروجين 272، 278
غاسبرا 340
غاغارين (يوري) 499، 502، 511
غالاتيا 345
غاليليه (غاليليو) 73، 172، 309، 321، 322، 323، 340، 343،
348، 387، 390، 428
غاليه (يوهان) 406
غانيميد 343، 346، 386، 391، 392
غانيميد أكبر قمر معروف في المنظومة الشمسية 392
غانيميد / المشتري 415
الغبار البينجمي المرئي 15، 98، 242، 243، 257
الغبار والغاز البيكوكبي 310
عدم وجود صخور في قاع المحيط الأطلسي 417
الغذاء (السنبلة) 23
عرف حتى اليوم (16) قمرًا... 390
عشتار 364
عطارد = كوكب عطارد
عطارد Mercury أقرب الكواكب إلى الشمس 354
عطارد سيعبر بتاريخ 7 أيار (مايو) سنة (2003) ... 359
عطارد شبيهاً بقمرنا 354
عطارد والزهرة والأرض والمريخ تشترك بخصائص
فيزيائية ومدارية متماثلة 337
عطارد يعبر transit الشمس 358
العقدتان 446
العقدة التراجعية 317
العقرب 23، 67
العقيدة الكربونية 475
علاقة خطوط العرض بالرصد 35
علاقة الدور بالضائية 208
علاقة السرعة بالمسافة 283، 285
علاقة الكتلة بالضائية 138
علاقة المذنبات بوابلات الشهب 481
عِلْمُ الأحياء الفلكية 487
علم الأطياف 112
علم التنجيم 50
علم الزلازل الشمسية 183
علم الزلازل الفلكية 183
علم الفلك 5
علم الفلك تحت الأحمر 97
علم الفلك الراديوي 92
علم الفلك فوق البنفسجي والسيني والغامي 98
علم الفلك الكوكبي 333
علم الفلك واستكشاف الفضاء على شبكة الإنترنت 524
علم الفلك يبعث النفس على النظر إلى الأعلى... 517
علم الكواكب المقارن 336
علم الكون (أو) الكوزمولوجيا 280، 307
العمالقة الزرق - البيض 140
العمالقة (زرقاء) الزرق 146، 203
العمالقة (عملاق أحمر) الأحمر 146، 203، 206، 207، 214،
228

- غرب إفريقية 416
 غرين بانك غرب فيرجينيا 505
 غرينتش / إنكلترا 29، 30، 51
 غلادمان 345
 الغلاف الجوي الأرضي 373
 غلاف جوي رقيق جداً... 408
 الغلاف الجوي للمريخ... 384
 الغلاف الجوي للمشتري 390
 الغلاف الحتاتي 432
 الغلاف الضوئي... 116، 160، 172
 الغلاف اللوني 160، 171
 الغلاف المغنطيسي لزحل 397
 غليفر 385
 الغنى 260
 غوث (ألن) 298
 غور ماريانا 366
 غياب الهواء وأي مظاهر جوية على القمر 434
 فانكوثر 39
 فايكينغ 511
 فراونهوفر (جنوب فون) 117
 فرجينيا الغربية 93
 فرساوس 472
 فرسخ ملكي 109
 فروق القدر ونسب السطوع 130
 فريق مركبة أبولو الأمريكية 433
 الفصول على الأرض 44
 الفضاء البينجمي 503
 الفعالية الشمسية 155، 174
 فقدان الكتلة 209
 فكرة التوسع الانفجاري 298
 فلك البروج 22، 42، 43، 45
 فهارس عن مواقع وب... 526
 فوبوس (الخوف) 343، 375، 385
 فوبوس وديموس قمرا المريخ 386
 الفوتون 114
 فوستوك 511
 فوهات القمر 429
 الفوهات والبحور القمرية 419
 فوهة كلافيوس 429
 فوهة كورنيكوس 437
 فوهة ميتيور كريتز في أريزونا بالولايات المتحدة 477
 فوهة يوتي 382
 فوياجر = المركبة فوياجر
 الفويجات 429
 في البدء خلق الله السماوات والأرض... 279
 في بداية الأمر كان سطح الأرض مضطرباً ونارياً 488
 في سنة 1910 دَعَرَ الناس عندما... 470
 في كتاب الطبيعة اللانهائي الغامض... 229
 فيبي 298، 344
 فيرناس كاوتنتي (فبراسكا) 473
 الفيروس 490
 الفيروس الاعتيادي 489
 الفيزياء الفلكية العالية الطاقة 98
 فيكتور بلانكو 89
 فيكتوريا بأستراليا 475
 قارن حجم القمر بحجم الأرض 426
 القارة القطبية الجنوبية 443
 القارة القطبية الشمالية 443
 قاع حوض هيلاس پلانيشيا الدائري 382
 قاع المحيط الأطلسي 371، 417
 قانون التربيع العكسي 128
 قانون الثقالة 327
 قانون ستيفان - بولتزمان في الإشعاع 68، 140
 قانون فين في الإشعاع 67، 104
 قانون كبلر الثالث 324
 قانون نيوتن (في الثقالة) 326، 327، 406
 قانون هبل 279، 285، 307
 القباب القرصية المسطحة 364
 قبضة الدب الأكبر 143
 قد توجد حضارات أخرى كثيرة 494
 قد نكون - نحن البشر - الحضارة الوحيدة الذكية...
 494
 القدر الظاهري 28، 129
 القدر المطلق (والقدر الظاهري) 131، 132، 146

- القمَر قابل لأن يكون مسرحاً للنشاط الإنساني 433
- القمَر كارون 345، 409، 410
- القمَر ليس له غلاف جوّي أو ماء 425
- القمَر المحدودب المتنامي 315
- القمَر منقوب بفوهات (crater) في سطحه 429
- القمَر هو التابع الطبيعي الوحيد للأرض 314
- (القمَر) يأفل كل يوم 422
- القمَر يبرز من جهة الشرق... 422
- القمَر يتحرك بالنسبة إلى الشمس يوماً 422
- قمرا المريخ 385
- قمة إفرست 365، 436
- قمة البركان الهاجع ماوناكيا 75
- قمة جبل غراهام، أريزونا 88
- قمة ماوناكيا في هاواي 97
- القنابل الهيدروجينية 201
- القنوات 377
- قوانين الإشعاع 67
- قوانين الحركة الثلاثة 327
- قوانين الحركة الكوكبية 323
- القوانين الطبيعية التي تحكم الظواهر الفيزيائية والكيميائية... 486
- قوانين كبلر 323، 326، 327
- قوانين نيوتن (في الحركة) 326، 328، 331
- القوس (الرامي) 23
- قوة التكبير 80، 81
- قوة الثقالة 277، 326
- القوة النهائية (F) 326
- قياس انشطار خط زيمان الطيفي 175
- قياس التداخل 95
- قياس الخيال 77
- قياس لقطر الأرض 444
- قياس المرآة أو العدسة الرئيسية ونوعيتها 105
- قياسات النجوم وكثافتها 140
- قيافوس 24
- قيم تقريبية لمعطيات مجرية 257
- الكابي 142
- كارتر (جيمي) 485
- قرص أسبرين 80
- قرص غباري حول النجم 496
- القرم الأبيض = النجم القزم الأبيض
- قزم أسود (مندثر) 214، 228
- القرم البني 138
- القشرة (crust) وهي الطبقة الخارجية الرقيقة... 368، 439، 451
- القطب الجنوبي 24، 30، 36، 51
- القطب السماوي 36
- القطب السماوي الجنوبي 24
- القطب السماوي الشمالي 54
- القطب الشمالي 30، 36، 40، 51
- القطب المغنطيسي الجنوبي 372
- القطب المغنطيسي الشمالي 372
- قطبا عطارد 357
- القطر 257
- القطر الاستوائي للقمر هو... 426
- القطر الزاوي للقمر (البدر) 80، 329
- القطع الناقص الإهليلج 325
- قطعة من غبار مذنب 469
- القلانس الجليدية 382
- قلب الأسد 23
- قلب العقرب 53، 55، 67، 205
- القلنسوتان الجليديتان القطبيتان 412
- القلنسوة الجليدية الدائمة عند القطب الشمالي 383
- القلنسوة الجليدية عند القطب الجنوبي 383
- قلنسوة قطبية بيضاء 376
- القمَر 131، 343، 419
- القمَر الأزرق 315
- القمَر البدر 315، 421، 422، 425
- القمَر البدر الثاني 315
- القمَر تبتان 344، 346، 397، 400، 415، 493
- قمر رُحل 346
- القمَر عديم الهواء والماء والحقل المغنطيسي 451
- القمَر غير ذي حياة 432
- القمَر الفتى تعرض في غضون المليار السنة الأولى... 437
- القمَر في السماء 422

- كرة النار أو الشهاب الوهاج 470
 كرة النار البدائية 287
 كريستي (جيمز) 345، 409
 كريسيديا 344
 الكسوف 446
 كسوف جزئي 441
 الكسوف الحلقي 441، 442
 كسوف زائف 168
 الكسوف الكلي للشمس 160، 161، 184، 440
 الكسوف الكلي (يحدث مرة واحدة كل 360 سنة) 442
 الكشاف الطيفي فوق البنفسجي البعيد 100
 الكشف عن مظهر الكون 293
 كلافيوس 429
 الكلب الأكبر 67
 الكلف الشمسي 184
 كليمانتين 439
 كم عمر أقدم صخور القمر... 449
 كم كيلومتراً (مياً) تمثل السنة الضوئية الواحدة؟ 64
 الكمدا 403
 كنالي 377
 كندا 52
 الكنيسة الرومانية الكاثوليكية 340، 323
 الكهرساكنة 393
 الكهريطيسي (الكهريطيسية) 58، 61، 364
 الكوزار (279 - 51 QOO) البعيد جداً 268
 الكوازر (الكوازرات) 92، 259، 271، 276
 كوازرات غامضة 267
 الكواكب 317، 336، 353
 الكواكب أجرام تدور حول النجوم مباشرة 310
 الكواكب الأرضية 337
 الكواكب التسعة السيارة 336
 كواكب تطوف حول نجوم غير الشمس 510
 الكواكب الثانوية 310
 الكواكب السفلية 312
 الكواكب الطوافة 160
 الكواكب العلوية 312، 375
 الكواكب العملاقة 337، 346
 كواكب غير مرئية 497
 كاركوشا / فوياجر (2) 345
 كارمي 343
 كارون = القمر كارون
 الكاسرة 71
 كاسيني 344، 397
 كاشف الطيف 91
 كافيلاز 345
 الكالسيوم 206
 كاليبان 345
 كاليبيسو 344
 كاليستو 343، 346، 386، 392
 كاليغورنيا 95
 كانت (عمانويل) 159
 كانتا 179
 كانون (أنبي) 118
 الكائنات الحية 380، 492
 كائنات ذكية 494
 الكائنات المتعددة الخلايا 491
 كائنات من قبيل البكتريا 490
 كِبْلر (يوهان) 309، 323، 348
 كت بيك 167
 كتب للمؤلفة دينال. موشيه 520
 كتل بعض نجوم التسلسل الرئيسي النموذجية 139
 الكتل الذهبية 138
 الكتلة (mass) 138، 239، 257، 351
 كتلة زحل تفوق كتلة الأرض 95 مرة... 396
 كتلة الشمس (أو MO اختصاراً) 138
 كتلة القمر 426
 الكثافة الحرجة 295
 كثافة الغاز 125
 كثافة القمر 426
 الكربون 206، 225، 486
 الكرسي 24
 كرسي المصور بيتا 495
 الكرة السماوية 20
 الكرة الضوئية 116
 كرة اللون 160
 الكرة المغنطيسية 372، 373

- الكواكب القريبة 492
كوال 343
كوبرنيكوس (نيكولاس) 309، 320، 323، 348، 429
كورديليا 344
الكوكب أخفض كتلةً وحرارة من النجم 311
كوكب الأرض 210، 334، 343، 350، 365، 413، 414، 481
كوكب أورانوس 312، 333، 336، 344، 345، 350، 400، 401، 403، 404، 412، 414، 415
كوكب أورانوس لا يتبع المسار الذي... 406
كوكب بلوتو 175
كوكب زحل - شأن المشتري - كرة غازية هائلة... 396
كوكب زحل كما يبدو من الأرض 394
كوكب الزهرة 131، 210، 312، 313، 317، 319، 322، 334، 339، 339، 350، 357، 358، 360، 412، 413
كوكب الزهرة في مداره 359
كوكب صَدَمَ الأرض 437
كوكب عطارد 210، 312، 313، 317، 334، 350، 354، 355، 412، 358
كوكب المريخ 22، 210، 312، 313، 317، 319، 320، 335، 342، 343، 350، 375، 376، 381، 412، 413، 414، 493
كوكب المشتري 310، 312، 313، 317، 318، 319، 333، 335، 342، 343، 350، 386، 387، 412، 414، 415، 464، 493
كواكب مشتقة من... 317
كوكب نبتون 181، 312، 333، 336، 339، 342، 345، 350، 405، 406، 408، 409، 412، 415
كوكب نبتون كما صورته مركبة الفضاء فوياجر 405
الكوكب يتحرك بحيث... 324
كوكبات 22
كوكبة (أبو سيف) 251
كوكبة الثور 318
كوكبة الجبار 127، 140، 471
كوكبة الدب الأكبر 26، 142
كوكبة الدجاجة 133، 142، 223
كوكبة الطوقان 17
كوكبة فرساوس 143، 471
كوكبة الكلب الأكبر 142
كوكبة المثلث 261
كوكبة المرأة المسلسلة 252
كوكبة هرقل (الجاثي) 184، 505
كولومبيا البريطانية 89
كوليئز / فوياجر (1) 343
الكون 14، 279
الكون لن يتوسع لا نهائياً كما أنه لن ينكمش 294
الكون متجانس ومتنام 286، 308
الكون المتوسع 281
الكون المرصود كما يبدو اليوم 302
الكون مستمر في التوسع إلى ما لا نهاية 288
الكون مغلق 289
الكون واحدٌ لا يتغير في كل مكان وزمان 291
كويبر 344، 345
كويك 1 سيريز 342
الكويكب (951) غاسبرا 340
كويكب فيثون 472
كويكب (4) فيستا 341
الكويكبات 339، 342
كويكبات آتِنُ 341
كويكبات أمور 341
كويكبات أبولو 341
الكويكبات (asteroids) أو الكواكب الثانوية 339
الكويكبات الساطعة 341
كويكبات النوع (C) 341
كويكبات النوع (M) 341
كويكبات النوع (S) 341
كيدين 470
كيف بدأ العالم؟ وهل سينتهي؟ 302
كيف بدأ الكون؟ وكيفما يتغير بمرور الزمن؟ وماذا سيحل به في المستقبل؟ 280
كيف تتعرّف البروج 26
كيف تستعمل الخرائط النجمية 24
كيف تؤثر السنة اللهب الشمسية في الأرض 177
كيف تؤثر الشمس في الأرض 155
كيف نشأ القمر؟ 452
كيف يتغير التركيب الكيميائي للمجرة 258
كيفية بداية الكون وعن مآله 280
لا يبدو الزهرة ملائماً للحياة 492

- لا تجد فوق القمر سماء زرقاء أو... 432
لا تزيد ثقالة القمر السطحية على... 426
لا يستطيع علماء الفلك التنبؤ بقرب حدوث فعالية شمسية 174
لا يمكن التنبؤ بمصير المذنب... 462
اللاتجانس 298
اللاتنامي 298
لاريسا 345
لاس كامپاناس، تشيلي 88
لاسيل 344، 345
اللاهوتيون 323
لائحة بالجداول 11
اللب 172، 439، 451
لب الشمس 163، 182
لب النجم 211
اللب (Core) وهو الطبقة المركزية... 368
اللبوب الكثيفة 198
لحساب بُعد أي نجم... 109
لزحل 18 قمراً مؤكداً وعدة أقمار مظنونة 398
لسان لهب 188
لسان اللهب الشمسي 176، 178
اللسينات الشمسية 171
لطالما استهوى القمر بسحره قرائح الشعراء وقلوب المحبين 420
لعطارد قشرة من صخر سيليكاتي خفيف 357
لفظ السديم الكوكبي 228
لكوكبنا حقلاً مغنطيسياً 372
للسرعة الفضائية مركبتان 122
للقمر طبقة خارجية 438
لم تقع الرحلات الفضائية القمرية على أثر لمياه جارية على القمر 428
لماذا تبدو النجوم متحركة... 52
لماذا تضيء النجوم 199
لماذا تعود المذنبات إلى الفضاء الخارجي 462
لماذا سيتغير نجم القطب... 53
لماذا كان الماء مهماً في... 489
لمجرتنا بنية لولبية عسوية 246
لنبتون ثمانية أقمار مؤكدة 407
- لو (فرانك) 97
اللولبية (اللوبيات) 232، 257، 278
لوفيرييه (أوربان) 406
لونا (الروسية) 420، 436
لويل (بيرسيغال) 377
الليثيوم 288
ليدا 343
ليس ثمة مياه تجري ولا زروع تنمو... 432
ليس ثمة نجم يبقى مضيئاً إلى الأبد 194
ليس للقمر حقل مغنطيسي حالياً 439
ليسيثيا 343
ليفيت (هنرييتا) 208
ما الذي يسبب التحبب؟ 171
ما برحت المذنبات الساطعة تردع الناس بسحرها 454
ما بين النجوم 242
ما هو التغيير الذي كان الناس بحاجة إليه 320
ما هو الشهاب؟ 470
ما هو الضوء؟ 58
ما هو مصدر الطاقة الذي يحمل نجوم التسلسل الرئيسي على الإضاءة؟ 202
ما هو النيوك 468
ما هي دائرة البروج؟ 42
ما هي الريح الشمسية 188
ما هي الموجة؟ 59
ما وراء مجرة درب التبانة 249
ماء إماهة 342
ماجلان (فرديناند) 251
ماخوهات = أجرام هالية متراصة ضخمة
المادة البيجمية (المضيئة) 242، 243، 257، 278
المادة القاتمة الخفية 239
مادة الكتلة المفقودة 296
مادة الكون المرصودة تتألف من... 288
المادة والطاقة 295
ماذا تعني السماء المرصعة بالنجوم؟ 13
مارس 375
مارينر 2 / محاذاة 360
مارينر (10) = مركبة الفضاء مارينر 10

- ماضي الكون وحاضره ومستقبله واحدٌ إلى الأبد 291
 ماكسويل (جيمز كلارك) 364
 ماكسويل مونت 364
 ماكولي (مايكل ج.) 500
 ماوناكيا (هاواي) 76، 8،
 مايرا 209
 المبادرة 49
 المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية 326
 مبدأ الاصطفاء الطبيعي 490، 513
 المبدأ الكوني (الكامل) 285، 291
 متاحف فضائية 499
 المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي (مدينة نيويورك) 473
 المتحف الجوي والفضائي الوطني الأمريكي (U.S.) 379
 متحف شيكاغو للتاريخ الطبيعي 473
 المتطوحات الزرق 236
 متغيرات أعجوبة قبسط الطويلة الدور 208
 متغيرات الشلياق 208
 المتغيرات القيفاوية 207
 المتفردة 223
 متوسطة كثافة القمر 427
 متى دخل أول إنسان الفضاء؟ 502
 متى يبدأ نجم بالتحول من نجم تسلسل... 205
 ميبتس 390
 المثلث الصيفي 27
 مجال الأطوال الموجية 63
 المجزّات 229، 283
 المجرات الإهليلجية 253
 المجرات الراديوية 263
 مجرات سايفرت (المسماة برسائوس N) 266، 267
 المجرات العدسية 255
 المجرات غير المنتظمة 254
 مجرات قريبة 252
 المجرات القزمة 255
 المجرات اللولبية (العصوية) 254، 266
 المجرات اللولبية النظامية 254
 المجرات اللولبية والإهليلجية 257
 مجرات متصادمة 276
 المجزّات النائية 92
 المجرات النشطة 275
 المجرتان المتصادمتان (الفارتان) 265
 المجرة 272
 المجرة أم بُرتي ثري (M33) 261
 مجرة أندروميدا 252، 261
 المجرة الإهليلجية النشطة قنطورس (A) 264
 المجرة galaxy تجمع عظيم من ملايين بل مليارات
 النجوم... 230
 مجرة درب التبانة 230، 231، 233، 249، 250، 277
 مجرة راديوية 276
 مجرة سايفرت 276
 مجرة قنطورس (A) 263
 مجرة القوس 264
 المجرة اللولبية في كوكبة الدب الأكبر 232
 مجرة المرأة المسلسلة (أندروميدا) 131، 251، 253، 278،
 293
 المجرية النشطة (AGN) 262
 مجرة نظامية 276
 المجسطي 319
 المجموعات المجرية 259
 مجموعة الدب الأصغر 26
 مجموعة الدب الأكبر 26
 المجموعة الموضوعية 261
 المجموعة الشمسية 97
 محاكم التفتيش 323
 محاوره حول نظامي الكون الرئيسيين 323
 محتوى المجرة من النجوم 257
 محطات فضائية 499
 محطة الفضاء الأمريكية سكاى لاب 169
 محطة الفضاء سويوز (TM) 501
 محطة الفضاء مير (Mir) 501
 محلات طيفية متعددة القنوات 507
 المحيط الأطلسي 370، 371، 372، 443
 المحيط الهادئ 366
 مختبر الفضاء الأمريكي (سكاى لاب) 161
 مختبر ناسا للدفع النفاث 96

- مخطط هبل لخمس مجرات 284
 الممرأة أو العدسة الرئيسية 105
 الممرأة الثانوية 75
 الممرأة المكافئية القطع 85
 مراحل تطور الكون 292
 مراحل حياة نجم كالشمس 213
 مراحل الكون المغلق (المتأرجح) 290
 مراحل الكون المفتوح (نظرية الانفجار العظيم) 289
 المرصد الفلكية البصرية الوطنية (NO AO) 527
 المراقق 37
 مراقبة الحقل المغنطيسي للشمس 180
 مربع الفتحة 71
 مرزآت الهباء المعلق 374
 مرصد برلين 406
 مرصد تشاندرال السيني 100
 المرصد الجوي الطبقي... 97
 مرصد سميشون للفيزياء الفلكية 88
 المرصد الشمسي الوطني 70
 المرصد الفلكي 69
 مرصد كومبتون (العامل بأشعة غاما) 6، 99، 100
 مرصد كونابران الأنغلو - أستريالي 89
 مرصد كيت بيك (الوطني) 25، 70
 مرصد اليابان الفلكي الوطني 88
 مرصد بيركيز 73
 مركبات فضائية 360
 المركبات الفضائية تنقل المقاريب إلى... 106
 المركبات الفضائية الربوطية 332
 مركبات فضائية موكية 499
 مركبات فينيرا الفضائية 361
 مركبتا السرعة الفضائية: السرعة الشعاعية والحركة الحقيقية 123
 مركبة أبولو 419
 المركبة الاستطلاعية (MGS) 381
 المركبة الأمريكية الربوطية بيونيرا (11) الحلقة (2) 395
 المركبة الأمريكية المستكشفة للمريخ (بان فايندر) 379
 المركبة الربوطية پروغريس (M) 501
 مركبة غاليليو 390
 مخطط هرتز سبرونغ - راسل (H - R) 273، 237، 199، 147، 146، 140، 137، 136، 135
 مخطط هرتز سبرونغ - راسل (H - R) غيرتام (لنجوم مختارة) 147، 137
 مخطط هرتز سبرونغ - راسل (H - R) لحشد الثريا (المجري) المفتوح 240
 مخطط هرتز سبرونغ - راسل (H - R) للحشد الكربي أم ثري (M3) 241
 مخطط هرتز سبرونغ - راسل (H - R) للحشد وان (1) تو (2) 275، 274
 مخطط هرتز سبرونغ - راسل (H - R) يمثل عدداً كبيراً من النجوم 136
 مخلفات بيوكبية 468
 مخلفات المستعرات الفائقة 216
 مخلوقات غريبة 503
 مخلوقات مريخية ذكية 377
 مدار الجدي 46
 مدار السرطان 46
 مدار القمر حول الأرض 329
 المدة بين قمرين جديدين هي... 330
 مذنب إنكي 465
 مذنب تيمبل - تزل 465
 مذنب ساطع نموذجي 480
 مذنب طويل الدور 464
 المذنب القصير الدور 468
 المذنب (المذنبات) الدوري 465، 466، 480
 مذنب مركوس بذيلين نموذجيين 461
 مذنب هالي (الشهير) 454، 455، 465، 479
 مذنب هالي في سبعة أيام مختلفة 467
 مذنب هالي نسبة إلى إدموند هالي 467
 مذنب وولف 465
 مذنب يعقوبيني 465
 المذنبات 97، 310، 453، 454
 المذنبات (Comets) عناصر جليدية... 454
 المذنبات القصيرة الدور 465
 المذنبات والشهب والأحجار النيزكية 453
 الممرأة 71

- مركبة فايكينغ الفضائية الأمريكية 493
- مركبة الفضاء الربوطية الأوروبية الأمريكية المشتركة يوليسيز 169
- مركبة الفضاء الربوطية غيوتو 458
- مركبة الفضاء فايكنغ لاندلر (1) (2) 378، 379
- مركبة الفضاء فوياجر 332، 333
- مركبة الفضاء مارينر (10) 354، 356
- مركبة فوستوك (1) 499
- مركبة فوياجر وان وتو (1، 2) 332، 344، 387، 393، 395
- 400، 402، 403، 502
- مركز كيت بيك الوطني 89
- المريخ: رسده 375
- المريخ = كوكب المريخ
- مسابير النجوم 502
- مسار مذنب عند نقطة الرأس 463
- مسار المعطيات التي يبيها مقراب هبل (Hubble) الفضائي 83
- المسارات النظرية للتطور... 194، 200
- مسارب غبارية عابرة 402
- المسافات إلى النجوم القريبة 108
- مسيار جوي 387
- المستعر (المستعرات) الفائق (1987 A) 212، 215، 216، 217، 228، 252، 256
- مستوي فلك البروج 312
- مسح مجرتنا 244
- مسح مجمل السماء 507، 515
- مسييه (شارل) 250
- المشاعل الصغيرة 171
- مشاهد غير اعتيادية 40
- المشاهد فوق البنفسجية 99
- المشتروية 337
- المشترى أصغر من القمر... 447
- المشترى أكبر من القمر أربعين مرة... 447
- المشترى: رسده 386
- المشترى = كوكب المشترى
- المشترى وزحل 412
- مشروع أوزما 505
- مشروع فوياجر الأمريكي 332
- المشهد كما يراه الراصد 20
- المشهد الكوني 13
- مشهد لمنطقة غرب آيستلا ريجيو 363
- مصادر مفيدة 519
- مصادر ومواقع وبّ (Web) مفيدة 7
- مصائد نيوتريونات في أعماق الأرض 182
- مصباح كهربائي باستطاعة (155) واط 131
- مصير المذنبات 466
- مضة الهليوم 205
- المطال الأعظمي 317
- مطالي 65
- المطلع المستقيم 31، 54
- مظاهر كوكبي الزهرة والمريخ من الأرض 413
- مظهارُ (display) قوة الحقل المغنطيسي 175
- مظهر القمر 419
- مظهران مهمان للمريخ من الأرض 376
- المعادلة الموجية 66
- معالم مسافات 208
- مُعَايِر (مُعَامِل) المسافة 133
- معاينة الحقل المغنطيسي 176
- المعطف (الغلاف) 368، 439، 451
- معطيات 164
- معطيات عن القمر 427
- معطيات لنماذج أقدار منتخبة 131
- معظم النجوم تتحول من... 207
- معلومات عامة عن الكواكب 336
- معلومات عن الحياة المهنية 521
- مغنطيسية (الأرض) 175، 372
- مفعول الحافة القائمة 160
- مفعول الدفيئة 362
- مفعول زيمان 125
- مقارنة القمر بالأرض 419
- المقارِب 72
- مقارِب أشعة غاما 98، 166
- مقارِب الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet والسينية 98
- المقارِب البصرية 71، 94
- المقارِب تحت الحمراء 97، 98، 166

- مقرب كاسيغرين 75
- مقرب كيك (Keck في هاواي) 75، 87
- مقرب كيك ا وكيك اا 88
- مقرب ماجلان ا وماجلان اا 88
- مقرب ماونت پالومار 77
- مقرب ماونْت و يلسون 255
- المقرب المتعدد المرايا (MMT) 88
- المقرب المنظاري الكبير 88
- مقرب نيكولاس ميول 89
- مقرب نيوتن 74، 75
- مقرب هبل الفضائي 83، 83
- مقرب هوبي - ايبيرلي 88
- مقرب ويليام هيرشل 89
- مقياس الضوء 28
- مقياس طيف حساس 125
- مكتشفات واعدة 486
- مكدونالد، قمة جبل فوكيز، تكساس 88
- المكسيك 520
- مكوك الفضاء اثلانتيس 500
- مكوك فضائي 511
- المليبار 375
- من المحتمل أيضاً أن تكون الحياة قد وجدت على
- كوكب مجاور 492
- منابع أشعة غاما 246
- المنابع السينية (المتفجرة) 103، 246
- المنابع المرئية الباردة نسبياً 103
- مناطق التجمعات الغازية الكثيفة 246
- مناطق التكون النجمي 97
- مناطق الشمس 162
- المناظير 72
- منبثق الشهب 471
- المنبع (المنابع) الراديوي 92، 96، 267
- منتجات ناسا 526
- منحنى إشعاع الشمس 68
- منحنى الضوء 207
- منشأ السمات المميزة للأصناف الطيفية 121
- منشأ خطوط الامتصاص القاتمة المقابلة لخطوط...
- المقارِب الراديوية (العلاقة) 92، 93، 94، 166
- المقارِب السينية 166
- مقارِب شمسية بصرية 166
- مقارِب شميدت - كاسيغرين 85
- المقارِب الصغيرة الخاصة بالهواء 85
- المقارِب العاكسة (مقابل المقارِب الكاسرة) 74، 76
- المقارِب العلاقة 102
- المقارِب فوق البنفسجية (والسينية والغامية) 100، 166
- المقارِب الكاسرة 73
- المقارِب المركبة 86
- المقارِب مكستوف - كاسيغرين 85
- مقايسات (في الأعمار) 134، 346
- مقايسة الحشود 229
- المقتنيات الفلكية 98
- مقدرة تجميع الضوء 71
- مقدرة الفصل (المُيز) 78
- المقدمة المنطقية 285
- مقرب آريسيبو (Arecibo) الراديوي 497
- المقرب الأنغلو - أسترالي 89
- مقرب بولشوي السمتي الارتفاعي 89
- المقرب جسميته 71
- مقرب جوجر ايليري هيل 89
- مقرب جيميني نورث وجيميني ساوث 88
- مقرب دويسون 85
- مقرب (VLA) راديوي 93، 95، 103
- المقرب الراديوي العملاق في آريسيبو پورتوريكو 505
- مقرب السمات الكبير 89
- مقرب سوبارو 88
- مقرب (R.R.Mc Math - Pierce) الشمسي البصري 167
- مقرب شميدت - كاسيغرين 75
- المقرب العاكس - الكاسر 85
- المقرب العملاق... 86، 88
- مقرب غرين بانك 93
- مقرب - فك ثنائية نجمية مرئية 142
- مقرب كاسر (بعُدسة جسمية...) 74، 76

- منشأ القمر 419
 منشأ الكواكب 311
 منشأ المجموعة الفريدة من خطوط الإصدار... 114
 المنشأ المحتمل للمذنبات 464
 منشأ المذنبات 462
 منشأ النجوم 195
 منشورات دورية 519
 المنطقة الاستوائية 396
 منطقة الإشعاع المتراسة 163
 منطقة الحُل 163
 منطقة H 11 (سديم الإصدار الساطع) 242، 243
 المنطقة الصالحة للعيش حول الشمس تقع على وجه
 التقريب بين مداري الزهرة والمريخ 492
 المنظار ثنائي العينية 72
 منظمات ووسائط ومراجع فلكية عامة 527
 منظومات كوكبية خارج نطاق المنظومة الشمسية 495
 المنظومات النجمية (مزدوجة) 141، 230
 المنظومة الشمسية 14، 16، 277، 309، 346
 منظومة المقارِب تحت الحمراء الفضائية 97
 المنقلب الشتوي 46، 52
 المنقلب الصيفي 46، 52
 منكب الجوزاء 67، 138، 146، 150، 204
 مواقع الكواكب 323
 مواقع النجوم 234
 مواقع وبّ (web) 32
 الموجة (Wave) 58، 59
 موجة صدم 196
 موجة الضوء (Light wave)... 58
 المؤرخون 323
 مؤسسات وجمعيات فلكية 522
 موشور 91
 موشيه (دينال) 520
 موقع كيت بيك 70
 موقع المنظومة الشمسية في مجرة درب التبانة 16
 مياه جارية على القمر 428
 الميتا 405، 459
 ميتيس 343
 ميتيور كريتز 476
 ميراندا أحد أقمار أورانوس 344، 402، 403
 ميراندا - أصغر الخمسة 403
 ميراندا / أورانوس 415
 ميرتشنسن 475
 الميزان 23
 الميقاتيات الذرية 338
 ميكروبات كربونية التركيب 493
 الميل 54
 ميل كوكب بلوتو 312
 ميلان كوكب أورانوس 403
 ميلان محور الأرض... 44
 ميلوني 343
 ميماس 344، 398
 ناسا = وكالة ناسا
 نباض السرطان 220
 نباضات ميلي ثانية 497
 نبتون = كوكب نبتون
 نبتون أسرترايتون في حقبة ما 409
 نبتون أصغر الكواكب الغازية العملاقة 406
 نبذة تاريخية 319
 نترونات 219
 نجم أيسيلون أندروميدا (المرأة السلسلة) 497
 نجم الإزار 142، 143
 نجم البيريو 142
 نجم أولي وليد 228
 نجم إيه (a) (حَصَار) 52، 110، 131
 نجم بارنارد 134، 135
 نجم بارنارد الحوّا والحوية 496
 النجم الثنائي 141
 النجم الثنائي القياسي 148
 النجم الثنائي الكسوف 148
 نجم ذنب الدجاجة 27، 28، 132 - 133
 النجم ذو اللون المائل إلى الزرقة أشد حرارة 104
 نجم رِجْل الجِبَار 127
 نجم السُّها 143
 نجم شبيه بالشمس 204
 نجم الشعري اليمانية (الساطع) 49، 111، 131 142

- النجوم الصغيرة 209
 النجوم صنفين (جمهرتين) 247
 النجوم الضيائية 127
 النجوم العملاقة الحمر باردة نسبياً لكنها مضيئة 151
 النجوم العملاقة الزرق الكبيرة الكتلة 202
 نجوم عملاقة زرقاء 136
 النجوم الفائقة الكثافة 219
 نجوم فوق عملاقة 146، 204
 نجوم قزمة حمراء 136
 النجوم الكبيرة 209
 النجوم كرات غازية عظيمة متقدمة 149
 النجوم كرات غازية عظيمة مضطربة 116
 نجوم كشمسنا 199
 النجوم لها أكاليل متشابهة 183
 النجوم المتغيرة 206
 النجوم المتماثلة التركيب الكيميائي... 199
 النجوم المرئية 47، 119
 النجوم المنفجرة 215
 النجوم النباضة أو النباضات 92، 219
 النجوم الواقعة ضمن 38
 النجوم والغازات الحارة جداً 103
 نجمي الصباح 358
 نجمي المساء 358
 النجمية في كوكبة الدب الأكبر 37
 النجمية القياسية 142
 النجوم القمرية 429
 نساء خالداً... 363
 النسرة الطائر 27، 134، 135
 النسرة الواقع vega = نجم النسرة الواقع vega
 النشادر 459
 نشاط الأرض الجيولوجي 368
 النشاط العنيف للشمس 184
 نشاط غير اعتيادي في المجرات 262
 نشأة مجرتنا 248
 نشوء الحياة الذكية على الأرض... 509
 نشوء المذنبات الدورية 483
 نشوء الذوابة 460
 النظام البليطيموسي 320، 322
 نجم الصباح 353
 نجم الفرس الأعظم 497
 نجم قريب 110
 النجم القزم الأبيض 212، 214
 نجم القطب 28، 36، 38، 49، 52، 53، 118، 208
 نجم القطب ليس من سواطع النجوم 37
 نجم قلب الأسد 27
 نجم قنطورس القريب 110
 النجم مايرا (أي الأعجوبة) 208
 نجم متغير 214
 النجم المتغير (RR) في كوكبة الشلياق 208
 النجم المزدوج البصري 143، 148
 نجم المساء 353
 النجم النابض 220
 النجم النابض أو النجم النتروني 220
 نجم نتروني 219
 نجم النسرة الواقع vega 27، 28، 39، 40، 50، 52، 53، 54،
 55، 67، 118، 132، 133، 137
 نجم هاو 468
 النجم الوليد 16
 النجمان الدليلان 37، 38
 نجمان ساطعان 133
 النجوم 67، 107
 نجم أكبر كتلة من الشمس بكثير 199
 النجوم التي تبدأ حياتها بكتل متقاربة... 199
 نجوم (M) 119، 122
 النجوم الباردة 68، 97
 نجم بارنارد 138
 نجوم التسلسل الرئيسي 199، 202
 نجوم الجمهرة 247، 248
 النجم (C) 122
 النجوم الحارة 68
 النجوم الحمراء الباردة (من الصنف M) 121
 النجوم حول - القطبية الجنوبية 38
 نجوم الخلفية 42
 النجوم الخمسة (5) 51، 119، 122
 النجوم الراديوية 219
 النجوم الزرقاء الحارة (من الصنف 5) 121، 258

- نظام كوبرنيكوس 323
 النظام الكوبرنيكي 320
 نظريات التطور النجمي 237
 نظرية الانجراف القاري 370
 نظرية الانفجار العظيم 280، 287، 288، 289، 290، 296، 298
 نظرية آينشتاين النسبية 221، 269
 نظرية التطور الكوني 488
 نظرية التطور النجمي (الحديثة) 194، 243
 نظرية تكوّنات الصفائح أو الألواح 369
 نظرية الحالة المستقرة 291، 292
 نظرية السديم الشمسي 159
 النظرية السديمية 159، 160
 نظرية كوبرنيكوس 320، 321
 نظرية النسبية العامة 296
 نقطة الأوج 329
 نقطة الحضيض 329
 نقطة الرأس (الأوج) 341، 479
 نماذج الكون المفتوح والمنبسط والمغلق 280
 النماذج الكونية الثلاثة 305
 نماذج المجرات القياسية 256
 نماذج من مجرات مختلفة الأصناف 255
 نموذج آينشتاين - دوسيتير 299
 النموذج الأرضي المركز للكون 319
 نموذج الانعراج = الانعراج
 نموذج الانفجار العظيم 280
 نموذج بور الذري 113
 النموذج التطوري 280
 نموذج الحالة المستقرة 280
 نموذج الكرة الأرضية 30
 نموذج كرة الثلج الملوثة 457، 458
 نموذج الكرة السماوية 31
 نموذج الكون الانفجاري التوسع 298
 نموذج الكون المتأرجح 289
 نموذج الكون المغلق 289
 نموذج الكون المفتوح 288
 نموذج الكون المنبسط 294
 نهر تنغوسكا 477
 نهر الجحيم 409
 النوافذ البصرية 69
 النوافذ الثلاث 102
 نواميس الكون 48
 نواة 113، 456، 457، 483
 نواة سايفرت 266
 النواة سوداء قاتمة 482
 نواة المذنب 459
 النوتي 409
 نور الربيع الأول 315
 نوى الهيدروجين 287
 نياو 345
 النيازك 468
 نيريد 345
 نيزك 480
 نيكولسون 343
 النيوتريونات (الشمسية) 182، 188، 216
 نيوتن (إسحاق) 309، 326، 327، 348
 نيوزيلندا 520
 نيومكسيكو الأمريكية 94، 96
 نيويورك 51
 ها إنك تيزغين بديعة وضاعة... 153
 الهالة القمرية 422
 هالة مجرية 241
 هالي (إدموند) 467
 هاواي 96
 هايبيريون 398
 هايدراد الشجاع 293
 هايفنز 344، 397
 هبات عنيفة من الرياح الشمسية 181
 هبل (إدوين) 250، 283
 هرتز (هاينريش) 65
 هرتزسبرونغ (إجنار) 135
 الهرطقة 323
 هل ثمة حياة خارج حدود الأرض؟ الله أعلم! 485، 486
 هل هناك نجوم جديدة ما زالت تولد اليوم؟ أين؟ 196
 هليوس 154

- الهلينوم (المتأين) 119، 122، 145، 202، 216، 218، 225،
 الوسخ 458
 الوسط البينجمي 242
 وهناك حياة في أماكن أخرى 487
 الهند 443
 الهواء 373
 هوبكنز (جيرارد مانلي) 107
 هول (أساف) 343، 385
 هوندا - مركوس - پاچيروساكوفا 468
 هيدراخوس 28، 110
 الهيدروجين 119، 122، 202، 216، 218، 225، 248، 249،
 338، 356، 388، 405، 459، 488
 الهيدروجين الثقيل 288
 الهيدروجين الجزيئي 246
 هيدروجين ذري محايد 242
 الهيدروجين المعدني السائل 389
 هيرشل (ويليام) 344، 400
 هيلين 344
 هيماليا 343
 هيوستن 22
 الهيئة الدولية لمراقبة دوران الأرض 338
 هيبيرتون 344
 وابل الجبار 471
 وابل الدب الأصغر 472
 وابل الدلو 472
 وابل شهب (فرساوس) 470، 471
 واحدة الأنغستروم 59
 الواحدة الفلكية (AU) هو... 189
 واحدة النانومتر 59
 وِبْ (Ewb) = مواقع وِبْ (Ewb)
 وجدت أول الأسماك في البحار منذ نحو (425) مليون
 سنة 491
 وجدت جزيئات الحياة الأساسية في الفضاء 487
 الوجه البعيد من القمر... 431
 الوجهة المحلية للكرة السماوية عند خط العرض
 شمالاً 36
 وجود حياة في عوالم أخرى 487
 وسائل معززة للمقرب 90
- اليابان 182
 يبلغ حجم أكبر قمرين: تيتانيا وأوبيرون... 404
 يبلغ حجم البقعة الشمسية الاعتيادية حجم الأرض
 172
 يبلغ الحد العملي للتكبير المجدي... 81
 يبلغ طول اليوم الشمسي... 48
 يبلغ طول اليوم النجمي... 47
 يبلغ عمر أقدم النجوم نحو 13 - 18 مليار سنة 248
 يبلغ الغلاف المغنطيسي لزحل زهاء... 397
 يبلغ قطر بحر الوايلات 429
 يبلغ قطر الشمس... 140
 يبلغ متوسط القطر الزاوي للقمر... 329
 يتألف غايميد وكاليسستو من... 392

- يتألف الفيروس... 489
يتألف المذنب من... 466
يتحرك خط شروق الشمس الفاصل من... 430
يتركب الهواء اليوم من... 373
يتعذر على الفيروس توفير طاقته الذاتية أو استنساخ نفسه خارج الخلايا الحية 489
يتغير مظهر القمر بانتظام كل شهر 314
يتغير نجم القطب بمرور الزمان 50
يتوقع لشمسنا - شأن سائر النجوم - أن... 205
يحدث الخسوف القمري عندما تقع الشمس والأرض... 442
يحدث وابل الشهب عند... 471
يحيط بالأرض غلاف جوي... 373
يخشى كثير من الناس حدوث تصادم كارثي مدمر 341
يُرى أكبر البقع الشمسية عند بزوغ الشمس 172
يزن أكبر حجر نيزكي... 473
يزيد طول اليوم الشمسي على اليوم النجمي... 48
يستبعد أن يكون القمر فيما مضى جزءاً من الأرض... 436
يستمد نجم التسلسل الرئيسي طاقته من... 159
يستمر اندماج الهيدروجين... 203
يسرّع الماء التفاعلات الكيميائية... 489
يضيء كوكب الزهرة بسطوع شديد... 360
يضيء كوكبنا الأرض... 365
يطوف الزهرة - شأن عطارد - حول الشمس... 357
يطول على القمر ليله ونهاره 432
يُعدُّ القمر تابعاً كبيراً جداً... 426
يقع (القمر) على بعد 384,400 كم 420
يقع القمر عند بزوغه في برج نجمي معين 422
يقع المريخ ضمن المنطقة الشمسية الصالحة للعيش 513
يكشف المنابع الراديوية 105
يكون المريخ أقرب إلى الأرض... 376
يكون مسار الشمس عبر السماء في دورته صيفاً... 44
يمكنك توليد طيف من ضوء الشمس... 91
يمكنك عد نجوم التسلسل الرئيسي 199
يميل مستوى مدار القمر 447
ينتشر ضوء النجوم... 104
ينتمي كوكب الأرض إلى المنظومة الشمسية 14
ينثر انفجار المستعر الفائق كل... 216
ينزاح اتجاه محور الأرض... 49
ينشر القمر نوره بانعكاس ضياء الشمس عليه 421
ينطلق ضوء النجم الذي... 116
ينفرد بلوتو بأغرب مدار... 410
يوليسيز 169
اليوم 47
اليوم الشمسي 20، 47، 48
اليوم الفلكي النجمي 47
اليوم النجمي 48