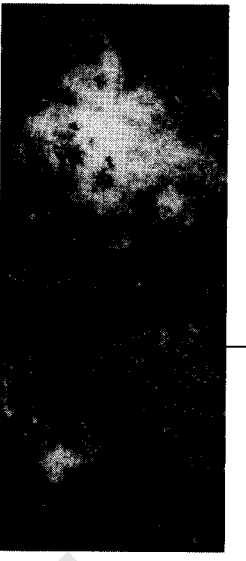
12

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 ذلّلنا 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 ڤوياجر الفضائيتين

الأهداف:

- وَصْف الأساس الجزيئيِّ للحياة الأرضية.
- إيراد الدليل على أن حياةً ما قد نشأت تلقائياً على الأرض من جزيئات لاحَيَّة.
- عَرْض نظرية علمية عن منشأ الحياة الذكيَّة على الأرض، وتطوُّرِها التدريجي.
- استقراء البحث عن الحياة على كوكب المرّيخ.

obeikandl.com

- إيراد الدليل على وجود منظومات كوكبيَّة غير منظومتنا.
- ذكر العوامل المتَّصلة 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 البَيْنجميَّة والأجسام الطائرة المجهولة.
- استعراض مشروعات نفَّذها العلماء، أو يخطِّطون لتنفيذها، بحثاً عن ذكاءٍ خارج الأرض.

1.12 مكتشَفات واعدة:

هل ثمة حياةٌ خارج حدود الأرض extraterrestrial life ؟ الله أعلم! فقد تكون الحياةُ على الأرض ظاهرةً كونيةً فريدة، وقد لا تكون بالنظر إلى وجود دلائل مقنعة تشير إلى أننا لسنا وحيدين.

ومن المعلوم للمختصّين في الكيمياء الحيوية أن وجود كلِّ الكائنات الحيَّة على الأرض يَعتمد على عدد قليل من جزيئات عضوية أساسية، أو جزيئات تحتوي على الكربون، بالإمكان تصنيعها في المختبرات من ذرات غازية.

وقد رَصَدَ علماءُ الفلك ذرات وجزيئات الحياة الأساسيةَ في منظومتنا الشمسية، وفي النجوم، وفي سُحُب الغبار البينجميّ، ووجدوا أيضاً أحجاراً نيزكيَّةً تحوي حموضاً أمينيَّة amino acids وموادَّ كيميائيةً شحميَّة lipidlike وماء.

ويَفترض علماءُ الفيزياء أن القوانين الطبيعية التي تحكم الظواهرَ الفيزيائية والكيميائية على الأرض صحيحةٌ كذلك في كلِّ مكان في الكون.

فإذا كان للحياة على الأرض أن تنشأ من جزيئات لاحيَّة، بفعل سلسلة من العمليات الفيزيائية والكيميائية، فمن المحتمل كذلك أن تكون هناك حياةٌ في أماكن أخرى من بين ما يزيد على 200 مليار نجمٍ في مجرَّتنا درب التبانة، أو في غيرها من مجرّات الكون الأخرى التي يناهز عددُها 100 مليار مجرَّة.

لقد بدأ البحثُ فعلاً!

وعِلْم الأحياء الفلكية astrobiology هو المبحث الذي يدرس منشأَ الحياة في الكون، وتوزُّعَها وتطوُّرها ومستقبَلَها. وقد يتمكن هذا العلمُ عما قريب من الإجابة عن تساؤلاتٍ من قبيل: كيف بدأت الحياةُ على الأرض؟ وكيف تطوَّرت؟ وهل توجد أنماط حياة أخرى مغايرة؟ وما المآل الذي ينتظرنا نحن البشر على الأرض وفي الفضاء؟

ما الذي يَحمل العلماءَ على الاعتقاد بإمكان وجود حياةٍ خارج نطاق الأرض؟ .....

.....

.....

.....

الجواب: وُجدت جزيئاتُ الحياة الأساسيةُ في الفضاء، وصُنِّعت في المختبرات. فإذا جازَ لكائنات حيَّة أن تنشأ عن جزيئات لاحيَّة بفعل سلسلة من التفاعلات الفيزيائية والكيميائية، وإذا لم تكن تلك الكائناتُ الحيَّةُ نتيجةً لظاهرةٍ كونيةٍ فريدة، صحَّ لنا القولُ بإمكان وجود حياة في عوالم أخرى.

2.12 البدايات الكونيَّة

في مقدمة الصفات التي تُميِّز كائناً حيّاً عن آخر غير حيّ القدرة على

التكاثر وخاصية الاستقلاب (الأيض) metabolism. لكن ما الذي قَدَحَ شرارةَ الحياة الأولى؟ لا أحد يعلم؛ غير أن نظريةَ التطوُّر الكوني cosmic evolution theory تربط ظهورَ الكائنات الحيَّة بقوىً كونية وفقاً لما يلي:

انبعث الكونُ إلى الوجود في حادثة الانفجار العظيم منذ 10 ـ 20 مليار سنة خلت، وكان الهيدروجين والهليوم أولَ العناصر. ثم تمدَّد الكونُ وتبرَّدَ، وتكوَّنت المجرّاتُ والنجوم، وبدأت العناصرُ الثقيلةُ تتولَّد ببطء بعملية التخليق النووي nucleosynthesis في باطن النجوم الكبيرة الكتلة. وراحت المستعِراتُ الفائقةُ تنثر مادةً غنيَّةً في الفضاء من جديد، حيث تكرَّرت الدَّورة.

ومنذ نحو خمسة مليارات سنة تكثَّفت الشمسُ من سحابة بينجميّة غنيَّة تحمل عناصرَ حيويةً وحُبَيْبات غباريَّة. واتَّخذت الأرضُ ـ وسائرُ أجرام المنظومة الشمسية ـ شكلَها ضمن قرصٍ مرتَصٍّ ومتبرِّدٍ من المادة، طوَّافٍ حول الشمس الوليدة.

في بداية الأمر كان سطحُ الأرض مضطرباً ونارياً؛ فالبراكينُ النَّشطة تقذف بحممِها وغازاتِها الحارّةِ باستمرار، والأحجارُ النيزكيةُ والمذنَّبات تهوي وترتطم، مضيفةً بذلك مزيداً من العناصر الحيوية إلى الأرض الفتيَّة.

تلا ذلك مليارُ سنةٍ تبرَّدت فيها الأرضُ. وبفعل انتزاع الغازات outgassing تكوَّن غلافٌ جوّيٌّ وبحرٌ محيط.

قام العلماءُ بتفعيل مزيجٍ من مركَّبات الهيدروجين والكربون والأكسجين وغازات آزوتية شبيهة بغازات الغلاف الجوّي الأول، واستطاعوا توليدَ جزيئات عضوية تضمُّ الحموضَ الأمينية، التي هي بمنْزلة الجزيئات الأساسية للحياة. واجتمعت مصادرُ الطاقة المتاحةُ: كأشعة الشمس فوق البنفسجية، والأشعة الكونيَّة، وومضات الإنارة، وموجات الصَّدم الناشئة عن الفعالية الجيولوجية، اجتمعت كلُّها ـ منذ أربعة مليارات سنة ـ للإبقاء على الغازات الجوّية متماسكةً في جزيئات عضوية أكثر تعقيداً.

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

وشيئاً فشيئاً تراكمت الجزيئاتُ العضويةُ في بحار الأرض. ومع تزايد تركيزها أدّى تلاطمُها 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 تكوَّن في أثنائه مزيدٌ من الجزيئات المعقَّدة، إلى أن تكوَّنت في آخر الأمر جزيئات الحمض الرِّيبي النووي ribonucleic acid (RNA) والحمض الرِّيبي النووي المنقوص الأكسجين deoxyribonucleic acid (DNA)، التي حَملت التعليمات (الشفرات) الوراثية genetic codes للتناسخ. وبذلك تَمَّ الانتقال من المادة اللاحيَّة إلى المادة الحيّة.

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

.....

الجواب: يسرِّع الماءُ التفاعلاتِ الكيميائيةَ بتمكين الجزيئاتِ من التصادم في ما بينها.

12 . 3 الدليل العلمي

يدلّ الڤيروسُ الاعتيادي على أن الكائنات الحيَّةَ يمكن أن تتطوَّر من جزيئات لاحَيَّة، لأنه يحمل صفات مشتركةً منهما معاً.

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

الخلايا التي يصيبها تمدُّه بالطاقة اللازمة لنموِّه، وتهيئ له أسبابَ تكاثره.

وإذا كان الحدُّ الواضح الفاصل بين المادة الحيّة واللاحَيَّة مصطنَعاً ووُجدت الڤيروسات ضمن سلسلة متَّصلة، اقتضى ذلك أن تكون هذه الڤيروساتُ في مكان ما قرب الوسط. ولعلَّ خليةً أوّليةً قديمةً مشابهة هي التي آذنت ببداية الحياة على الأرض.

ما الدليل على إمكان تطوُّر كائنات حيَّة من جزيئات لاحَيَّة؟ .....

.....

الجواب: يحمل الڤيروسُ صفاتٍ من الكائنات الحيَّة والجزيئات اللاحَيَّة في آنٍ معاً.

4.12 التطوُّر

يؤكِّد مبدأُ الاصطفاء الطبيعي، أو بقاء الأصلح، على أن الكائنات الحيَّةَ على الأرض تطوَّرت بلا استثناء من كائنات بسيطة وحيدة الخليّة.

وتدلُّ المستحاثّاتُ المجهريةُ الدقيقة microfossils في الصخور الأرضية التي تزيد أعمارها على ثلاثة مليارات سنة على أن الحياةَ وُجدت على الأرض ـ عندما تكوَّنت تلك الصخور ـ على مستوى نباتات بسيطة وحيدة الخليّة سُمِّيت بالطحالب algae، وكائنات من قبيل البكتريا (الشكل 1.12).

تكاثَرَ النوعُ الأول من الأحياء، إلا أن الأنسال لا يمكن أن تكون نُسَخاً طبق الأصل عن الوالدَيْن؛ بل لا بدَّ دوماً من ظهور تبايُنٍ ما في الصفات في كلِّ مرة تحدث فيها عمليةُ التكاثر.

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

الشكل 12.1 بكتريا مستحاثية عمرها عدة مليارات السنين.

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

ثم عملت الكائناتُ المتعدِّدةُ الخلايا، التي ظهرت منذ نحو مليار سنة، وكذلك التكاثر الجنسي، على تسريع التنوُّع التطوُّري evolutionary diversification.

يشير السجلُّ المستحاثّي لـ 600 مليون سنة الماضية إلى أنه في أحيان كثيرة وقعت حوادث انقراضٍ كامل لبعض الأنماط الحيَّة، أعقبها ظهور أنماط جديدة متنوِّعة. فقد وُجدت أَوَّلُ 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 ظِلّ الأحوال البيئية الدائبة التغيُّر التي تناوبت الأرضَ على امتداد مليارات من السنين، يمكن القولُ إنَّ الكائناتِ الحية، ومنها الإنسان الحديث، قد تكون تطوُّراً من خلايا بسيطة.

اقترحْ تغيُّراً بيئياً من شأنه أن يولِّد ظاهرةً تطوُّريةً حَرِجة .....

.....

الجواب: تبدُّل جذريّ شامل في المناخ مثلاً. (ولعلَّك تسوق مقترحات أخرى).

5.12 الكواكب القريبة

من المحتمل أيضاً أن تكون الحياةُ قد وُجدت على كوكبٍ مجاور. فالمنطقة الصالحة للعيش habitable zone (ecosphere) حول الشمس تقع على وجه التقريب بين مدارَي الزُّهَرة والمرّيخ.

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

ذلك خلافاً للمريخ، الذي يبدو أكثر ملاءمةً؛ إذ يظهر وكأن كميات كبيرةً من المياه ـ التي لا غنى عنها للحياة على الأرض ـ قد جرت فيما مضى على سطحه. يؤيِّد ذلك ما تبيِّنه الصُّوَرُ الفوتوغرافيةُ من قنوات متفرِّعة تبدو أحواضاً نهرية وروافد مألوفةً ربما كانت من قبلُ أنهاراً تتدفق (الشكل 18.9)، علماً بأن الماءَ موجودٌ اليوم في قلنسوتَي المرّيخ القطبيَّتين الجليديَّتين، وفي صقيعه وضبابه وسُحُبه الرقيقة.

وقد أظهرت التجاربُ على الأرض أن لبعض النباتات والميكروبات القدرةَ على البقاء حيَّةً في أحوال بيئيَّة شبيهة بتلك السائدة على المريخ اليوم.

وهذا يبرِّر القول بأن الحياة لو وُجِدت هناك، فمن المحتمل أنها مازالت مستمرة.

قامت مركبةُ ڤايكينغ الفضائيةُ الأمريكية بتجاربَ خاصة للكشف عن ميكروبات كربونيةِ التركيب تعيش في التربة المرِّيخيَّة. لم تكن النتائجُ حاسمة، واكتُشف نشاطٌ محيِّر ردَّه العلماءُ إما إلى وجود كائنات حيَّة، وإما ـ وهذا هو الغالب ـ إلى خصيصة كيميائية غير اعتيادية تنفرد بها التربةُ المرّيخيَّة.

وقد يحتوي كوكب المشتري والتابع تيتان على ميكروبات بسيطة، فالسحب التي تكتنفهما تحوي الغازات ذاتَها التي ربما نشأت عنها الحياةُ 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 عَرَفَ الحياة في بحر محيط تحت سطحه.

ومع ذلك فلما يصل العلماءُ إلى قرارٍ قاطعٍ 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 ثلاثةَ دلائل توحي بأن الحياة قد وُجدت في كوكب المرّيخ من جزيئاتٍ لاحَيَّة .....

.....

الجواب: (1) الدليل المشير إلى أن ماءً غزيراً قد تدفَّق في الماضي على سطح الكوكب. (2) وجود المرّيخ داخل المنطقة الصالحة للعيش حول الشمس. (3) أن بعضَ النباتات والميكروبات قادرٌ على البقاء حيّاً في الأحوال البيئية المرّيخية.

6.12 الاحتمالات

قد نكون ـ نحن البشر ـ الحضارةَ الوحيدةَ الذكيّةَ (كما ندَّعي لأنفسنا فخورين) في الكون كلّه، وقد توجد حضاراتٌ أخرى كثيرة.

وشمسنا ليست إلا واحداً من 200 مليار نجمٍ في مجرّتنا درب التبّانة. وإن ما يقرب من مليار مجرَّة تقع ضمن المدى المجدي لمقاريبنا الكبيرة، ومن الممكن أن يكون لكثيرٍ من نجوم هذه المجرّات كواكبُ تطوف بها، ربما حمل بعضُها حضارات ذكية.

في هذا السياق، اقترحَ عالِما الفلك الأمريكيان: كارل ساغان Carl Sagan (1934 ـ 1996) وفرانك دريك Frank Drake، وعالِم الفلك الروسي شكلوفسكي I. S. Schklovsky (1916 ـ 1985) اقترحوا طريقةً لتقدير عدد الحضارات الذكية في مجرَّة درب التبّانة. وهي الحضاراتُ الوحيدة التي نأمُل التواصلَ معها في الوقت الحاضر. تقوم هذه الطريقةُ على تطبيق ما يلي: قَدِّرْ بشيءٍ من الثقة (1) العددَ الإجمالي للنجوم في المجرَّة، (2) ومن بينها عددَ النجوم التي لها كواكب تدور حولها، (3) ومتوسط عدد الكواكب الصالحة للحياة فيها.

وبدرجةٍ أقلَّ من الثقة، قدِّر (4) ذلك الجزءَ من الكواكب الملائمة التي شهدت حياةً على سطحها فعلاً، (5) وذلك الجزءَ الذي يمثِّل بداياتِ الحياة التي نشأت في كائناتٍ ذكية، (6) وذلك الجزءَ الذي يمثِّل الأنواعَ الذكيَّة التي حاولت التواصل.

ثم احدس حدساً (7) العمرَ الوسطيَّ لحضارةٍ ذكية.

فإذا أُخذت كلُّ هذه العوامل في الحسبان، وُجد أن عددَ الحضارات الذكية اليوم يقع بين حضارة واحدة (هي حضارتنا نحن) ومليون حضارة في شتى أرجاء مجرَّة درب التبّانة.

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

.....

.....

.....

.....

.....

الجواب: ما كان لبشرٍ أن يعلم ما يحدث عندما تبلغ حضارةٌ كحضارتنا ـ إذا كانت نموذجيةً فعلاً ـ مرحلةً من التطوُّر التقني يؤهِّلها للتواصل مع حضاراتٍ أُخَرَ في مجرَّتنا. تُرى هل ستستمر تلك الحضارة بما يكفي لإجراء حوارٍ معها، أم أنها ستُدَمَّر بأسلحةٍ نووية، أو بالتلوُّث، أو بتزايد عدد السكان زيادةً مفرطة؟

7.12 منظوماتٌ كوكبيةٌ خارج نطاق المنظومة الشمسية

تؤكِّد النظريةُ السديميةُ لتكوُّن النجوم أن نجوماً كثيرةً لا بدَّ من أن تكون مثابةً لكواكبَ دائبةِ التطواف حولها (الفقرة 3.4).

رُصدت الأقراصُ حول النجميَّة (المطيفة بالنجوم) circumstellar disks، وهي كتلٌ عظيمةٌ من الغازات والجُسَيمات الدوّارة حول النجوم، أوَّل ما رُصدت عند الأطوال الموجيَّة تحت الحمراء سنة 1983 (الشكل 2.12). وجاء التأكيدُ الفوتوغرافي المباشر أولاً من نجمٍ مجاور هو كرسيّ المصوِّر بيتا Beta Pictoris الذي يبعد زهاء 50 سنة ضوئية. ويحتمل أن تكون الأقراصُ الأكثر سُمكاً المحيطة بنجوم فتيَّةٍ منظوماتٍ كوكبيةً مازالت في مراحل تكوُّنها الأولى؛ وأن تكون أكثر الأقراص رقّةً حول نجومٍ هرمةٍ موادَّ متخلِّفةً عن كواكب كانت قد تكوَّنت من قبل.

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

هذا وتتعذَّر رؤيةُ الكواكب التي تنتمي إلى نجومٍ أخرى - في حال وجودها أصلاً - ، وذلك بسبب تواريها في وهج نجومها. ويبحث علماءُ الفلك عن كواكب رفيقةٍ غير مرئيةٍ باستعمال ثلاث تقنيات غير مباشرة هي:

1. رَصْد الحركة الحقيقية للنجم المرئيِّ المرصود:

قد يسبِّبُ الشدُّ التثاقليُّ للكواكب الكبيرة ترنُّحاً wobble طفيفاً في الحركة الحقيقية. فنجم بارنارد (الحوّا والحويَّة) Ophiuchusمثلاً - وهو ثالث أقرب النجوم إلينا - يتميَّز بأكبر حركة حقيقية معروفة، وقد جرى تصويره فوتوغرافياً على مدى سنوات. وفي سنة 1943 رُصِدَ ترنُّحٌ في حركته لم يتجاوز 0,01 من حجم صورة النجم، كُشِف عنه بصعوبة بالغة. لكنَّ كوكباً ما لم يتأكَّد وجودُه على وجه اليقين.

2. رَصْد السرعةِ الشعاعية للنجم المرئيِّ المرصود:

قد يسبِّب الشدُّ التثاقليُّ للكواكبِ الكبيرةِ تغيُّراً صغيراً، لكنه قابلٌ للقياس، في السرعة الشعاعية. فلدى مراقبة نجم الفرس الأعظم Pegasi 51 الشبيه بالشمس والذي يبعد 50 سنة ضوئية، رُصِدَ سنة 1995 انزياحٌ دوبلريٌّ ضئيلٌ في خطوطه الطيفيَّة، مشيراً إلى حدوث تغيُّرات في سرعته الشعاعية. تعزى هذه التغيُّراتُ إلى أوّل كوكب مؤكَّد خارجَ حدود المنظومة الشمسية يطوف بنجمٍ نظاميّ؛ وهو كوكبٌ حارٌّ بحجم كوكب المشتري، دانٍ من نجمه.

يواصل علماءُ الفلك عاكفين على دراسة أطياف مئات النجوم القريبة، واكتشاف كواكب غير مرئية. ففي سنة 1999 أعلنوا عن اكتشاف أول منظومة كوكبيَّة تقع خارجَ حدود المنظومة الشمسية extrasolar planetary system، وهي مجموعةٌ مؤلَّفةٌ من ثلاثة كواكبَ كبيرةٍ تطوف حول نجم أپسيلون أندروميدا (المرأة المسلسلة) Upsilon Andromedae . نجمٌ من النوع F يبعد 44 سنةً ضوئية.

3. رَصْد تردُّد النبضات الراديوية من نبّاضات الميلي ثانية millisecond pulsars (الزمن بين النبضات المتعاقبة يقدَّر بأجزاء من ألف من الثانية).

رُصِدَ نبّاض الميلي ثانية المعروف للفلكيين باسم PSR1257 + 12 (وهو من أقرب نبّاضات الميلي ثانية، يقع على بُعد 1500سنة ضوئية في كوكبة العذراء) باستعمال مقراب آريسيبو Arecibo الراديوي في پورتو ريكو. وكُشِف عن تبدُّلات دورية طفيفة في تردُّد الأمواج الراديوية المستقبَلَة. في سنة 1992 عُزِيَتْ هذه التبدُّلات إلى الشَّدّ التثاقلي الذي يخضع له النجمُ النبّاض بتأثير كوكبَيْن أو ثلاثة كواكب طوّافة.

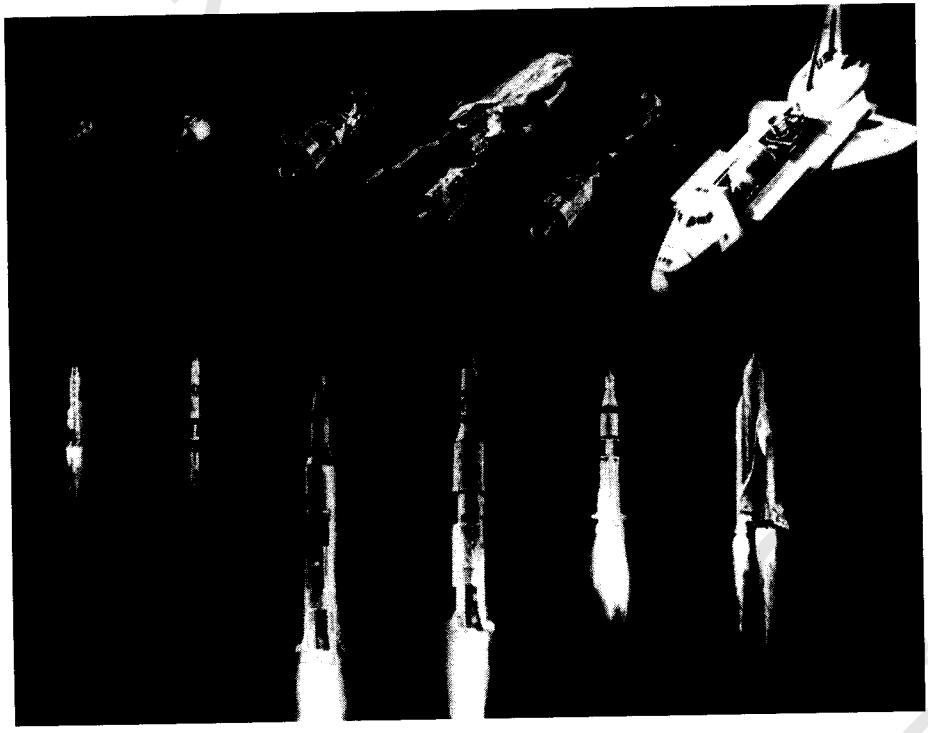
على أنَّ آراء العلماء تتخالف في هذه المسألة، لأنها تقتضي سلفاً

وجودَ منظومة كوكبية منسَّقة حول نجمٍ نبَّاض تولَّد وسط إشعاعاتِ الانفجار العنيفة واختلاط الأحوال السائدة (الفقرة 5.16)، في حين يبحث أنصارُها عن اضطرابات أخرى ناشئة عن ارتكاسات تثاقلية متبادلة في ما بين الكواكب المفترَضة نفسِها.

ماذا يدلُّ الترنُّحُ في حركة نجمٍ مرئي؟

.....

الجواب: يدلُّ ترنُّح النجم على وجود كواكبَ رفيقةٍ غيرِ مرئيَّة.



الشكل 3.12 **الرحلات الفضائية الأمريكية المأهولة منذ سنة 1961 حتى الآن. مركبات/ صواريخ إطلاق، من اليسار إلى اليمين: ميركوري/ أطلس؛ جيميني/ تيتان 2؛ أپولو/ ساتيرن 5؛ سكاي لاب/ ساتيرن 5؛ أپولو/ ساتيرن1B- سؤيوز؛ مكوك الفضاء أوربتر/ خزان وقود خارجي ومعزِّزات دفع صاروخية بوقود صلب.**

8.12 ارتياد الفضاء

لا شك في أن الرحلات البينجمية (إلى نجوم أخرى) interstellar travel ستكون أكثرَ الوسائل إثارةً للبحث عن وجود حضارات أخرى في الكون. إلا أننا غير مهيَّئين بعدُ للقيام برحلة تضرب في أعماق الفضاء الكوني.

فحتى أقرب النجوم إلينا يبعد عدة سنوات ضوئية. وليس في قدرة أيٍّ من مَرْكباتنا الفضائية الانتقال بما يقارب سرعةَ الضوء على كل الأحوال. ومن ثم فإن القيام برحلة إلى نجم حَضَار ؟ مثلاً (وهو أقرب نجم ساطع إلى الشمس) بالسرعة التي انتقل بها روّادُ مركبة أبولو إلى القمر، سيتطلَّب آلاف السنين!

كان روّادُ الفضاء الروس أوَّلَ من غزا الفضاءَ من البشر؛ فقد قام يوري غاغارين Yuri Gagarin (1934 ـ 1968) بالدوران حول الأرض مرةً واحدة في مركبة فوستوك Vostok 1 بتاريخ 12 نيسان (أبريل) 1961، ثم هَبَطَ بعد ساعة واحدة و48 دقيقة. ثم طافت ڤالنتينا تيريشكوڤا Valentina V. Tereshkova حول الأرض 48 مرة بتاريخ 16 ـ 19 حزيران (يونيو) 1963، لتكون بذلك أوَّلَ امرأة تفعل ذلك.

وفي غضون السنوات العشرين التالية، ابتكرت كلٌّ من روسيا والولايات المتحدة مركَبات فضائيةً مطَّردة التطوُّر، حلَّقَتْ كلٌّ منها مرةً واحدة، ويُعرض أغلبُها اليومَ في متاحفَ فضائية (الشكل 12.3).

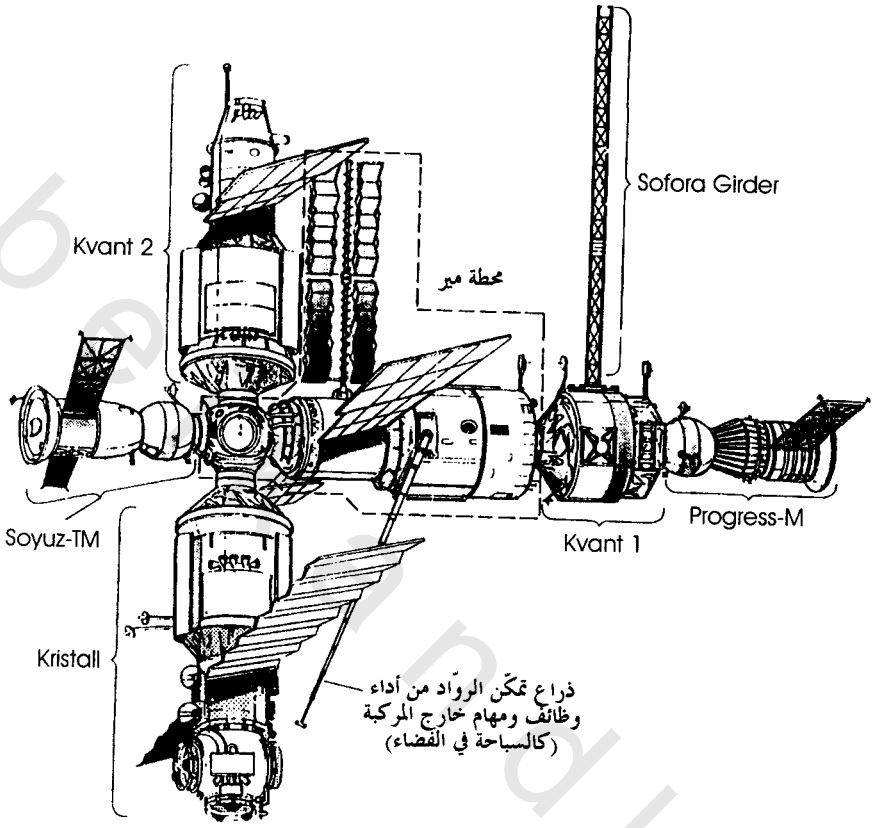
وتُجرى اليومَ تجاربُ علميةٌ على متن محطات فضائية space stations (وهي أقمارٌ صُنعيَّةٌ تُطلَق إلى مداراتٍ ثابتةٍ حول الأرض، وتديرها طواقم طوّافةٌ معها)، ومَرْكَبات فضائية مكّوكيّة space shuttles (مَرْكَبات معدَّة للاستعمال مرات كثيرة، وتقوم بمهمات قد تدوم أسبوعاً أو نحوه في مدار الأرض). يُلحَق بالمكوك الفضائي ـ في حُجَيْرات خاصة فيه ـ عادةً وحدةٌ

مخبرية مهيَّأة لإجراء تجارب تتَّصل بالثقالة الصّغرية microgravity[1] (الشكل 4.12).

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

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

(1) الثقالة الصّغرية مصطلحٌ يدل على الثقالة التي تقارب الصفر، كالتي يعانيها رائدُ فضاءٍ في مركبةٍ طوّافة في الفضاء الخارجي. (المعرِّب)



الشكل 5.12 استضافت محطةُ الفضاء الروسيةُ مِير أطولَ رحلات القرن العشرين الفضائية، واستُعملتْ فيها وحداتٌ مستقلةٌ لإقامة الروّاد ولإجراء التجارب العلمية وأعمال معالجة المواد. في حين قامت محطةُ الفضاء سوْيوز TM بنقل الطاقم الفضائي ومؤونة المركبة الربوطية بروغريس M.

هذا وقد سجَّل روّادُ الفضاء الرّوس أطولَ الرحلات الفضائية على متن محطة الفضاء مِيْر Mir؛ فقد ضرب الدكتور ڤاليري پولياكوف Valery Polyakov رقماً قياسياً عالمياً في المكوث في الفضاء بلغَ 438 يوماً و18 ساعة في سنة 1995، علماً بأن الروّاد يعتريهم تغيُّرٌ ملحوظٌ يؤثر في وظائف أعضائهم وكيمياء أجسادهم وصحتهم العقلية، نتيجةً لطول المقام في حالة انعدام الوزن.

متى دخلَ أولُ إنسان الفضاءَ؟ .....

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

12.9 مسابير النجوم

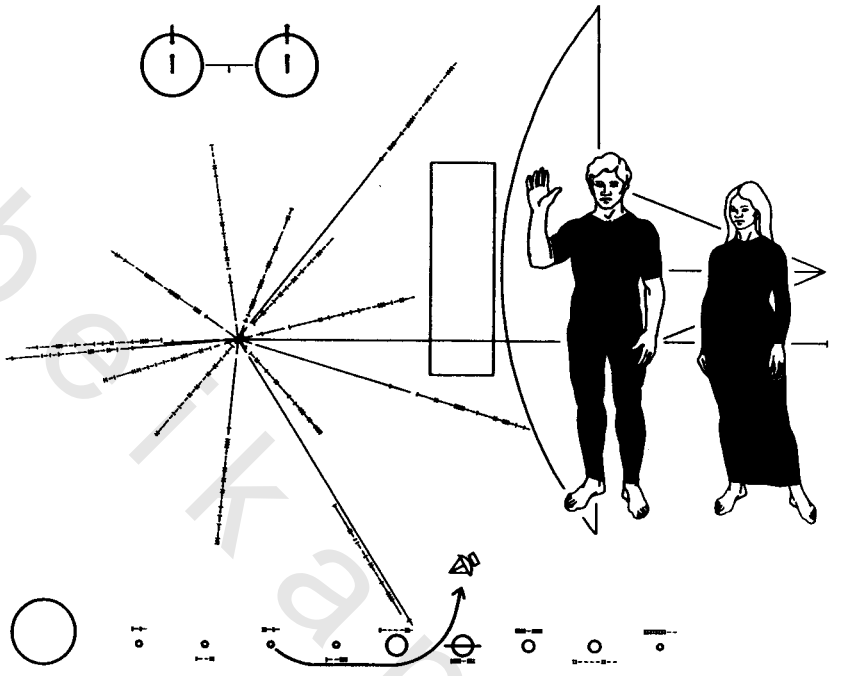
مازال إطلاقُ مسابيرَ ربوطيَّة عالية السرعة إلى النجوم في الوقت الحاضر أمراً باهظ الكلفة إلى حدٍّ بعيد.

ثمة أربع مركبات فضائية أمريكية تجوس الفضاءَ البَيْنجميَّ الآن، بعد أن أتمَّت مهامَّ رحلاتها إلى الكواكب العملاقة. وهي تحمل رسائلَ رمزيةً لأيّ كائنات ذكيَّة قد تصادفها بعيداً وراء منظومتنا الشمسية.

كانت پيونير Pioneer 10 أوَّلَ مركبة فضائية تتجاوز حدودَ منظومتنا الشمسية سنة 1983، وهي ذاتُها التي كانت من قبلُ أوَّلَ مركبة تخترق الطَّوقَ الكويكبيَّ سنة 1973 وتبثُّ صُوَراً لكوكب المشتري ملتقَطَةً عن قرب. ثم تَلَتْها صِنْوُها پيونير 11 سنة 1990. وقد حملت كلٌّ من المرْكَبَتَيْن رسالةً رمزيةً على شكل لوَيْحة معدنية (پلاك) يُقصَد منها بيان زمان إطلاق المركبتَيْن ومكانه والجهة التي نَفَّذَته (الشكل 12.6).

وتحمل مركبتا ڤوياجر Voyager 1 و2 (الفقرة 8.12) سجلاً فريداً من معلومات وأصوات وصُوَر مرمَّزة إلكترونياً لأفضل ما على الأرض ولخيرة أهلها. ضُمِّنَ ذلك في حافظة cartridge زُوِّدت بتعليمات التشغيل؛ فالحضارات المحتَمَلة في الفضاء يمكنها أن تسمع تسجيلاتِ أصواتِ الرياح والأمواج، والطيور وسائر الحيوان، والموسيقى، ورَجْع القُبَل وبكاء الطفل والتحية بستّين لساناً.

ومركبتا ڤوياجر هاتان مبرمجتان لدراسة المنابع فوق البنفسجية في ما بين النجوم؛ إذ تبحث أجهزتُهما الخاصة بالحقول والجُسَيْمات عمّا سمّيناه



الشكل 6.12 أول رسالة من الأرض (وهي لويحةٌ معدنيةٌ تذكارية (پلاك) على متن مركبتَي الفضاء پيونير 10 و 11) تشير إلى زمان إطلاق كلٍّ منهما، ومكانِه، والجهةِ المسؤولة عنه.

الانقطاعَ الشمسي heliopause، حيث ينتهي تأثيرُ الشمس ويبدأ الفضاءُ البَينجميّ. ويُنتظَر أن تستمرَّ المركبتان ببثِّ معطيات عالية القيمة حتى سنة 2015، عندما تعود منابعُ قدرتهما النوويةِ غيرَ قادرة على توفير الطاقة الكهربائية اللازمة لذلك.

ويتساءل الناس أحياناً عن مخلوقات غريبة من المحتمل أنها تَفِدُ إلى الأرض من عوالِمَ أخرى، ولاسيما عن طريق روايات يتناقلها العامةُ حول أجسامٍ طائرة مجهولة المنشأ (أو ما يسمى بالأطباق الطائرة) UFOs.

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

دليلاً مادّيّاً من قبيل قطعة من مركبة فضائية دخيلة يُخضِعونها للدراسة المخبريّة[1]. غير أن شيئاً من هذا لم يتسَنَّ حتى الآن.

لماذا كان من غير المرجّح أن تُغزَى الأرضُ من الفضاء بكائنات معادية، كما زعم بعض المُرْجِفين؟ .....

.....

.....

الجواب: إن قَطْعَ مسافات شاسعة بين النجوم يستغرق أزماناً متطاولةً جداً تُسْتَنْزَف معها مصادرُ طاقة كثيرةٌ، بحيث لا تسوِّغُ العمليةَ مهما كانت غاياتُها. هذا إذا وُجدتْ حضاراتٌ أُخَر على مستوىً من الرقيّ يضاهي مستوى حضارتنا.

12 . 10 التواصل

إن لدينا القدرةَ على التواصل بسرعة الضوء مع حضارات أخرى، باستعمال الأمواج الراديوية.

فيمكننا، باستعمال أجهزة الإرسال والاستقبال التي بين أيدينا، أن نبثّ رسالةً راديويةً من الأرض، يمكن أن تكشفها حضاراتٌ أخرى كحضارتنا عبر مجرة درب التبانة. وبمقدورنا ـ بالمقابل ـ أن نتبيّنَ رسائلَ راديويةً من مقاريب راديوية تقع على بُعد آلاف السنين الضوئية، على ألاّ تكون أقوى من مقاريبنا.

(1) وحَذارِ من الاعتقاد بأن الصُّوَر الفوتوغرافية هي براهين قاطعة لا جدال فيها، إذ بالإمكان الحصول على صُوَرٍ فلمية رائعة عن طريق عدم ضبط بؤرة العدسة، أو بسبب وجود سديم جوّي 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 (المعرِّب)

في سنة 1974 بُثّتْ إلى الفضاء راديوياً رسالةٌ مرمَّزة من الأرض، كان الهدف منها في المقام الأول عرضَ قدرات المقراب الراديويّ العملاق في آريسيبو، پورتو ريكو. وُجِّهتْ تلك الإشارةُ تلقاء الحشد الكريّي M13 في كوكبة هِرَقْل (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!

وتنصَبُّ البحوثُ الحاليةُ على محاولة تلقّي إشارات راديوية ذكية صادرة عن حضارات أخرى تقع خارج منظومتنا الشمسية، فذلك أرخصُ وأيسرُ وآمَنُ من تَعمُّد الاستمرار في إرسال الإشارات إلى حين معرفة مكان وجود الحضارات الأخرى ودرجة ائتلافها مع الإنسان.

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

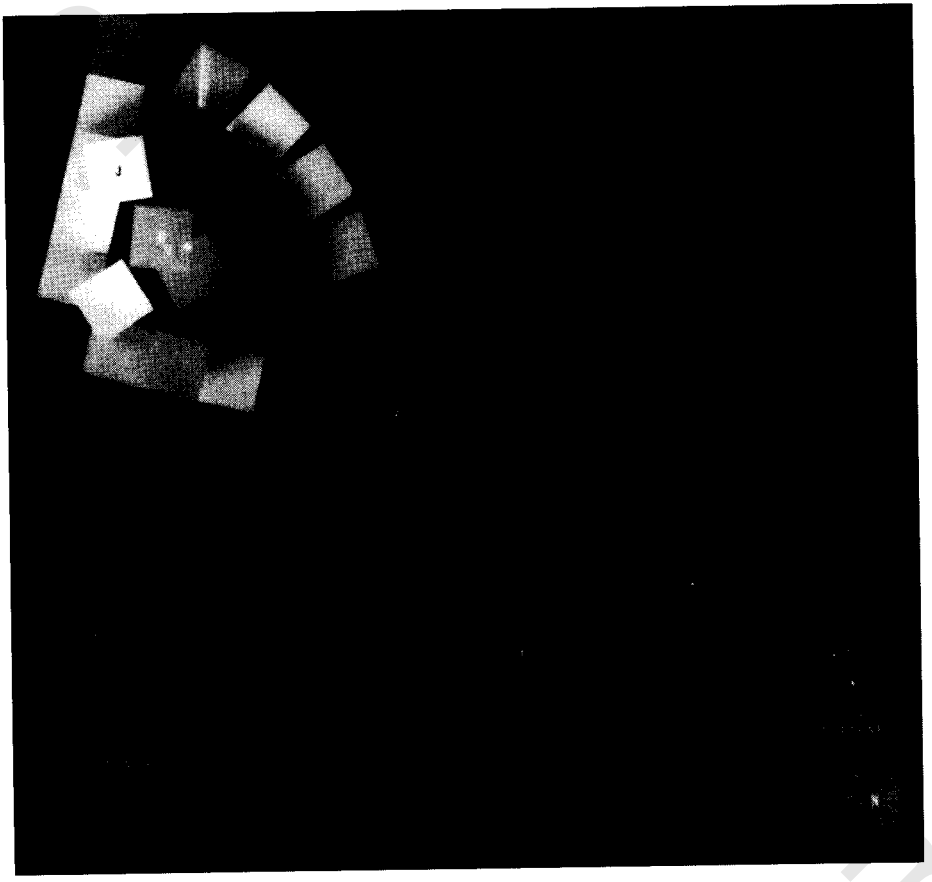
وغنيٌّ عن القول إن الإخفاق في مسعىً كهذا ليس أمراً مستغرباً؛ فحتى لو أن ثمة حضارات أخرى تحاول الكشفَ عن نفسها لنا فعلاً، فيُحتمل كثيراً ألاّ نكون قد اتّخذنا الاتجاه الصحيح في الوقت المناسب، أو ضبطنا تماماً على التردُّد الصحيح. فالعمليةُ إذن أشبه بمحاولة للعثور على إبرة في كومة قشّ، عن طريق النظر فحسب 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 الأمواجَ الراديوية تنتقل بسرعة الضوء)

11.12 بحثٌ دؤوب

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



الشكل 7.12 أوّلُ «صورة» لمنظومتنا الشمسية كما بدتْ من الخارج. اتّجهتْ مصوّراتُ مركبة الفضاء ڤوياجر 1 نحو الخلف والتقطتْ سلسلةً من الصور الفوتوغرافية للشمس والكواكب من بُعد يقارب 6 مليارات كيلو متر (4 مليارات ميل)، وعند الدرجة 32° فوق مستوي فلك البروج، بتاريخ 14 شباط (فبراير) 1990.

أهم ما في الأمر هو البحث عن إشارة راديوية ضعيفة غير محدَّدة، صادرة عن اتجاه غير معروف؛ إذ لا يمكن بحال تحديدُ بُعد جهة البثّ عنّا على وجه الدقة، ولا معرفة التردّدات التي تستعملها.

تقع التردّداتُ المرجوَّةُ لنجاح اتصالنا الأول ما بين 1400 و 1700 ميغاهرتز. وغالباً ما يسمّى هذا المجالُ «الثقبَ المائيّ» المجرّي galactic waterhole الذي سنلتقي عنده جميعاً، علماً بأن أيّ إشارة مضمَّنة (معدّلة) modulated في منطقة الأمواج الصغرية هذه ستبرز واضحةً لأن الأجرامَ السماويةَ تُصْدر إشعاعاً كهرطيسياً طبيعياً عند التردّدات العالية والمنخفضة. كذلك يتطلّب جهاز الإرسال أدنى طاقة متاحة لتوليد إشارة قابلة للكشف فوق ضجيج الخلفية الطبيعي.

والآمال معقودةٌ اليوم على المنظومات المؤتْمتة المتيسّرة، التي تؤدي فيها أجهزةُ الكمبيوتر دورَ محلِّلات طيفية متعددة القنوات multichannel spectrum analyzers (MCSA)، أو مستقبلات راديوية لنطاق أعرض من الترددات التي تمسح ملايين القنوات الراديوية دفعةً واحدة.

وهكذا فإن البحوثَ الحاليةَ لتعرُّف حضارات أخرى خارج الأرض جادّةٌ وحثيثة، وهي تستغرق نوعَيْن متتامَّيْن من الاستراتيجية:

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

2. البحث الموجَّه targeted search العالي الحساسية الذي يتوخّى التقاط إشارات ضعيفة تتولّد بجوار نجومٍ 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 محلِّلات متعددة القنوات أكثر حساسيةً، وهوائيات (أو صفيفات من الهوائيات) أكبر حجماً وأعلى كفاءة، مع الأخذ ببعض الخيارات البديلة المحتملة، كنشر هوائيات دائمة في الفضاء أو على سطح القمر أو...

تَخيَّلْ أنك دُعيتَ - بصفتكَ مواطناً - للإدلاء بصوتك، مؤيداً أو معارضاً، للانضمام إلى حملة دولية جادّة بحثاً عن حضارات أُخَر. كيف تُصوِّت؟ ولماذا؟ .....

.....

.....

.....

الجواب: تصويتكَ يعبِّر عن رأيك الخاص. أنا شخصياً أصوِّت تأييداً لحملة بحث دولية مجدية؛ فإذا عثرنا على حضارات أخرى ذكية، فقد نتعلّم منها كيف نذلِّل المشكلات التي تهدِّد 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 السلميّ والمعرفيّ لخير الإنسانية، انطلاقاً من التزام دوليّ بدعم مساعٍ فكرية وعلمية على هذا المستوى[1].

(1) مَنْ شاء الاستزادة من موضوع هذا الفصل فلينظر مثلاً: Life in the Universe في كتاب: Explorations: an Introduction to Astronomy, Essay 5. Thomas Arny, Mosby, 1994, pp. E5-0 - E5-11

ولينظر كذلك في مجموعة مقالات قصيرة شائقة بعنوان: «البحث عن كائنات ذكية خارج كوكبنا»، في مجلة العلوم، المجلد 18 - العددان 2/ 3، فبراير/ مارس 2002، الصفحات 70 - 79.

obeikandl.com

اختبار ذاتي

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

1 . اذكر ملاحظتين رصديَّتين تدعمان النظريةَ القائلة بأن طلائع الكائنات الحية على الأرض قد تكون تطوُّراً تلقائياً لموادَّ كيميائية لاحَيَّة

.....

.....

.....

.....

.....

2 . لخِّص النظريةَ العلميةَ التي تتَّصل بنشوء الحياة الذكيَّة على الأرض من كائنات حيَّة بسيطة وحيدة الخليَّة .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

obeikandl.com

.....

.....

3 . بَيِّنْ لماذا أُجريتْ على كوكبِ المرّيخ بالذات بواكيرُ البحث عن الحياة على كواكب أخرى .....

.....

.....

.....

.....

4 . اشرح نوعَيْن من الأرصاد التي قد تدلِّل على كواكب تطوف حول نجومٍ غير الشمس.

(1) .....

.....

.....

(2) .....

.....

.....

.....

.....

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

.....

obeikandl.com

6 . ما هي الرؤيةُ العلميةُ السائدةُ اليومَ عن الأجسامِ الطائرةِ المجهولة؟

.....

.....

.....

.....

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

-- (أ) أول إنسان في الفضاء (يوري غاغارين).

-- (ب) مركبة فضائية معدَّة للاستعمال عدة مرات.

-- (ج) مركبة فضائية تغادر المنظومةَ الشمسية حاملةً رسالةً من الأرض.

-- (د) بحث عن الحياة على سطح كوكبٍ آخر.

(1) مكوك فضائي.

(2) پيونير 10.

(3) ڤايكينغ 1 و 2.

(4) ڤوستوك 1.

8 . لماذا يركِّز العلماءُ على استقبال إشاراتٍ راديويةٍ ذكيَّة في بحثهم عن حياةٍ محتَملةٍ على كواكب تدور حول نجومٍ أخرى وراء الشمس؟

.....

.....

.....

.....

.....

obeikandl.com

9 . اذكر استراتيجيَّتَيْ بحثٍ متتامَّتَيْن وشائعَتَيْن حالياً.

(1) .....

.....

.....

(2) .....

.....

.....

obeikandl.com

الأجوبة

قارنْ أجوبتك عن أسئلة الاختبار الذاتي بالأجوبة التالية، فإن أخطأتَ في بعضها فعُدْ إلى الفقرات ذات الصلة، والمشار إليها بين قوسين بعد الإجابة. وربما لزمك إعادة قراءة الفصل بكامله بدقةٍ أكبر إذا تعدَّدت أخطاؤك.

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

(2) يحمل الڤيروسُ الاعتيادي صفاتٍ من الكائنات الحيَّة والجزيئات اللاحَيَّة في آنٍ معاً.

(الفقرتان 12 . 1 و12 . 3).

2 . يؤكِّد مبدأُ الاصطفاء الطبيعي ـ أو بقاء الأصلح ـ ظهورَ تغيُّراتٍ في صفات الأنماط الحيَّة من جرّاء تكاثرها. وقد وُجِد أن أصلح العناصر كان تلك التي تحمل التغيُّرات المرغوبة التي ساعدت العناصرَ على البقاء. تلك العناصرُ الصالحةُ أتيحَ لها الحظُّ الأوفر للنضج وأداء وظيفة التكاثر. وهكذا انتقلت الصفاتُ المرغوبة واختفت الصفات غير المرغوبة بطريق الاصطفاء الطبيعي. ولما كان الذكاءُ صفةً مرغوبةً، فقد نشأت كائناتٌ ذكيةٌ من خلايا بسيطةٍ بدائية، على مدى ملايين السنين، في ظلِّ الظروف البيئية المتباينة التي كانت قائمةً على الأرض.

(الفقرة 12 . 4)

3 . يقع المرّيخ ضمن المنطقة الشمسية الصالحة للعيش. وثمة دلائل على أن المياه قد جرت في ماضي الزمان على سطحه. كذلك وُجِد أنَّ بإمكان نباتات وميكروبات أرضية معيَّنة البقاء حيَّةً في ظروف بيئية شبيهة بتلك السائدة على المرّيخ. يضاف إلى هذا أن قُربَ الكوكب من

الأرض يجعل الرحلةَ إليه مجديةً اقتصادياً.

(الفقرات: 5.12 و8.12 و9.12)

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

(2) بالرصد غير المباشر: وجود اضطراب قد يكون ناشئاً عن الشدّ التثاقليّ للكواكب الكبيرة الكتلة؛ مثل: ترنُّح في الحركة الحقيقية لنجم، أو انزياح دوبلري في خطوطه الطيفيَّة يدل على تغيُّرات في السرعة الشعاعية، أو تغيُّرات دوريَّة طفيفة في تردُّد الأمواج الراديوية المستقبَلَة من نبّاض ميلي ثانية.

(الفقرة 7.12)

5. العُمر الوسطي لحضارةٍ 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 مركبةٍ فضائيةٍ دخيلة يخضعونها للدراسة المخبرية. غير أن شيئاً من هذا لم يتسنَّ حتى الآن.

(الفقرة 9.12)

7. (أ) 4؛ (ب) 1؛ (ج) 2؛ (د) 3.

(الفقرات: 1.12 و8.12 و9.12)

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

obeikandl.com

(الفقرات: 12.8 إلى 12.10)

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

(2) البحث العالي الحساسيَّة الموجَّه إلى نجومٍ قريبة كالشمس، ضمن مجال تردُّد أضيق.

(الفقرة 12.11)

obeikandl.com

obeikandl.com

الخاتمة

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

أفلاطون (نحو 428 ـ 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 مكتَشَفاتٍ مثيرةٍ مازالت تنتظر. يجدر بك ـ وقد سَلكْتَ بدايةَ الطريق وتمكّنتَ من المفاهيم الأساسية ـ أن ترعى السماء متأمِّلاً في عجيب صنعة الكون، وأن تجد متعةً وفائدة في رصد المكتشفات الحالية أكثر من أي وقتٍ مضى!

obeikandl.com

obeikandl.com

مصادر مفيدة

منشورات دوريَّة

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

أدلَّة في الشبكة

Sky and Telescope's Astronomical Directory.

obeikandl.com

دليل القِباب الفلكية، والمراصد، والمتاحف، والنوادي الفلكية، والجمعيات، والتجّار، والمصنِّعين، 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

كُتُب للمؤلِّفة 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

obeikandi.com

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 Officer, Bruce Partridge, Haverford College, Haverford, PA 19041. bpartrid@haverford.edu.

Degree Programs in Physics and Astronomy in U.S. Colleges and Universities, 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 وأدلّة رصد وكُتُب مصوَّرات نجميّة

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 information about Sun, Moon, planets, eclipses, and occultations.

Burnham's Celestial Handbook, Volumes 1, 2, and 3, Revised edition (New

obeikandl.com

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
Cambridge, MA 02138
(617) 354-0484
www.aavso.org

American Association of Physics Teachers
One Physics Ellipse
College Park, MD 20740
(301) 209-3333
www.aapt.org

American Astronomical Society
2000 Florida Avenue, NW, Suite 300
Washington, DC 20009
www.aas.org

Astronomical League and Astronomy Day
5675 Real del Norte
www.astroleague.com

obeikandl.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

obeikandl.com

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 مواقعُ وِبْ التالية نفاذاً سريعاً إلى أفضل المواقع الفلكية والفضائية على الشبكة، عن طريق توفير وصلات ترابطية مختارة، إلى مواقع كثيرة دقيقة وبارزة، مرتَّبةً بحسب الموضوعات:

صور فلكية مثيرة

Anglo-Australian Observatory Image Collection

صُوَر فوتوغرافية جديدة للنجوم، والمجرّات، والسُّدُم، من أستراليا.
www.aao.gov.au/images.html

Astronomy Picture of the Day

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

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

Hubble Heritage Photos

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

heritage.stsci.edu/

NASA Image Exchange

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

nix.nasa.gov

NASA's Planetary Photo Journal

صُوَر متاحة للعموم من برامج استكشاف المنظومة الشمسية.

photojournal.jpl.nasa.gov/

National Optical Astronomy Observatories Image Gallery

صُوَر من مقاريب Kitt Peak، و NSO/Sac Peak، و Gemini.

www.noao.edu/

Space Telescope Science Institute

مقراب هَبلْ الفضائي: صور ونشاطات.

www.stsci.edu

استكشافات فضائية وفلكية عامة

Astronomy Magazine's Selected Astronomy Web Sites

معطيات وفهارس، مواقع ومقاريب للمبتدئين والأطفال.

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

Griffith Obsevatory Star Awards

مواقع فلكية تعرض معلومات مفيدةً ودقيقة بأسلوب منظَّم وجذّاب.

obeikandl.com

www.griffithobs.org/star/award.html

National Aeronautics and Space Administration (NASA) Homepage

جولة في وكالة أبحاث الفضاء الأمريكية (ناسا): فعالياتها، أخبارها، مراكزها، برامجها، استكشافاتها الإنسانية والرَّبوطية، علم الأرض والفضاء، وبرامج من (ناسا) موجَّهة للأطفال.

www.nasa.gov

Sky and Telescope Resources Links

فهارس عن مواقع وِبْ، أبحاث للمحترفين والهواة، مقاريب، رصد، خرائط نجميّة، رحلات فضائية محمولة جوّاً وربوطيَّة ومأهولة، معطيات وأدلَّة مباشرة في الشبكة، برمجيات مجانية وتشاركية للعموم.

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

موادّ تعليمية

American Astronomical Society Education Office

مصادر لأساتذة الطلبة الجامعيّين وطلبة الدراسات العليا، والعامة.

www.aas.org/education/index1.html

NASA Core Central Operation of Resources for Educators

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

core.nasa.gov/

NASA Education Program

مصادر وبرامج وتقاويم من وكالة ناسا للمعلِّمين، والطلاب، وجمهور العامة.

http://education.nasa.gov

National Optical Observatories Educational Outreach Program

معلومات وبرامج وموادّ للناشئة وطلاب الكليات من وضع علماء من

المراصد الفلكية البصرية الوطنية .NOAO

www.noao.edu/education/noaoeo.html

Spacelink

مصادر ومواد تعليمية وخدمات ومكتبة للمعلِّمين من وكالة ناسا.

spacelink.nasa.gov/.index.html

Sky Publishing Astronomy Education Links

منظَّمات ووسائط ومراجع فلكية عامة، والمنظومة الشمسية، ومصادر تعليمية ودورات ومخيَّمات.

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

obeikandl.com

obeikandl.com

الملحق 1

البروج (الكوكبات)

الاسم	المختصر	المعنى	المرجع: الارتقاء المستقيم	المرجع: الميْل
Andromeda	And	المرأة المسلسلة	1^h	$+40^\circ$
Antlia	Ant	مضخة الهواء	10^h	-35°
Apus	Aps	طائر الفردوس	16^h	-75°
Aquarius	Aqr	الدلو	23^h	-10°
Aquila	Aql	النسر	$19^h\,30^m$	$+5^\circ$
Ara	Ara	المجرَّة	$17^h\,30^m$	-55°
Aries	Ari	الحَمَل	2^h	$+20^\circ$
Auriga	Aur	ذو الأعنَّة	$5^h\,30^m$	$+40^\circ$
Bootes	Boo	العوّاء	$14^h\,30^m$	$+30^\circ$
Caelum	Cae	آلة النقّاش	$4^h\,30^m$	-40°
Camelopardalis	Cam	الزرافة	6^h	$+70^\circ$
Cancer	Cnc	السرطان	$8^h\,30^m$	$+20^\circ$
Canes Venatici	CVn	كلاب الصيد	$12^h\,30^m$	$+40^\circ$
Canis Major	CMa	الكلب الأكبر	7^h	-20°
Canis Minor	CMi	الكلب الأصغر	$7^h\,30^m$	$+5^\circ$
Capricornus	Cap	الجدي	21^h	-20°
Carina	Car	الجوجو	9^h	-60°
Cassiopeia	Cas	ذات الكرسي	1^h	$+60^\circ$
Centaurus	Cen	قنطورس	13^h	-50°
Cepheus	Cep	قيفاوس	22^h	$+65^\circ$
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	$+25^\circ$
Corona Australis	CrA	الإكليل الجنوبي	19^h	-40°
Corona Borealis	CrB	الإكليل الشمالي	$15^h\,30^m$	$+30^\circ$
Corvus	Crv	الغراب	$12^h\,30^m$	-20°

obeikandl.com

الاسم	المختصر	المعنى	المرجع	
			الارتقاء المستقيم	المَيْل
Crater	Crt	الباطية	$11^h 30^m$	-15°
Crux	Cru	الصليب الجنوبي	$12^h 30^m$	-60°
Cygnus	Cyg	الدجاجة	20^h	$+40^\circ$
Delphinus	Del	الدلفين	$20^h 30^m$	$+15^\circ$
Dorado	Dor	سيّاف البحر	5^h	-60°
Draco	Dra	التنين	18^h	$+70^\circ$
Equuleus	Equ	قطعة الفرس	21^h	$+10^\circ$
Eridanus	Eri	النهر	$3^h 30^m$	-20°
Fornax	For	الفرن، الكور	3^h	-30°
Gemini	Gem	الجوزاء	7^h	$+25^\circ$
Grus	Gru	الكركي	22^h	-40°
Hercules	Her	هرَقل، الجاثي	17^h	$+35^\circ$
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	العظاءة	$22^h 30^m$	$+50^\circ$
Leo	Leo	الأسد	$10^h 30^m$	$+20^\circ$
Leo Minor	LMi	الأسد الأصغر	$10^h 30^m$	$+35^\circ$
Lepus	Lep	قواع	$5^h 30^m$	-20°
Libra	Lib	الميزان	15^h	-15°
Lupus	Lup	الذئب	$15^h 30^m$	-40°
Lynx	Lyn	الوشَق	8^h	$+50^\circ$
Lyra	Lyr	الشلياق	$18^h 30^m$	$+35^\circ$
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	المربَّع	16^h	-50°
Octans	Oct	الثُّمن	0^h-25^h	-90°
Ophiuchus	Oph	الحوّا والحويّة	17^h	0°
Orion	Ori	الجبّار	$5^h 30^m$	0°
Pavo	Pav	الطاووس	20^h	-65°
Pegasus	Peg	الفرس المجنَّح	$23^h 30^m$	$+20^\circ$
Perseus	Per	فرساوس	$3^h 30^m$	$+45^\circ$
Phoenix	Phe	العنقاء	1^h	-50°
Pictor	Pic	كرسي المصوِّر	6^h	-55°

obeikandl.com

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

obeikandl.com

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
$AU = 1.49597870 \times 10^{11}$ m	الوحدة الفلكية
$pc = 3.085678 \times 10^{16}$ m $= 3.261631$ light-years	الفرسخ الفلكي
$LY = 9.460536 \times 10^{15}$ 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
$M_o = 5.974 \times 10^{24}$ Kg	كتلة الأرض
$R_o = 6,378.140$ Km	نصف قطر الأرض الاستوائي
$RA = 17^h\ 45.7^m$, Dec -29°00′(2000)	اتجاه مركز المجرّة
$d_E = 86,400$ seconds	يوم التقويم الفلكي
$= 365.2422$ ephemeris days	السنة المدارية (من الاعتدال إلى الاعتدال)
$= 365.2564$ ephemeris days	السنة النجمية (الفلكية)

obeikandl.com

الملحق 3

رموز وواحدات قياس

واحدات القياس المترية والأمريكية

التحويل التقريبي إلى الواحدات الأمريكية

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

obeikandl.com

واحدات القياس الزاويّة

تتألف الدائرة من 360 درجة أو 360°

والدرجة من 60 دقيقة قوسية أو $60'$

والدقيقة من 60 ثانية قوسية أو $60''$.

حروف اللغة اليونانية

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

رموز الشمس والقمر والنجوم

♇	بلوتو	♂	المريخ	☉	الشمس
●	قمر جديد	♃	المشتري	☾	القمر
◗	التربيع الأول	♄	زحل	☿	عطارد
○	قمر بدر	♅	أورانوس	♀	الزهرة
◖	التربيع الأخير	♆	نبتون	⊕	الأرض

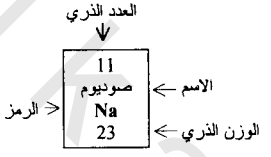
علامات دائرة البروج

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

obeikandl.com

الملحق 4

جدول التصنيف الدوري للعناصر



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

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

obeikandl.com

	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 مغنزيوم **Mg** 24								
4	19 بوتاسيوم **K** 39	20 كالسيوم **Ca** 40	21 سكانديوم **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 سترنتيوم **Sr** 88	39 يتريوم **Y** 89	40 زركونيوم **Zr** 91	41 نيوبيوم **Nb** 93	42 موليبدنوم **Mo** 96	43 تكنتيوم **Tc** 99	44 روثيوم **Ru** 101	45 روديوم **Rh** 103	46 بلاديوم **Pd** 106
6	55 سيزيوم **Cs** 133	56 باريوم **Ba** 137	57 لنثانوم **La** 139	72 هفنيوم **Hf** 178	73 تنتالوم **Ta** 181	74 وولفران **W** 184	75 رنيوم **Re** 186	76 أزميوم **Os** 190	77 أريديوم **Ir** 192	78 بلاتين **Pt** 195
7	87 فرانسيوم **Fr** 223	88 راديوم **Ra** 226	89 أكتنيوم **Ac** 227	104 رذرفوردیوم **Rf** 261	105 دوبريوم **Db** 262	106 سيبورجيوم **Sg** 266	107 بوريوم **Bh** 262	108 هاسيوم **Hs** 265	109 ميتنريوم **Mt** 266	

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

obeikandl.com

الملحق 5
أقرب النجوم

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

ملاحظات: 1. إذا كان النجم ثنائية مرئية (كالشِّعرى اليمانية مثلاً) دلَّ الحرف A على المكوِّن الذي هو أسطع، ودلَّ الحرف B على المكوِّن الآخر.

2. أسماء النجوم: تسمى النجوم الساطعة بأسمائها (مثل: الشعرى اليمانية)؛ وتستعمل حروف باير Bayer اليونانية مع أسماء البروج عادة وفق درجات سطوعها (حَضَار α)، في حين تستعمل أرقام فلامستيد Flamsteed مع أسماء البروج بحسب ارتقائها المستقيم (61 الدجاجة). وتسمى النجوم الخافتة وفق أرقام ضمن دليل، من مثل: Bonner Durchmusterung-BD و Durchmusterung-CD وأدلة لايتن، و روس، و وولف، حيث ينفرد كلُّ دليل بنظام ترقيم خاصّ به.

3. إذا كان النجم قزماً أبيض (الشعرى اليمانية B مثلاً)، أثبت صنفه الطيفي مسبوقاً بالحرف D.

المختصرات: h = ساعة، m = دقيقة زمنية، ′ = دقيقة قوسيّة، ° = درجة.

الملحق 6

أجرام ميسّييه

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

obeikandl.com

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

obeikandl.com

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

obeikandi.com

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

ملاحظات حول أجرام أكثر شيوعاً

M1 سديم السرطان
M8 سديم لاغون
M11 حشد البطة البريّة
M16 يكتنفه سديم العقاب
M17 سديم أوميغا
M20 سديم ثلاثي الشعَب
M24 حقل نجمي في كوكبة القوس، يضم الحشدَ المفتوح NGC 6603
M27 سديم منتفخ الطرفين
M31 مجرة المرأة المسلسلة
M40 النجم المزدوج الخافت المسمى وينيك Winnecke 4، وقدره 9.0 و 9.6
M42 سديم الجبّار
M43 سديم الجبّار
M44 حشد النثرة أو القفير
M45 حشد الثريا، ليس له رقم في الدليل العام الجديد NGC، ولا في فهرس الدليل IC
M51 المجرة الدوامة
M57 السديم الحلقي
M64 مجرة العين السوداء
M73 مجموعة صغيرة من أربعة نجوم خافتة
M97 سديم آول Owl
M102 مكرر عن 101
M104 مجرة سومبريرو Sombrero

المصدر:

A. Hirshfeld and R. W. Sinnott (eds.), *Sky Catalogue 2000.0*, Vol. 2 (Sky Publishing Corp./Cambridge University Press, 1985).

obeikandl.com

خريطة القمر

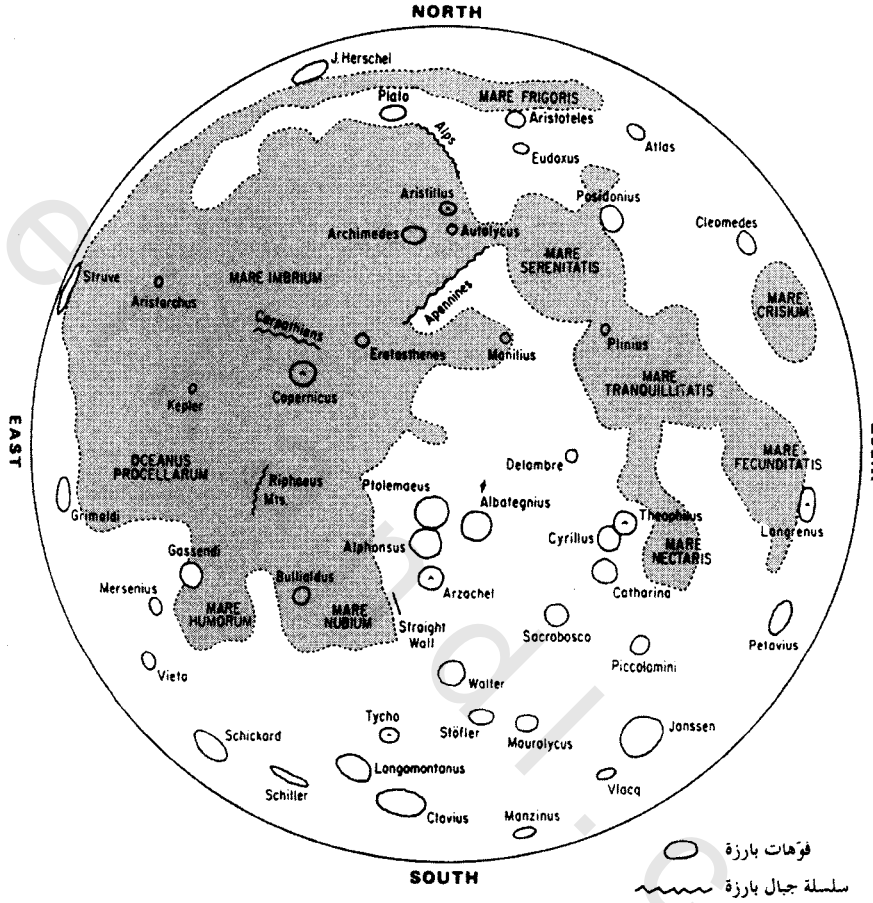


Chart by George Lovi

السماء في الربيع

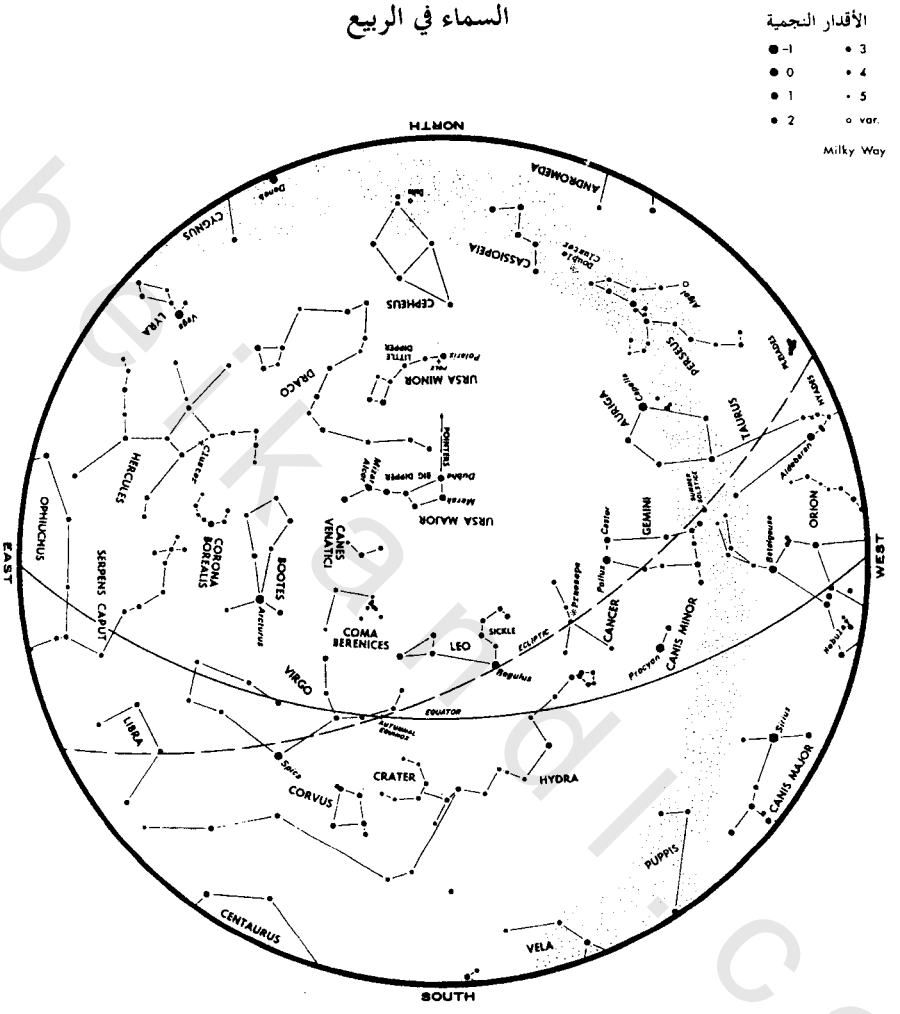


Chart by George Lovi

الجدول الزمني

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

obeikandl.com

السماء في الصيف

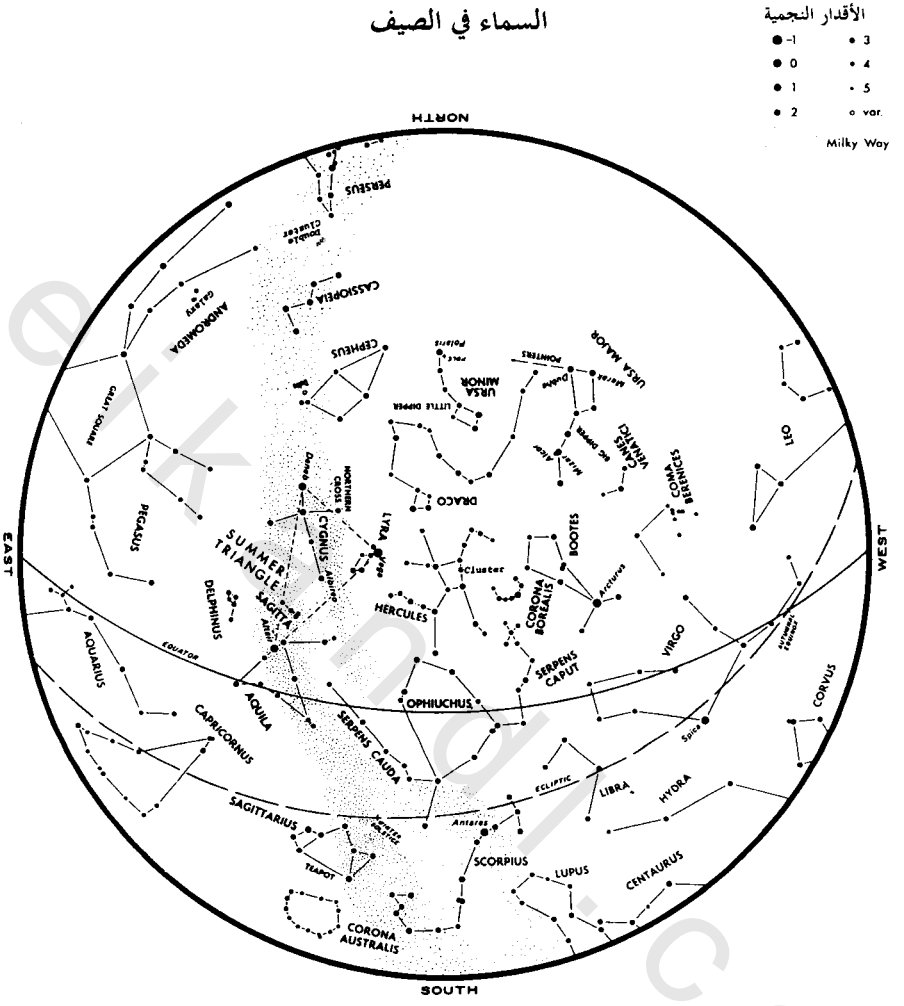


Chart by George Lovi

الجدول الزمني

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

obeikandl.com

السماء في الخريف

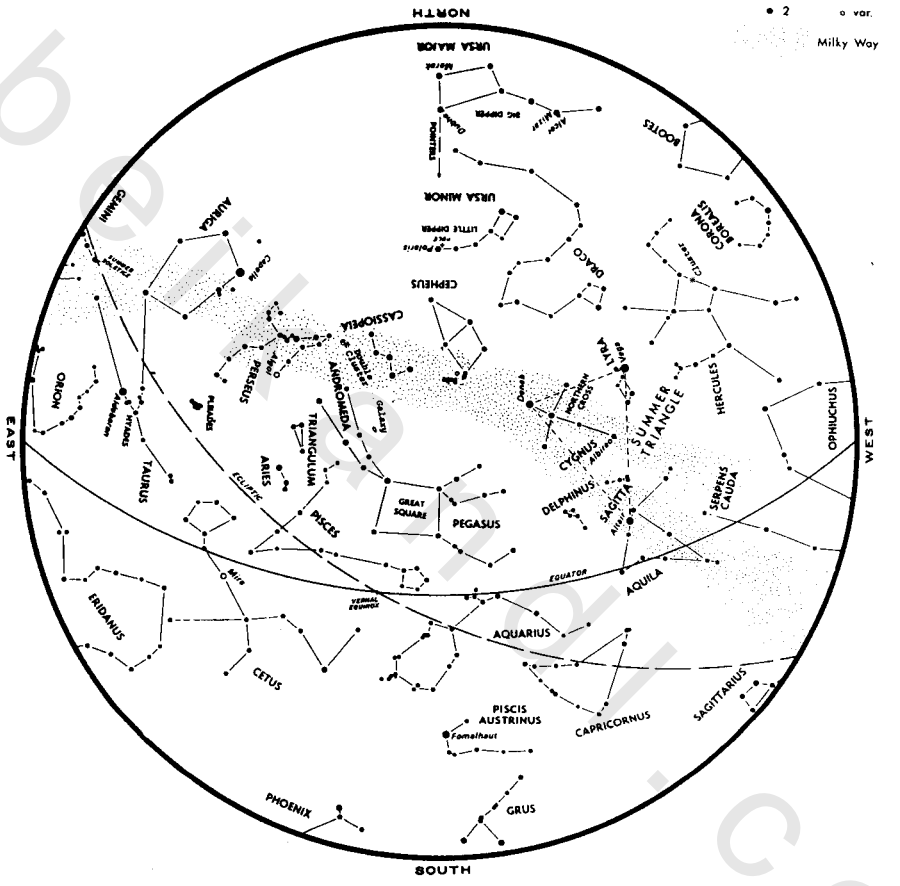


Chart by George Lovi

الجدول الزمني

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

السماء في الشتاء

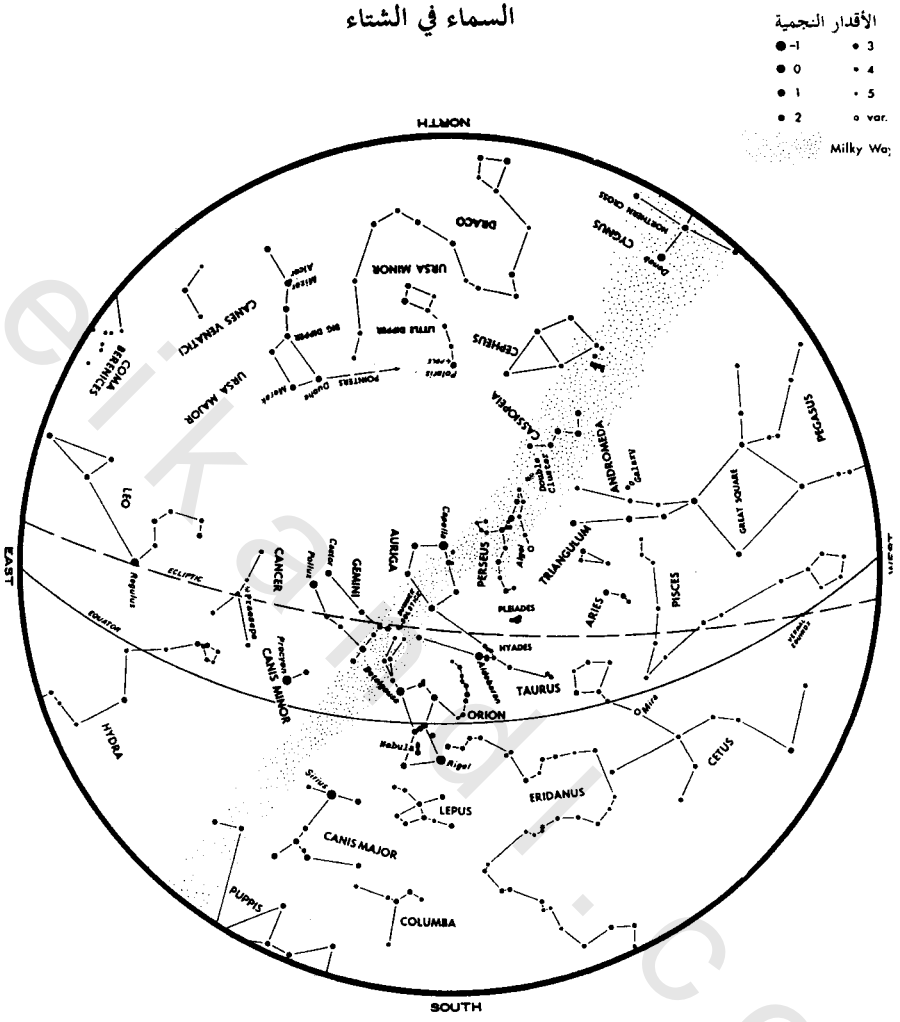


Chart by George Lov

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

obeikandl.com

شكر

إنني أقدِّم شكري إلى عدد لا يُحصى من الطلاب والمحاضرين والقرَّاء والمستمعين الذين شكَّلت أسئلتهم وتعليقاتهم نصّ 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

obeikandi.com

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 Lievense, 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 مكّنتنا هذه الخدمات من تحقيق الدقّة 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: I.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): I.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.

obeikandl.com

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.

obeikandl.com

الفهرس

آتون 154
آثار ألسنة اللهب الشمسية في بيئة الأرض 180
الآثار الملحوظة لحركات الأرض 47
آدمز (جون) 405
آرمسترونغ (نيل) 432، 434، 435
آريسيبو 93، 505
آرييل 344، 404
آرييل ساطع كثير الصدوع 404
الآزوت 215، 216، 298، 459، 493
آسيا 366، 443
آلدريل (إدوين) 435
آلهة الحب 363
آلهة القمر 420
آيغيتو (غرينلاند) 473
آيو (15) 343، 346، 386، 391
آيو / المشتري 415
إپسيلون (النهر) 404، 505
أبولو 154، 420
إيميثيون 343
الاتحاد الفلكي الدولي 363، 466
اتساع الخطوط التصادمي 125
اتساع الخطوط الدوراني 125
أثر الضبابية الجوّية على المَيْز 82
الأثنين القمر 314
الأجرام الجليدية الصغيرة 342
أجرام صخرية غير منتظمة الأشكال 352
أجرام متراصة ضخمة (ماخوصات) 296
أجسام طائرة مجهولة (المنشأ) 486، 503، 511
إجمال طريقة استعمال مخططات (H-R)... 229
أجهزة التبريد والتكييف 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 المدِّي 423
الاحتمالات 494
الأحجار المريخية 475
الأحجار النيزكية (الصخرية) ـ (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

obeikandl.com

أدراميتا 343
إدراك حقيقة السماء المرصَّعة 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
ارتياد الفضاء 499
أرسطو 444
الأرصاد 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 روّاد مركبة أبولو الفضائية 366
الأرض = كوكب الأرض
الأرض المتصلة 369
الأرض منزلنا ومأوانا وهي كرة صخرية يبلغ قطرها... 14
الأرض مهد البشر، لكن الإنسان... 353
الأرض وزحل كليهما يدوران حول الشمس 393
ارقب 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
أسطع نجم ليلي 28
أسطع 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 مقاريب أكبر 86
اصطناع مقراب راديوي وحيد بقطر (8000) كيلومتر (5000) ميل 96
الأصناف السبعة الرئيسية للألياف النجمية 119
الأصناف الطيفية 118
أضحى القمر ـ بعد مليارَيْ سنة من ولادته ـ في حكم الميت... 438
الاضطرابات الجوّية 81
الأطباق الطائرة 503
أطلس 343
أطوار القمر 314، 316
أطوار كوكب الزهرة 322
الأطوال الموجية تحت الحمراء (وفوق البنفسجية) 246، 495

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
أفروديت 364
أفريقيا 364، 443
أفضل العروض الشهابية 471
أفق الحدث 221
الأفق السماوي 34
الأفق كأس فوقنا مقلوبة... 19
أفلاطون 429، 517
إفيلزبيرغ 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 (البيض) 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
اكتشف مذنباً وسيحمل اسمك إلى الأبد 468
اكتشفت بواسطة المركبة ڤوياجر 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
ألسنة 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 مرْكبة أپولو 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 الكهرطيسية 63، 65، 66، 101، 104
إن لكل شيء أواناً ولكل مرام تحت السماء وقتاً مقدراً... 193
أنانكي 343
انبعث الكون إلى الوجود في حادثة الانفجار العظيم منذ 10 ـ 20 مليار سنة خلت 488
انتشار الضوء 127
انتشار الموجات (الحركة الموجية) 65
الانفتاح الاستوائي للأرض 49
انتفاخات مدّية 392

obeikandl.com

الانخداع القمري 425
اندثار النجوم 209
الاندفاعات الشمسية العنيفة 169
الاندماج النووي 198، 227، 310، 388
اندماج الهيدروجين 203، 205
اندماج الهليوم 205
انزياح أحمر تثاقلي 269
الانزياح الأحمر الكوني 281
انزياح أزرق 123
انزياح (الانزياحات الحمراء) أحمر 123، 281
انزياح (انزياحات) ووبلر 122، 123، 183، 268
الانزياحات الحمراء والسرعات المقابلة لها... 283
إنسان في القمر 423، 429
إنسيلادوس 344، 398
انظر إلى النجوم! أرجع البصر في السماء... 107
انعراج الضوء 82
الانعراج (نموذج الانعراج) 78، 79
أنغستروم (آندرز) 59
الأنغلو ـ سكسونيون 313
الانفجار العظيم = نظرية الانفجار العظيم
انفجار عملاق غامض 477
الانقطاع الشمسي 181، 503
انقراض الديناصورات منذ (65) مليون سنة 478، 491
انقراض كامل لبعض الأنماط الحية 491
الانكماش العظيم 289
انكماش المادة من جديد 291
الأنماط الثلاثة للمجرات 259
إننا لسنا وحيدين 486
إننا نسعى إلى تجاوز زماننا نعيش زمانكم... 485
أنواع الأطياف 111
أنواع الطيف الثلاثة الأساسية 112
الأهداف 57
الإهليليجية 278
أهم وابلات الشهب السنوية 472
أهمية المذنبات 455
أوبيرون 344، 404
أوجه التشابه والتغاير بين القمر والأرض... 419
أورانوس = كوكب أورانوس
أورانوس (uranus) أول كوكب جرى تعرفه بوساطة مقراب 400
أورت (جان) 462
أوروبا 182، 343، 386، 390، 392، 397، 493، 520
أوزما = مشروع أوزما
الأوزون 374
أوفيليا 344
أوقات الخسوف والكسوف 446
أول أكسيد الكربون 246
أول إنسان في الفضاء يوري غاغارين 511
أول رسالة من الأرض 503
أول صورة لمنظومتنا الشمسية كما بدت من الخارج 506
أول قمر صناعي أُطْلِق... 331
أوميغا 295
أيابيتوس 344، 398
أيام الأسبوع 314
أيام وسنوات 337
إيراتو سشينيز 444
أينشتاين (ألبرت) 13، 201، 221، 296
أيون 114
الأيونات الجوية 179
أيونات الهيدروجين 461

باده (وولتر) 247
پاراغولد (آركنسو) 473
بارنارد 343
البازلت 429
پاسادينما بكاليفورنيا 96
پايكو / ڤوياجر (1) 344
باسيفي 343
باطن الشمس 162
باطن القمر 438
پالومار 89
البالون المنتفخ يمثل نموذجاً منطقياً لمفهوم الكون المتوسع 287
بان 343
بانجيا 369

obeikandl.com

باندورا 343، 399
البحار 428، 429
بحار الأرض 489
بحار القمر 354
بحث دؤوب 506
بحث عن الحياة على سطح كوكب آخر 511
البحث الموجَّه 507
البحر المتوسط 15
البحر المحيط 58
بحر الوابلات 429
بخار الماء 97
البدايات الكونية 487
البدر 315، 351، 420
بدر الحصاد 425
بدران في شهر واحد 315
البراكين البازلتية 364
براهة (تيخو) 323، 348
برج الأسد 22، 23، 26، 27
برج التنين 24
برج الجبار 26، 67
برج الحوت 50
برج الدب الأكبر 24
برج العذراء 27
برج العَوّاء 27
البروتونات 113
بروتيوس 345، 408
بروج 22
البروج الاثني عشر 22
البروج الثمانية والثمانون 22
البروج حول القطبين 24
البروج حول ـ القطبية الثلاثة 24
البروج الكوكبات 21
بروميثيون 343
البصريات الفاعلة أو النشطة 90
البصريات المطويّة 86
البصريات المعدلة 90
بطليموس 309، 319، 348
البعد الرابع 287
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
البُقَعُ الشمسية (الكَلَف) 171
البقع النجمية 183
البقعة الإهليليجية البيضاء العظيمة 396
البقعة الحمراء الكبرى 389، 412
البقعة القاتمة الكبرى 406
بك 344
البكتريا 490
بكتريا مستحاثية عمرها عدة مليارات السنين 491
بِلْ (جوسلين) 219
پلوتو 310، 312، 332، 336، 337، 345، 350، 410، 411، 481، 484
پلوتو (Pluto) أبعد الكواكب المعروفة عن الشمس 409
پلوتوليس نجماً 410
پينزياس (آرنو) 297
بنية الأرض (بطبقاتها 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 المقرابية 321
بور (نيلس) 113
پورتوريكو 93
پورشيا 344، 404
البؤرة الأولى 74
پولاريس 50
پولياكوف (ڤاليري) 501
بوند، لاسيل 344

obeikandl.com

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 المتمدد 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
تتعرّض 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 الذيول قريباً من الشمس 482
تتكون النجوم من... 195
تَتِلْ 472
تتميز الأمواج الضوئية بأطوالها 59
تجارب النيوترينوات الشمسية 182
تجربة تخيلية تظهر لماذا تضيء النجوم 201
تجري الشمس عبر فضاء الكون بسرعة كبيرة 184
التحبب 170
تحت الحمراء 69
تحدث أعتى الرياح... 396
تحدث وابلات 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
تُرْسَل المركبات الفضائية الربوطية... 331
تركيب الأحجار النيزكية 474، 481
تركيب الشمس 159
التركيب الكيميائي 117
تركيب الهواء 375
تركيزات كتلية مغمورة في البحار الدائرية 438
الترفع في حركة نجم مرئي 498
تريتون 345
تزايد الإشعاع الخطر 190
تزايد ضيائية القيفاويات... 208
تسامت كوكبي 333

obeikandl.com

تساؤلات تتعلق بالانفجار العظيم 298
تساؤلات لا تنتهي 280
تستجيب العين البشرية للأمواج... 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
تُشَبِّهُ البقع الشمسية بمغانط هائلة 175
التشويش 82
تشيلي 82
تصادم الذرات في النجوم 125
تصادم كارثي مدمّر 341
تصل درجات الحرارة السطحية 755 كلفن... 361
تصميم المقاريب والاختيار منها 85
تصنف الكويكبات في ثلاثة أنواع... 341
تصنيف المجرات 253
تصنيف هبل 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 ـ القمر حول الشمس كل سنة 422
تعاقب الفصول 44
التعايش السلمي 508
التعريض الزمني 72
تعريف الثابت الشمسي 153
تعريف علم الكون 279
تعريف المجرّة 229
تعطيل منظومات الاتصال الراديوي 180
تعطيل منظومات الطاقة الكهربائية 180
التعليمات (الشفرات) الوراثية 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 فاعليةٍ عظمى في... 174
تكوّن فوّهة صدم نموذجية 430
تكوّن الكواكب 197
تكونت مجرتنا في ما يبدو منذ (10 ـ 20) مليار سنة خلت 248
تكونت المنظومة الشمسية... 311
تلاشي الغابات المطريّة 374
تِمْبِل ـ تَمْبِلْ 472
تمتد الكرة المغنطيسية 372
تمثيل للمبادرة 50
تمدد المكان ـ 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 السائلي) 197

obeikandl.com

التواصل 504
توافق الدين والعلم 323
التوسع الخارجي 288
التوسع اللانهائي 289
تؤكد أرصاد 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 (ڤالنتينا) 499
تيريل / ڤوياجر (1) 343، 345
تيريل ڤوياجر (2) 344
تيليشو 344

الثابت الشمسي 154، 188، 190، 191
الثابت الكوني 296
ثابت هبل (4) 279، 285، 302، 307
ثابت هبل المتقلب 294
ثالاسا 345
ثبات الحاضن (mount) 85
ثخانة الانتفاخ النووي المركزي 233
الثدييات الصغيرة 491
الثعبان 50، 134، 135
الثقالة الصغرية 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، 223، 226، 278
الثقب المائي المجري 507
الثلاثاء المريخ 314
الثلج 458
ثنائي أكسيد الكربون 97، 373، 459
الثنائي (الثنائية الطيفية) الطيفي 143، 148
الثنائي المرئي 148
الثنائية الكسوفة 143
الثنائية النجمية 141
الثواني القوسية 109
الثواني الكبيسة 338
الثور 23
ثيبي 343، 390

جار الجنب 420
جاكسونڤيل 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 پالومار، كاليفورنيا 89
جبل ماكسويل مونت 364
الجدول الزمني لمشروع ڤوياجر 333
الجدي 23
جذب الثقالة الداخلي 288
الجرم الصحيح 480
جزر پيرجين آيلاندز 96
جزيرة ڤِن 323
جزيئات الحمض الريبي النووي 489
جزيئات لا حية 485
جسم أسود 67، 68
جسيمات كبيرة ضعيفة التآثر (وِمبات) 296
جل أنواع النجوم لها أكاليل متشابهة 183
جلاء الصورة (الرؤية) 81
الجمد الدائم 382
الجمعة الزهرة 314
جمهرتا النجوم 247
جنوب الأطلسي 443
جنوب أفريقيا 443

obeikandl.com

جنوب غرب أفريقيا 473
جنوب المحيط الهادىء 443
جو سديمي 172
جو المشتري 390
جوانب نجاح نموذج الانفجار العظيم 297
جوبيتر 386
جورج الثالث 400
الجوزاء 140
الجوزاء التوأمان 23
جولييت 344
جونسون (صموئيل) 57
جويت دانييلسون 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 هوباويست 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 (كلفن) 146
الحركات 122
الحركات في الفضاء 184
حركة الأرض... 49
الحركة التراجعية 317
الحركة الحقيقية 122، 124
الحركة الحقيقية لمجموعة الدب الأكبر النجمية... 124
الحركة الحقيقية لنجم الشعرى اليمانية 145
الحركة الخلفية الظاهرية 317
الحركة الطرديّة 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 كوبير 342
حُزُم ڤان آلن 373
حساب المسافات من الأقدار 133
الحساسية النسبية للعين البشرية... 60
الحشد M 3 هرم نسبياً 239
حشد الثريا المفتوح 239
الحشد (الحشود الكُرَيَّة) الكريي 235، 237، 239، 256
حشد العذراء 261
حشد العذراء الذي يضم آلاف المجرات 260
الحشد الفائق 261
الحشد الفائق الموضعي 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 والكريّية 237
حَضَار 54، 134، 135
الحضارات الذكية في مجرّة درب التبانة 494
حضيض الكَلَف 174
الحضيضة 113
الحقبة الثالثة 478

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 كالوريس 354
حوض مجموعة الدب الأكبر 37
حياتنا في كون متوسع 291
الحياة الأرضية 485
الحياة الذكية 485
حياة ذكية خارج (كوكبنا) الأرض-(ي) 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

خاصية الاستقلاب (الأبيض) 488
الخرائط النجمية 14، 50
الخرج الإجمالي لطاقة الشمس هائل حقاً 154
خريطة راديوية تظهر البنية اللولبية لمجرتنا 245
خريطة راديوية كفافية 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 (السماوي) 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 المتأيّن 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

obeikandi.com

دايوني 344، 398
الدب الأصغر 24
الدجاجة = كوكبة الدجاجة 223
الدحروج 319
دراسة أطياف مئات النجوم القريبة 497
دراسة الشمس 186
درابر (يوهان) 250
درب التبانة 15، 184، 208، 261، 264، 286
درجات الحرارة في لب الكوكب (30,000) كلڤن 389
درجة حرارة النجم 120
درير (هنري) 116
دريك (فرانك) 494، 505
دلتا قيفادس 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 كالشمس 213
دورة الفعالية الشمسية 174
دورة الكلَف الشمسي 173
دولفوس 343
ديدمونة 344
ديسپينا 345
ديموس (الفزع) 343، 375، 385
الديناصورات 478، 491
الديوتريوم 287، 288

الذبذبات الشمسية 183
الذرة 113، 114
ذرة الهيدروجين 460
ذروة الكلَف 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
الذيول 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 / ڤوياجر 345

obeikandl.com

رباعيات عمر الخيام 19
الربوت الأمريكي 100
رِجْل الجبّار 137، 202
رجم أو حجر نيزكي 473
رحلات أبولو القمرية (الأمريكية) 420، 436
الرحلات البينجمية 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 الموصود 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 ڤوياجر أربع حلقات تطوق نپتون 406
رصدك للشمس مباشرة... 157
الرصف 330
رواد الفضاء الروس 501
روّاد الفضاء الروس أوّل من غزا الفضاء من البشر 499
روّاد مركبة أبولو (الفضائية) 425، 433، 437، 499
روزاليند 344، 404
روسيا 182، 443، 499
رؤوس المثلث الصيفي 27
رؤية راديوية 92
رِيا 44، 398
الريح (الرياح) النجمية 210، 242
الريح 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 سيعبر بتاريخ 8 حزيران (يونيو) سنة (2004)... 359
الزهرة كما يرى بواسطة (أ) مقراب أرضي 360
الزهرة كوكباً غير صالح لارتياده 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 الرّبوطي 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

سبوتنيك 331
ستة أقمار صغيرة دكناء اكتشفتها مركبة ڤوياجر الثانية 408
ستيكني 385
السجل المستحاثي للـ (600) مليون سنة الماضية... 491
سحابة أورت 463، 481، 484
السحابة الجزيئية (سديم الامتصاص القاتم) 243
سحابة دوّارة 197
سحابة ماجلان الصغرى 251
سحابة ماجلان الكبرى 216، 251
سحابة هائلة من المذنبات قرب حافة المنظومة الشمسية 464
السحابة الهيدروجينية 456، 460، 483
السحب البينجمية 195
سحب جوي ناشئ عن إكليل هيدروجيني 402
سحب عظيمة 243
سحب الغبار البينجمي 486
سديم الإصدار الساطع = منطقة H 11
سديم الامتصاص القاتم = السحابة الجزيئية
سديم الجبار (في كوكبة الجبّار) 195، 196، 243
السديم الحلقي المعروف في كوكبة الشلياق 211
سديم حول القطب الجنوبي المضاء بالشمس 401
سديم رأس الحصان 243، 244
سديم السرطان (في كوكبة الثور) 218، 220
السديم الشمسي 159
سديم قاتم 278
السديم الكوكبي 210، 211، 214
السرطان 23
السرعة (2) 66
السرعة الشعاعية 122
سرعة الضوء 63
سطح أمبريل 404
سطح أوبيرون 404
سطح الزهرة 361
سطح القمر (الجاف المستقر) 437، 439
سطح متأجّج 170
سطح المريخ 378، 380
السطوح الكروية 84
السطوع 28
السطوع الظاهري لنجم 126
سفر التكوين 279
سفينة الفضاء ڤوياجر 181
سكاكر الكاراميل 368
سكاي لاب (الأمريكية) 161، 169، 179
سُلّم الأقدار الحديث 129
السماء كما تبدو من خط العرض 39
السماك الرامح 54
السمت 34
سمت الرأس 36
سمي كوكب الزهرة (Venus) الساطع نسبة إلى... 357
سمي الكوكب المشتري (Jupiter) نسبة إلى جوپيتر 386
سميث / ڤوياجر (1) 344
السنبلة 146، 150
سهوب التندرا 369
سهول الذهب 379
سهول الطوبي 379
السهول المسورة ذات الجدر 429
سُهَيْل 39، 40، 53، 54، 55
سوجرنر 379
سوف تغادر الشمس التسلسل الرئيسي عند... 227
سول 154
سويفت ـ تَتِلْ 472
سويفت (جوناثان) 385
سيبيريا 477
سيرو تولولو إنتر أمريكان 89
سيرو تولولو، تشيلي 89
سيريز 339
السيزيوم 338
سيف الجبار 196
سيكوراكس 345
السيليكات 436، 459
سيليني 420
سينثيا 420
سينوپي 343

obeikandl.com

سينوت / ڤوياجر 345
سينوت / ڤوياجر (1) 343
سينوت / ڤوياجر (2) 344

شبكة أعماق الفضاء (DSN) 95، 507
شبكة متسامتة لمخطط السرعة مقابل البعد 284
شبكة محزوز 91
شبه جزيرة يوكاتان في المكسيك 478
الشد التثاقلي للكواكب الكبيرة 496، 497
شرام (ديڤيد) 301
شعاع شڤارتز شيلد 221، 222
شعاع هبل 302، 303
الشعرى الشامية (الغميصاء) 146، 150
الشعرى 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 مصمتة 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
الشمس وكواكبها قد تكوّنت معاً... 159
شمسنا دينامية ومتأجِّجة 155
شمسنا ليست إلاَّ 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 سعر الأخبية 472
الشهب الشلياقية 472
شهب العوّاء 472
شهب فرساوس 472
شهر أطوار القمر 330
الشهر الاقتراني 316، 330
الشواظ الشمسي 177
شوولتر / ڤوياجر (2) 343
شيابارِيلي (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 الكهرباء 98
صفيفة الخط القاعدي الطويل جداً (VLBA) 96، 103
الصفيفة الضخمة جداً (VLA) 94، 95
الصنف الطيفي 146
الصواريخ تُطلِق أقماراً صُنعية في... 331
الصوديوم 356
صور فلكية مثيرة 524

obeikandl.com

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 ڤايكنغ الطوافة 383
صورة للمشتري بالضوء المرئي 38,
الصياخد 171
الصياد الجبار 22
الصين 172، 443

ضبط الزمن 338
ضحايا الذّرى الشمسية 179
ضغط الإشعاع 460، 461
ضغط جوّي 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
طريقة رسم قطع ناقص 326
طلاب علم الفلك 118
طلائع الكائنات الحية على الأرض قد... 509
طور القمر 314
الطوق الكويكبي 339، 481، 483
الطول البؤري للجسمية 74
طول الموجة 59، 62، 66
طول الموجة، مقيساً بين ذروتين أو بين قرارين 60
الطول (الموجي) الموجة (بالأنغستروم) 60، 68
الطول الموجي والتردّد 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
الظِّلُّ والظليل في بقعة شمسية 173
الظُّلَيْل 172
ظهر الدب 37
ظهر المستعر الفائق (A 1987) 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 التثاقلية 269، 270
عدسة تسديد 91
العدسة الجسمية 73، 74
العدسة العينية 71، 73، 74، 105
العدسة اللالونية 84

obeikandl.com

عدم وجود صخور في قاع المحيط الأطلسي 417
العذراء (السنبلة) 23
عرف حتى اليوم (16) قمراً... 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 بالضيائية 208
علاقة السرعة بالمسافة 283، 285
علاقة الكتلة بالضيائية 138
علاقة المذنبات بوابلات الشهب 481
عِلْم 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 ـ البيض 140
العمالقة (زرقاء) الزرق 146، 203
العمالقة (عملاق أحمر) الحمر 146، 203، 206، 207، 214، 228
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 أوّل مرةٍ نحو القمر... 428
عندما يموت الفقراء المعدمون... 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
العيّوق 39، 40

غاپوشكين (سيسيليا پين) 119
الغاز البارد 97
الغاز البينجمي البارد 92
غاز الميتان 409
غاز الهيدروجين 272، 278
غاسپرا 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

obeikandl.com

غرب إفريقية 416
غرين بانك غرب ڤيرجينيا 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
غليڤر 385
الغنى 260
غوث (آلن) 298
غور ماريانا 366
غياب الهواء وأي مظاهر جوية على القمر 434

ڤانكوڤر 39
ڤايكينغ 511
فراونهوفر (جنوب ڤون) 117
ڤرجينيا 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
ڤوستوك 511
فوّهات القمر 429
الفوّهات والبحور القمرية 419
فوّهة كلافيوس 429
فوهة كوپرنيكوس 437
فوّهة ميتيور كريتر في أريزونا بالولايات المتحدة 477
فوهة يوتي 382
ڤوياجر = المركبة ڤوياجر
الفويهات 429
في البدء خلق الله السماوات والأرض... 279
في بداية الأمر كان سطح الأرض مضطرباً ونارياً 488
في سنة 1910 ذُعِرَ الناس عندما... 470
في كتاب الطبيعة اللانهائي الغامض... 229
فيبي 298، 344
فيرناس كاونتي (فبراسكا) 473
الڤيروس 490
الڤيروس الاعتيادي 489
الفيزياء الفلكية العالية الطاقة 98
ڤيكتور بلانكو 89
ڤيكتوريا 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 ـ بولتزمان في الإشعاع 68، 140
قانون فين في الإشعاع 67، 104
قانون كپلر الثالث 324
قانون نيوتن (في الثقالة) 326، 327، 406
قانون هَبلْ 279، 285، 307
القباب القرصية المسطحة 364
قبضة الدب الأكبر 143
قد توجد حضارات أخرى كثيرة 494
قد نكون ـ نحن البشر ـ الحضارة الوحيدة الذكية... 494
القدر الظاهري 28، 129
القدر المطلق (والقدر الظاهري) 131، 132، 146

obeikandl.com

قرص أسبرين 80
قرص غباري حول النجم 496
القزم الأبيض = النجم القزم الأبيض
قزم أسود (مندثر) 214، 228
القزم 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
القمر 131، 343، 419
القمر الأزرق 315
القمر البدر 315، 421، 422، 425
القمر البدر الثاني 315
القمر تيتان 344، 346، 397، 400، 415، 493
قمر زُحل 346
القمر عديم الهواء والماء والحقل المغنطيسي 451
القمر غير ذي حياة 432
القمر الفتي تعرض في غضون المليار السنة الأولى.. 437
القمر في السماء 422
القمر قابل لأن يكون مسرحاً للنشاط الإنساني 433
القمر كارون 345، 409، 410
القمر ليس له غلاف جوّي أو ماء 425
القمر المحدودب المتنامي 315
القمر منقوب بفوهات (crater) في سطحه 429
القمر هو التابع الطبيعي الوحيد للأرض 314
(القمر) يأفل كل يوم 422
القمر يبزغ من جهة الشرق... 422
القمر يتحرك بالنسبة إلى الشمس يومياً 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 كِبْلر 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 ونوعيّتها 105
قياسات النجوم وكثافاتها 140
قيفاوس 24
قيم تقريبية لمعطيات مجربة 257

الكابي 142
كارتر (جيمي) 485

obeikandl.com

كاركوشا / ڤوياجر (2) 345
كارمي 343
كارون = القمر كارون
الكاسرة 71
كاسيني 344، 397
كاشف الطيف 91
كاڤيلارز 345
الكالسيوم 206
كاليبان 345
كاليبسو 344
كاليستو 343، 346، 386، 392
كاليفورنيا 95
كانت (عمانويل) 159
كانتا 179
كانون (آني) 118
الكائنات الحيّة 380، 492
كائنات ذكية 494
الكائنات المتعددة الخلايا 491
كائنات من قبيل البكتريا 490
كِپْلر (يوهان) 309، 323، 348
كت پيك 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 مرّة... 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
كرة النار أو الشهاب الوهاج 470
كرة النار البدائية 287
كريستي (جيمز) 345، 409
كريسيدا 344
الكسوف 446
كسوف جزئي 441
الكسوف الحلقي 441، 442
كسوف زائف 168
الكسوف الكلّي للشمس 160، 161، د18، 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 (ميلاً) تمثل السنة الضوئية الواحدة؟ 64
الكمدة 403
كنالي 377
كندا 52
الكنيسة الرومانية الكاثوليكية 340، 323
الكهرساكنة 393
الكهرطيسي (الكهرطيسية) 58، 61، 364
الكوزار (QOO 51 - 279) البعيد جداً 268
الكوازر (الكوازرات) 92، 259، 271، 276
كوازرات غامضة 267
الكواكب 317، 336، 353
الكواكب أجرام تدور حول النجوم مباشرةً 310
الكواكب الأرضية 337
الكواكب التسعة السيارة 336
كواكب تطوف حول نجوم غير الشمس 510
الكواكب الثانوية 310
الكواكب السفلية 312
الكواكب الطوّافة 160
الكواكب العلوية 312، 375
الكواكب العملاقة 337، 346
كواكب غير مرئية 497

obeikandl.com

الكواكب القريبة 492
كوال 343
كوپرنيكوس (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، 3444، 345، 350، 400، 401، 403، 405، 409، 412، 414، 415
كوكب أورانوس لا يتبع المسار الذي... 406
كوكب بلوتو 175
كوكب زحل ـ شأن المشتري ـ كرة غازية هائلة... 396
كوكب زحل كما يبدو من الأرض 394
كوكب الزهرة 131، 210، 312، 313، 317، 319، 322، 334، 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، 358، 412
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 نپتون 181، 312، 333، 336، 339، 342، 345، 350، 405، 406، 408، 409، 412، 415
كوكب نپتون كما صورته مركبة الفضاء ڤوياجر 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 هِرَقل (الجاثي) 184، 505
كولومبيا البريطانية 89
كولينْز / ڤوياجر (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
كوپير 344، 345
كويكب 1 سيريز 342
الكويكب (951) غاسپرا 340
كويكب ڤيثون 472
كويكب (4) ڤيستا 341
الكويكبات 339، 342
كويكبات آتِنْ 341
كويكبات آمور 341
كويكبات أپولو 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 ألسنة 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

obeikandl.com

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 صخرٍ 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 عصوية 246
لنپتون ثمانية أقمار مؤكدة 407
لو (فرانك) 97
اللولبية (اللولبيات) 232، 257، 278
لوفيرييه (أوربان) 406
لونا (الروسية) 420، 436
لويل (بيرسيڤال) 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 النيزك 468
ما هي دائرة البروج؟ 42
ما هي الريح الشمسية 188
ما هي الموجة؟ 59
ما وراء مجرّة درب التبانة 249
ماء إماهة 342
ماجلان (فرديناند) 251
ماخوهات = أجرام هالية متراصة ضخمة
المادة البينجمية (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 قيطس 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
مِيتس 390
المثلث الصيفي 27
مجال الأطوال الموجية 63
المجرّات 229، 283
المجرات الإهليليجية 253
المجرات الراديوية 263
مجرات سايفرت (المسماة پرساوس 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 والإهليليجية 257
مجرات متصادمة 276
المجرّات النائية 92
المجرات النشطة 275
المجرتان المتصادمتان (الفأرتان) 265
المجرة 272
المجرة أم بُرْتي ثري (M33) 261
مجرّة أندروميدا 252، 261
المجرة الإهليلجية النشطة قنطورس (A) 264
المجرة galaxy تجمع عظيم من ملايين بل مليارات النجوم... 230
مجرّة درب التبانة 230، 231، 233، 249، 250، 277
مجرّة راديوية 276
مجرة سايفرت 276
مجرة قنطورس (A) 263
مجرة القوس 264
المجرة اللولبية في كوكبة الدب الأكبر 232
مجرّة 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 الموضعية 261
المجموعة الشمسية 97
محاكم التفتيش 323
محاورة حول نظامي الكون الرئيسيين 323
محتوى المجرة من النجوم 257
محطات فضائية 499
محطة الفضاء الأمريكية سكاي لاب 169
محطة الفضاء سويوز (TM) 501
محطة الفضاء مير (Mir) 501
محللات طيفية متعددة القنوات 507
المحيط الأطلسي 370، 371، 372، 443
المحيط الهادئ 366
مختبر الفضاء الأمريكي (سكاي لاب) 161
مختبر ناسا للدفع النفاث 96

obeikandl.com

مخطط هبل لخمس مجرات 284
مخطط (مخططات) هرتز سپرونغ ـ راسل (H - R) 135، 136، 137، 140، 146، 147، 194، 199، 237، 273
مخطط هرتز سپرونغ ـ راسل (H - R) غيرتام (لنجوم مختارة) 137، 147
مخطط هرتز سپرونغ ـ راسل (H - R) لحشد الثريا (المجري) المفتوح 240
مخطط هرتز سپرونغ ـ راسل (H - R) للحشد الكربي أم ثري (M3) 241
مخطط هرتز سپرونغ ـ راسل (H - R) للحشد وان (1) تو (2) 274، 275
مخطط هرتز سپرونغ ـ راسل (H - R) يمثل عدداً كبيراً من النجوم 136
مخلفات بَيْكوكبيّة 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 تيمپل ـ تَتِلْ 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
المرآة 71
المرآة أو العدسة الرئيسية 105
المرآة الثانوية 75
المرآة المكافئية القطع 85
مراحل تطور الكون 292
مراحل حياة نجم كالشمس 213
مراحل الكون المغلق (المتأرجح) 290
مراحل الكون المفتوح (نظرية الانفجار العظيم) 289
المراصد الفلكية البصرية الوطنية (NO AO) 527
المراق 37
مراقبة الحقل المغنطيسي للشمس 180
مربع الفتحة 71
مِرَذّات الهباء المعلَّق 374
مرصد برلين 406
مرصد تشاندرا السيني 100
المرصد الجوي الطبقي... 97
مرصد سميثسون للفيزياء الفلكية 88
المرصد الشمسي الوطني 70
المرصد الفلكي 69
مرصد كومپتون (العامل بأشعة غاما) 6، 99، 100
مرصد كونابران الأنغلو ـ أسترالي 89
مرصد كيت پيك (الوطني) 25، 70
مرصد اليابان الفلكي الوطني 88
مرصد ييركيز 73
مركبات فضائية 360
المركبات الفضائية تنقل المقاريب إلى... 106
المركبات الفضائية الربوطية 332
مركبات فضائية مكوكية 499
مركبات ڤينيرا الفضائية 361
مركبتا السرعة الفضائية: السرعة الشعاعية والحركة الحقيقية 123
مركبة أپولو 419
المركبة الاستطلاعية (MGS) 381
المركبة الأمريكية الربوطية پيونيرا (11) الحلقة (2) 395
المركبة الأمريكية المستكشفة للمريخ (بان فايندر) 379
المركبة الربوطية پروغريس (M) 501
مركبة غاليليو 390

obeikandi.com

مركبة ڤايكينغ الفضائية الأمريكية 493
مركبة الفضاء الربوطية الأوروبيبة الأمريكية المشتركة يوليسيز 169
مركبة الفضاء الربوطية غيوتو 458
مركبة الفضاء ڤايكنغ لاندر (1) (2) 378، 379
مركبة الفضاء ڤوياجر 332، 333
مركبة الفضاء مارينر (10) 354، 356
مركبة فوستوك (1) 499
مركبة ڤوياجر وان وتو (1، 2) 332، 344، 387، 393، 395، 400، 402، 403، 502
مركز كيت پيك الوطني 89
المريخ: رصده 375
المريخ = كوكب المريخ
مسابير النجوم 502
مسار مذنب عند نقطة الرأس 463
مسار المعطيات التي يبثها مقراب هبل (Hubble) الفضائي 83
المسارات النظرية للتطور... 194، 200
مسارب غبارية عابرة 402
المسافات إلى النجوم القريبة 108
مسبار 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
مسّييه (شارل) 250
المشاعل الصغيرة 171
مشاهد غير اعتيادية 40
المشاهد فوق البنفسجية 99
المشتروية 337
المشتري أصغر من القمر... 447
المشتري أكبر من القمر أربعين مرة... 447
المشتري: رصده 386
المشتري = كوكب المشتري
المشتري وزحل 412
مشروع أوزما 505
مشروع ڤوياجر الأمريكي 332
المشهد كما يراه الراصد 20
المشهد الكوني 13
مشهد لمنطقة غرب آيستلا ريجيو 363
مصادر مفيدة 519
مصادر ومواقع وِبْ (Web) مفيدة 7
مصائد نيوترينوات 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
مُعايِر (مُعامل) 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 القاتمة 160
مفعول الدفيئة 362
مفعول زيمان 125
مقارنة القمر بالأرض 419
المقاريب 72
مقاريب أشعة غاما 98، 166
مقاريب الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet والسينية 98
المقاريب البصرية 71، 94
المقاريب تحت الحمراء 97، 98، 166

obeikandi.com

المقاريب الراديوية (العملاقة) 92، 93، 94، 166
المقاريب السينية 166
مقاريب شمسية بصرية 166
مقاريب شميدت ـ كاسيغرين 85
المقاريب الصغيرة الخاصة بالهواء 85
المقاريب العاكسة (مقابل المقاريب الكاسرة) 74، 76
المقاريب العملاقة 102
المقاريب فوق البنفسجية (والسينية والغامية) 100، 166
المقاريب الكاسرة 73
المقاريب المركبة 86
المقاريب مكستوف ـ كاسيغرين 85
مقاييسات (في الأقمار) 134، 346
مقايسة الحشود 229
المقتفيات الفلكية 98
مقدرة تجميع الضوء 71
مقدرة الفصل (المَيْز) 78
المقدمة المنطقية 285
مقراب آريسيبو (Arecibo) الراديوي 497
المقراب الأنغلو ـ أسترالي 89
مقراب بولشوي السمتي الارتفاعي 89
المقراب جسميته 71
مقراب جوجر إيليري هيل 89
مقراب جيميني نورث وجيميني ساوث 88
مقراب دوبسون 85
مقراب (VLA) راديوي 93، 95، 103
المقراب الراديوي العملاق في آريسيبو پورتوريكو 505
مقراب السمت الكبير 89
مقراب سوبارو 88
مقراب (R.R.Mc Math - Pierce) الشمسي البصري 167
مقراب شميدت ـ كاسيغرين 75
المقراب العاكس ـ الكاسر 85
المقراب العملاق... 86، 88
مقراب غرين بانك 93
مقراب ـ فك ثنائية نجمية مرئية 142
مقراب كاسر (بعدسة جسمية...) 74، 76
مقراب كاسيغرين 75
مقراب كيك (Keck في هاواي) 75، 87
مقراب كيك I وكيك II 88
مقراب ماجلان I وماجلان II 88
مقراب ماونت پالومار 77
مقراب ماونْتْ ويلسون 255
المقراب المتعدد المرايا (MMT) 88
المقراب المنظاري الكبير 88
مقراب نيكولاس ميوول 89
مقراب نيوتن 74، 75
مقراب هبل الفضائي 83، 525
مقراب هوبي ـ إيبرلي 88
مقراب ويليام هيرشل 89
مقياس الضوء 28
مقياس طيف حساس 125
مكتشفات واعدة 486
مكدونالد، قمة جبل فوكيز، تكساس 88
المكسيك 520
مكوك الفضاء أتلانتيس 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...

obeikandl.com

منشأ القمر 419
منشأ الكواكب 311
منشأ المجموعة الفريدة من خطوط الإصدار... 114
المنشأ المحتمل للمذنبات 464
منشأ المذنبات 462
منشأ النجوم 195
منشورات دوريّة 519
المنطقة الاستوائية 396
منطقة الإشعاع المتراصّة 163
منطقة الحَمْل 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 المقاريب 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 وِبْ (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 پيك 70
موقع المنظومة الشمسية في مجرّة درب التبانة 16
مياه جارية على القمر 428
الميتا 405، 459
ميتيس 343
ميتيور كريتر 476
ميراندا أحد أقمار أورانوس 344، 402، 403
ميراندا ـ أصغر الخمسة 403
ميراندا / أورانوس 415
ميرتشسن 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 الميلي ثانية 497
نپتون = كوكب نپتون
نپتون أَسَرَترايتون في حقبة ما 409
نپتون أصغر الكواكب الغازية العملاقة 406
نبذة تاريخية 319
نترونات 219
نجم أپسيلون أندروميدا (المرأة السلسلة) 497
نجم الإزار 142، 143
نجم ألبيريو 142
نجم أوّلي وليد 228
نجم إيه (a) (حَضَار) 52، 110، 131
نجم بارنارد 134، 135
نجم بارنارد الحوّا والحوّية 496
النجم الثنائي 141
النجم الثنائي القياسي 148
النجم الثنائي الكسوف 148
نجم ذنب الدجاجة 27، 28، 132 ـ 133
النجم ذو اللون المائل إلى الزرقة أشد حرارة 104
نجم رِجْل الجبّار 127
نجم السُّها 143
نجم شبيه بالشمس 204
نجم الشعرى اليمانية (الساطع) 49، 111، 131 142

obeikandi.com

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 النسر 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 (G) 122
النجوم الحارة 68
النجوم الحمراء الباردة (من الصنف M) 121
النجوم حول ـ القطبية الجنوبية 38
نجوم الخلفية 42
النجوم الخمسة (5) 51، 119، 122
النجوم الراديوية 219
النجوم الزرقاء الحارة (من الصنف 5) 121، 258
النجوم الصغيرة 209
النجوم صنفين (جمهرتين) 247
النجوم الضيائية 127
النجوم العمالقة 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 متّقدة 149
النجوم كرات غازية عظيمة مضطرمة 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 الحارّة جداً 103
نجمي الصباح 358
نجمي المساء 358
النجمية في كوكبة الدب الأكبر 37
النجمية القياسية 142
النجود القمرية 429
نساء خالدات... 363
النسر الطائر 27، 134، 135
النسر الواقع vega = نجم النسر الواقع vega
النشادر 459
نشاط الأرض الجيولوجي 368
النشاط العنيف للشمس 184
نشاط غير اعتيادي في المجرات 262
نشأة مجرّتنا 248
نشوء الحياة الذكيّة على الأرض... 509
نشوء المذنبات الدورية 483
نشوء الذؤابة 460
النظام البطليموسي 320، 322

obeikandl.com

نظام كوپرنيكوس 323
النظام الكوبرنيكي 320
نظريات التطور النجمي 237
نظرية الانجراف القاري 370
نظرية الانفجار العظيم 280، 287، 288، 289، 290، 296، 298
نظرية آينشتاين النسبيّة 221، 269
نظرية التطور الكوني 488
نظرية التطور النجمي (الحديثة) 194، 243
نظرية تكوتونيات الصفائح أو الألواح 369
نظرية الحالة المستقرة 291، 292
نظرية السديم الشمسي 159
النظرية السديمية 159، 160
نظرية كوپرنيكوس 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 المجرّات القياسية 256
نماذج من مجرات مختلفة الأصناف 255
نموذج آينشتاين ـ دوسيتر 299
النموذج الأرضي المركز للكون 319
نموذج الانعراج = الانعراج
نموذج الانفجار العظيم 280
نموذج بور الذّرّي 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 الربع الأول 315
نوى الهيدروجين 287
نياو 345
النيازك 468
نيريد 345
نيزك 480
نيكولسون 343
النيوترينوات (الشمسية) 182، 188، 216
نيوتن (إسحاق) 309، 326، 327، 348
نيوزيلندا 520
نيومكسيكو الأمريكية 94، 96
نيويورك 51

ها إنك تبزغين بديعة وضاءة... 153
الهالة القمرية 422
هالة مجرية 241
هالي (إدموند) 467
هاواي 96
هايپيرون 398
هايدراد الشجاع 293
هايغنز 344، 397
هبّات عنيفة من الريح الشمسية 181
هبل (إدوين) 250، 283
هرتز (هاينريش) 65
هرتزسپرونغ (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

obeikandi.com

الهليوم (المتأين) 119، 122، 145، 202، 216، 218، 225، 248، 249، 356، 388، 405
هناك حياة في أماكن أخرى 487
الهند 443
الهواء 373
هوبكنز (جيرارد مانلي) 107
هول (أساف) 343، 385
هوندا ـ مركوس ـ پاجيروساكوڤا 468
هيپارخوس 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
هيپيرتون 344

وابل الجبار 471
وابل الدب الأصغر 472
وابل الدَّلو 472
وابل شُهُب (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 للمقراب 90
الوسخ 458
الوسط البينجمي 242
وصف أحوال سطح القمر في موقع هبوط مركبة أپولو عليه 419
وصف عام 310
وصف المعالم العامة لسطح القمر 419
وضع الاقتران 376
وضع التقابل 375
وضع التقابل الذاتي 376
وضع تقابل مؤات 377
وقود الهليوم 209
وكالة الفضاء الأوروبية 458
وكالة ناسا 95، 526
ولادة القمر وطريقة نشأته 436
ولادة نجم 196
الولايات المتحدة 95، 96، 182، 364، 397، 499، 520
وِمبات = جسيمات كبيرة ضعيفة التآثر
الوهج الأرضي 315
وهج النهار 401
ويپل (فُرِدْ) 457
ويلاميت (أوريغون) 473
ويلسون (روبرت) 297
ويليامزبي 73
وينسلو شمالي ولاية أريزونا الأمريكية 476

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 ـ 18 مليار سنة 248
يبلغ الغلاف المغنطيسي لزحل زهاء... 397
يبلغ قطر بحر الوابلات 429
يبلغ قطر الشمس... 140
يبلغ متوسط القطر الزاوي للقمر... 329
يتألف غاينميد وكاليستو من... 392

يتألف الڤيروس... 489
يتألف المذنب من... 466
يتحرك خط شروق الشمس الفاصل من... 430
يتركب الهواء اليوم من... 373
يتعذر على الڤيروس 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 ـ شأن سائر النجوم ـ 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 مدمّر 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
يسرِّع الماء التفاعلات الكيميائية... 489
يضيء كوكب الزهرة بسطوع شديد... 360
يضيء كوكبنا الأرض... 365
يطوف الزهرة ـ شأن عطارد ـ 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 پلوتو بأغرب مدار... 410
يوليسيز 169
اليوم 47
اليوم الشمسي 20، 47، 48
اليوم الفلكي النجمي 47
اليوم النجمي 48

obeikandl.com