القسم 3

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

العناصر الثقيلة اعرض نماذج أو رسومات لذرات العناصر البسيطة والثقيلة. واطلب من الطلاب التفكير في سبب نشأة معظم العناصر الثقيلة في النجوم الأكثر ضخامة. لا تتكون العناصر الثقيلة إلا في باطن النجوم الضخمة التي لها طرقها في توزيع العناصر الثقيلة، مثل انفجار المستعر الأعظم.

2 التدريس

تحدد المفاهيم غير الصحيحة

نظرا إلى خصائص الشمس الفيزيائية المتوسطة فقد يتوقع الطلاب وجود أعداد مماثلة من النجوم الأكثر ضخامة للنجوم الأقل ضخامة على حد سواء.

كشف المفهوم غير الصحيح

اطلب من الطلاب شرح العبارة التالية: الشمس نجم متوسط الحجم.

وضح المفهوم

اشرح أن النجوم الأقل ضخامة من الشمس أكثر بكثير من النجوم الأكثر ضخامة منها. فالنجوم الأكثر ضخامة نادرة للغاية. ويجب بأن خصائص الشمس متوسطة لأن لها قيم متوسطة بين كل النجوم.

تقويم المعرفة لجديدة

اطلب من الطلاب تحديد الفقرة الموجودة في الصفحة السابقة التي تشرح السبب في كون النجوم الأضخم من الشمس نادرة. يجب أن يحدد الطلاب الفقرة المسماة المتوالية الرئيسة.

القسم 3

الأسئلة الرئيسة

1. العلاقة بين الكتلة وتطوّر النجم؟
2. سمات دورتي حياة كل من النجم الضخم والنجم العادي؟
3. كيف يتأثر الكون بدورات حياة النجوم؟

مفردات للمراجعة

التطور evolution تغيّر جذري في تكوين النجم خلال فترة عمره

مفردات جديدة

السديم	nebula
النجم الأولي	protostar
النجم النيوتروني	neutron star
النابض الإشعاعي	pulsar
المستعر الأعظم	supernova
الثقب الأسود	black holec

دورة حياة النجوم

الفكرة الرئيسة **الشمس والنجوم الأخرى دورات حياة متماثلة، مما يُثري المجرة بالعناصر الثقيلة.**

الربط مع الحياة اليومية تبقى نار الشمس مشتعلة وساطعة طالما فيها وقود لتحرقه. وعند نفاده، يحدث صوؤها وتنطفئ. بينما تلمع النجوم نتيجة للتفاعلات النووية التي تحدث في داخلها، وتموت عند نفاد وقودها النووي.

البنية الأساسية للنجوم

تتحكم كتلة النجم في كل من درجة حرارته ولمعانه وقطره. في الواقع، اكتشف علماء الفلك أن كتلة النجم وتركيبه يحدّدان كل خواصه الأخرى تقريبًا.

تأثيرات الكتلة كلما ازدادت كتلة النجم، كانت قوة الجاذبية التي تضغط عليه للداخل أكبر. ووجب أن يكون داخل النجم أكثر حرارة وكثافة لموازنة جاذبيته. تتحكم درجة حرارة داخل النجم بسرعة التفاعلات النووية، التي بدورها تحدد مقدار الطاقة المنبعثة منه، أي لمعانه. وتحافظ الحرارة الناتجة عن كل من التفاعلات النووية والانضغاط على التوازن بين الجاذبية التي تضغط إلى داخله والضغط الخارجي. ويُعرف هذا التوازن بالتوازن الهيدروستاتيكي. ويجب الحفاظ عليه كي يستقر النجم. كما يوضح **الشكل 17**، والذي يجمد النجم أو ينكمش. تجدر الإشارة إلى أنّ كتلة النجم هي التي تتحكم بهذا التوازن.

الاندماج تختلف الظروف داخل النجم بطريقة تشبه إلى حد كبير الاختلافات داخل الشمس. فتزداد كثافة النجم ودرجة حرارته كلما اقتربنا من مركزه، حيث تتولد الطاقة نتيجة الاندماج النووي. تتولد الطاقة في النجوم التي هي في مرحلة المتوالية الرئيسة من خلال اندماج الهيدروجين لتكوين الهيليوم. كما يحدث في الشمس. أما النجوم التي ليست في مرحلة المتوالية الرئيسة، فتدمج عناصر أخرى غير الهيدروجين في لبها، أو لا يحدث فيها اندماج على الإطلاق.

تطور النجوم

يتغير النجم مع تغير عمره بسبب تغيّر تركيبه الداخلي نظرًا إلى تحول عناصره إلى عناصر أخرى نتيجة تفاعلات الاندماج النووي التي تحدث داخل لبه. ومع تغيّر تركيب اللب، تزداد كثافة النجم وترتفع درجة حرارته ويزداد لمعانه. يُعتبر النجم في مرحلة المتوالية الرئيسة طالما يقوم في حالة مستقرة "وفيها تحويل الهيدروجين إلى هيليوم. في النهاية، عند نفاد وقوده النووي يجب أن تتغير بنيته الداخلية وآلية توليده للضغط ليتمكن من مقاومة قوة الجاذبية. تبدأ التغيرات التي يمر بها النجم خلال مراحل تطوره منذ تكوّنه.

الشكل 17 عندما يتم التوازن بين الجاذبية والضغط الناتج عن الإشعاع والاندماج، يكون النجم في حالة استقرار ولا يحدث له تمدد أو انكماش.

الكراسة اليومية

المتوسط المرجح نظرًا إلى أنّ الشمس لها قيم متوسطة تقريبًا بين القيم المتطرفة لنباسات النجوم، مثل كتل النجوم وأنصاف الأقطار واللمعان، يمكننا أن نصنّف الشمس كنجم متوسط. كما أن النجوم الأقل ضخامة والصغيرة والخافتة تفوق بكثير عدد النجوم المماثلة للشمس أو الأكثر ضخامة منها. ومن هذه الناحية، يمكننا أن نستنتج أن الشمس نجم أعلى من المتوسط.

اطلب من الطلاب البحث عن معنى المتوسط المرجح، ثم اطلبهم أن يصفوا في كراساتهم الخاصة لماذا الأرض أهمية هذا المصطلح للشمس ولكونها كنجم متوسط أو أعلى من المتوسط.

Scanned by CamScanner

الشكل 18 ستستمر درجات الحرارة في الارتفاع بفعل سحب الجاذبية لمادة النجم الساقطة باتجاه مركز القرص الدوار. وتبدأ منطقة المركز النجم الأولي إلى أن يبدأ الاندماج ويشتعل النجم.
استدل على ما يحدث للمواد المتبقية في القرص.

تكون النجوم كل النجوم بطريقة تشبه إلى حدٍّ كبير طريقة تكوّن الشمس. تبدأ تكوين النجم في الغاز البيني والغبار المسمى **السديم** وجميعها السدم). الذي يتكون نفسه تحت تأثير جاذبيته الخاصة. وعند انكماش السحابة، تتخذ شكل قرص دورانها البطيء بحيث يتواجد الجسم الساخن الكثيف في المركز. وهو **بالنجم الأولي**، كما هو موضح في **الشكل 18**. تستمر درجة حرارة النجم الأولي بالارتفاع بفعل الانكماش الناتج عن الجاذبية، حتى يصل إلى درجة حرارة كافية اللازمة لحدوث التفاعلات النووية. ويتحوّل إلى نجم جديد. كما يظهر النجم الأولي في أشد سطوع له عند رصده بالأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء.

تأكد من فهم النص استدلّ على أسباب تكوّن الشكل القرصي.

بداية الاندماج عندما تصبح درجة الحرارة داخل النجم الأولي مرتفعة ما يكفي، تبدأ تفاعلات الاندماج النووي. وأول تفاعل للإشعال هو تحوّل الهيدروجين إلى هيليوم. فبمجرد بدء حدوث هذا التفاعل، يصبح النجم في حالة استقرار، نظرًا إلى احتوائه على حرارة داخلية كافية لتوليد الضغط اللازم بهدف موازنة الجاذبية. وبذلك يتحوّل الجسم إلى نجم حقيقي ويأخذ موقعه في التوالية الرئيسة بحسب كتلته. في الغالب، يضيئ النجم حديث التكوّن ما حوله من غاز وغبار، كما يظهر **الشكل 19**.

الشكل 19 باستخدام الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء في تلسكوب سبيتزر، تظهر صورة النجوم الأولية في سديم خرطوم الفيل.

دورات حياة نجوم مثل الشمس

تحدّد كتلة النجم ما سيحدث له في المرحلة التالية خلال دورة حياته. على سبيل المثال، عندما يحوّل نجم مثل الشمس الهيدروجين إلى هيليوم داخل نواته، فإنه يصبح أكثر لمعانًا تدريجيًا نظرًا إلى ازدياد كثافة لبه وارتفاع درجة حرارته بوتيرة بطيئة إلى جانب ازدياد سرعة التفاعل. ويستغرق نجم بكتلة مماثلة لكتلة الشمس حوالي 10 مليارات سنة لتحويل كل الهيدروجين الموجود في لبّه إلى هيليوم. بذلك، تصل فترة مرحلة التوالية الرئيسة لنجم كهذا إلى 10 مليارات سنة. وبدءًا من هذه النقطة، تكون المرحلة التالية من دورة حياة نجم صغير الكتلة هي تحوّله إلى عملاق أحمر.

سؤال حول الشكل 18 ستتجمّع المادة المتبقية بصورة مشابهة لتراكم الشمس لينتج عن ذلك ازدياد في حجم وجاذبية هذه التراكمات مما سيؤدي في نهاية الأمر إلى إخلاء منطقة في القرص وتكوين كوكب أو مجموعة من الكواكب.

مناقشة

القوى المتوازنة إنكل جسم مستقر، بما في ذلك النجم الكوكب والقمر وكرة السلة، موجودفي حالة توازن هيدروستاتيكي، أيإن القوى الداخلية والخارجية المؤثرفي الجسم متوازنة. اسأل الطلاب عنالقوى المتوازنة لكل جسم والتيتحفظ توازنه. يستقر النجم عن طريقالتوازن بين الجاذبية الداخلية وضغطالغاز الخارجي، ويوازن الكوكب والقمين الجاذبية الداخلية وقوى الأجسامالصلبة وضغط السوائل (إذا كانت سائلةجزيئًا)، والقوة الداخلية المؤثرة في كرة السلة هي الشد في الغلاف الخلي ويوازنها ضغط الهواء.

تأكد من فهم النص
يؤدي دوران سحابة الغاز إلى جعلها مسطحة لذلك تتخذ شكل القرص.

الربط بالمعرفة السابقة

إشعاع النجم الأولي تُعرف الأشعة تحت الحمراء في بعض الأحيان بالإشعاع الحراري لأننا نشعر بها في صورة حرارة. اطلب من الطلاب أن يتخيّلوا موقدًا فيه عدة شعلات كهربائية كلها مطفأة باستثناء شعلة واحدة مضبوطة على درجة حرارة منخفضة. ففي حال حرّكوا أيديهم فوق الموقد، سيتمكّنون على الفور من معرفة الشعلة المشتعلة لأن بشرتهم ستشعر بالأشعة تحت الحمراء الصادرة منها. وبطريقة مشابهة لذلك، يكتشف علماء الفلك النجوم الأولية بواسطة الأشعة تحت الحمراء الصادرة عن النقاط الساخنة داخل سحب الغاز الباردة بين النجوم.

التدريس المتمايز

الطلاب فوق المستوى قد يتساءل الطلاب عن سبب تحوّل النجم إلى عملاق أحمر بعد استخدام الهيدروجين الموجود في لبه. يعزى السبب الأساسي في تمدد النجم ليصبح عملاقًا أحمر إلى استمرار التفاعل نفسه في غلاف خارج اللب بعد توقف اندماج الهيدروجين الموجود في اللب الداخلي للنجم. فيصدر عن هذا الغلاف كميات ضخمة من الطاقة لا تستطيع التفلّت بسرعة لأن طبقات النجم الخارجية تمتص الضوء بسهولة. بذلك، تصبح الطاقة الصادرة من هذا الغلاف محصورة داخل النجم وتدفع الطبقات الخارجية إلى التمدد. مع تمدد هذه الطبقات الخارجية، تنخفض درجة حرارتها بسبب انخفاض الضغط. ومع تمدد النجم وزيادة لمعانه نتيجة لزيادة مساحة سطحه، يميل لونه إلى الأحمر (لانخفاض درجة حرارته). بهذه الطريقة، يصبح أحد نجوم التوالية الرئيسة السابق عملاقًا أحمر.

Scanned by CamScanner

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

يعتقد البعض على أن الثقب الأسود له جاذبية كبيرة تمكّه من جذب المواد وامتصاصها إلى داخله.

كشف المفهوم غير الصحيح

اسأل الطلاب عما سيحدث لمدار كوكب الأرض إذا انهارت الشمس وتحولت إلى ثقب أسود.

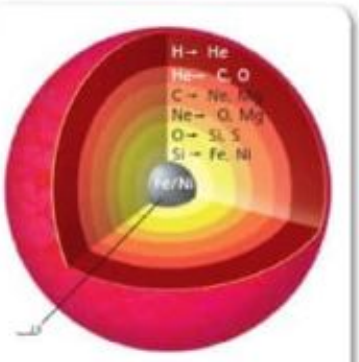
وضّح المفهوم

اشرح للطلاب أن كتلة الشمس لن تتغير إذا تحولت إلى ثقب أسود. ومن ثم لن تتغير قوة جاذبيتها لكوكب الأرض. فالطفرة الوحيدة التي تكون فيها جاذبية الشمس قوية للغاية موجودة داخل نصف القطر الأصلي للشمس، حيث في تلك المنطقة يستطيع أي جسم ككوكب مثلًا أن يدور مدوق أن يسقط فيها. ولا يكون مدى الجاذبية قويًا جدًا إلا بالقرب من مركزها. لدرجة أنّ شكل المكان تغيّر ولا يستطيع الضوء ا لإفلاتها. أما من بعيد، فإن تأثير الـ ثقب الأسود مشابه لتأثير الأجسام الـعادية.

تقـ ويم المعرفة الجديدة

اسأ ل الطلاب عما سيحدث في نظام نجم ثنائي إذا انهار أحد النجمين وتحوّ ل إلى ثقب أسو كيف سيؤثر ذلك في النجم الآخ؟ لن يؤثر ذلك في الـ نجم المرافق بل سيستمر في الدورا ن حول مركز الكتلة كما كان قبل ذلك.

م ن م



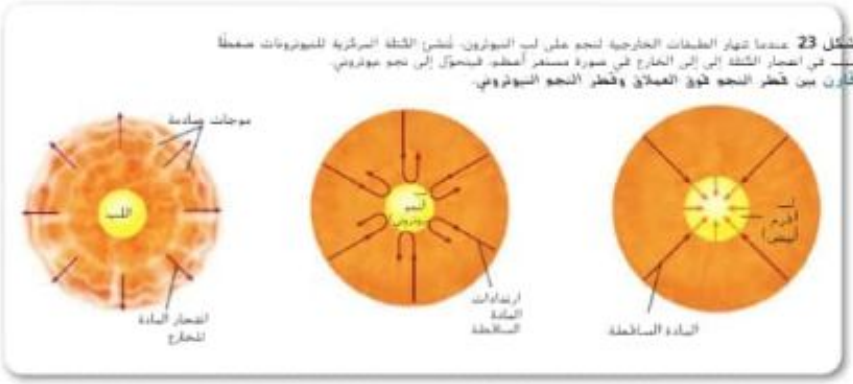
الشكل 22 يمكن لنجم كبير الكتلة أن ينطوي على عدة طبقات تندمج فيها عناصر مختلفة. وهذه النجوم هي مصدر العناصر الثقيلة في الكون.

النجم فوق العملاق يمرّ أي نجم كبير الكتلة بمراحل متعددة من التفاعلات ومن ثم ينتج مزيجًا من العناصر المتعددة في داخله فيتحوّل إلى عملاق أحمر عدة مرات عند تمدده عقب نهاية كل مرحلة تفاعل. ومع تكوّن المزيد من الأغلفة بسبب اندماج العناصر المختلفة. كما هو مبيّن في **الشكل 22**. يتمدد النجم إلى حجم أكبر ليصبح فوق عملاق. مثل منكب الجوزاء في كوكبة الجبار.

تكوّن المستعر الأعظم إن تخميداً حياته بكتلة تساوي تقريبًا 8 إلى 20 ضعف كتلة الشمس. سينتهي بتبهاتل الكتلة بتعذر معها على ضغط الإلكترونات دعمها. وتكون نهاية مثل هذه النجوم عنيفة. ويجدر أن تؤدي التفاعلات التي تحدث في لب النجم إلى تكوّن الحديد. لا يمكن لأي تفاعلات أخرى مولدة للطاقة أن تحدث. وسينهار لب النجم على نفسه بعنف.

كما هو موضح في **الشكل 23**. فتندمج البروتونات والإلكترونات فيه لتكوّن النيوترونات. وعلى غرار الإلكترونات. ينشأ عن مقاومة النيوترونات للانضغاط بعضها مع بعض ضغط يوقف انهيار اللب. ليصبح هذا الأخير بقايا نجم متهار يُعرف **بالنجم النيوتروني** الذي تتراوح كتلته بين 1.4 و 3 أضعاف كتلة الشمس. ولا يتجاوز قطره 20 km. وتكون كثافته مرتفعة للغاية. فتعادل 100 ألف مليار ضعف كثافة الماء تقريبًا. وتضاهي كثافة نواة الذرّة.

النباض الإشعاعي تتميز بعض النجوم النيوترونية بأنها تبعث الضوء في صورة موجات نابضة. كما تركز المجالات المغناطيسية الضوء الذي تبعثه في صورة بخاريط. وبينما تدور هذه النجوم حول محاورها. يظهر الضوء المنبعث من كل نجم نيوتروني دوّار على هيئة سلسلة من النبضات الضوئية. مع تحرّك كل مخروط في مسار نحو الأرض. ويُعرف هذا النجم **بالنباض الإشعاعي**.



الشكل 23 عندما تنهار الطبقات الخارجية لنجم على لب النيوترون. تنشئ الكتلة المركزية للنيوترونات صدمة تتسبب في انصار الكتلة إلى الخارج في صورة مستعر أعظم. فيتحوّل إلى نجم نيوتروني.
قارن بين قطر النجم فوق العملاق وقطر النجم النيوتروني.

■ **سؤال حول الشكل 23** عندما تصبح شمسنا عملاقًا أحمر خلال 5 مليارات سنة تقريبًا. سيتّسع قطرها حتى مدار كوكب الأرض أو مدار كوكب المريخ. أي ما يزيد عن 300 مليون كيلومتر. أما قطر النجم فوق العملاق. فقد يصل إلى سبعة أضعاف ذلك أي حتى مدار كوكب زحل. وعلى النقيض من ذلك. سيكون قطر النجم النيوتروني 10 km فقط لكن كتلته ستصل إلى ثلاثة أضعاف كتلة شمسنا.

عبر كامل المنهج

التاريخ في العام 1987. لفت تطور النجوم انتباه العامة فجأة وكذلك علماء الفلك. عندما حدث أول انفجار مستعر أعظم أمكن رؤيته بالعين المجردة منذ 400 عام تقريبًا حيث انفجر نجم في سحابة ماجلان الكبرى. وهي مجرة مجاورة لمجرة درب التبانة. انتشرت صور تكوّن عناصر جديدة من جراء ذلك وانتشارها الحدث على أغلفة المجلات الشهيرة. وسيطرت في أخبار المستعر الأعظم على المقالات العلمية. وقد ساعد هذا الحدث في أن يدرك عامة الناس أن النجوم تتغيّر وكان مصدرًا مهمًا لعلماء الفلك الذين يدرسون تطور النجوم. فقد نجم الأعظم الذي حدث في العام 1987 قدر كبير من المعلومات الجديدة عن كيفية تحوّل النجوم إلى حالة غير مستقرة وانفجارها وعن كيفية عن الدراسات التي أجريت على انفجار المستعر مجرة في الفضاء وعن أوجه الاختلاف بينها من مجرة لأخرى وعن طبيعة الجسيمات الأولية (النيوترينو) والمادة المظلمة.

Scanned by CamScanner

3 التقويم

التأكد من الفهم

التعزيز اطلب من الطلاب تلخيص أسباب تطور النجوم. يتغيّر تركيب لب النجم نتيجة لتفاعلات الاندماج النووي فيه. ولا بدّ أنّ يتغيّر النجم من حالته ليتمكن من الحفاظ على توازنه.

إعادة التدريس

تلخيص اطلب من الطلاب تلخيص أنواع بقايا النجوم التي تنتج من مختلف كتل النجوم. الكتل الأولية الأقل من 8 أضعاف كتلة الشمس تقريبًا، الأقزام البيضاء. ما بين 8 و20 ضعف كتلة الشمس تقريبًا، المستعرات العظمى والنجوم النيوترونية. أكثر من 20 ضعفًا عن كتلة الشمس، الثقوب السوداء.

التقويم

الأداء اطلب من كل طالب إنشاء ملصق يوّضح تطور الشمس. واطلب من الطلاب إضافة أوصاف لما يحدث داخل الشمس في كل مرحلة.

المستعر الأعظم يتكوّن النجم النيوتروني سريعًا أثناء استمرار سقوط طبقاته الخارجية باتجاه المركز وترتدّ الغازات الساقطة هذه عندما ترتطم بالسطح الصلب للنجم النيوتروني منفجرة باتجاه الخارج. وينفجر الجزء الخارجي من النجم بأكمله، في انفجار ضخم يسمى **المستعر الأعظم** (وجمعه المستعرات العظمى). فينشأ من هذا الانفجار عناصر أثقل من الحديد تُثري الكون. يبيّن **الشكل 24** صورًا فوتوغرافية لما قبل حدوث انفجار المستعر الأعظم وأثناء حدوثه. وقد لاحظ علماء الفلك حدث المستعر الأعظم هذا في فبراير عام 1987. مع الإشارة إلى أنّ انفجار المستعر الأعظم البعيد هذا قد يكون أكثر سطوعًا من المجرة المتواجد فيها.

الثقوب السوداء إنّ بعض النجوم ضخمة للغاية بحيث يمكنه أن يتحوّل إلى نجوم نيوترونية. ولا يمكن للضغط المتولد من مقاومة النيوترونات للانضغاط بعضها مع بعض دعم لب النجم إذا كان حجم كتلته يساوي ثلاثة أضعاف كتلة الشمس. تجدر الإشارة إلى أنّ النجم الذي يبدأ في التكوّن بحجم كتلة يساوي 20 ضعفًا كتلة الشمس ستتجاوز كتلته النهائية هذا الحد ولن يتمكن من تكوين نجم نيوتروني. ولا تكون مقاومة النيوترونات للانضغاط بعضها مع بعض قوية بدرجة تجعلها توقف الانهيار. لذا يستمر انهيار لب النجم وينضغط المواد إلى حجم أصغر. يُعرف الجسم الصغير شديد الكثافة الناتج **بالثقب الأسود** بسبب شدة جاذبيته التي لا يمكن أن يفلت منها أي شيء حتى الضوء. ولا يمكن لعلماء الفلك رصد ما يحدث داخل الثقب الأسود. لكن باستطاعتهم ملاحظة الغاز الذي يُصدر أشعة سينية ويدور حوله.

قبل انفجار المستعر الأعظم

أثناء انفجار المستعر الأعظم

الشكل 24 كانت منطقة السماء في برجاية ماجلان الكبرى تبدو طبيعية قبل أن يحدث انفجار المستعر الأعظم لأحد نجومها.

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- كتلة النجم هي التي تحدّد بنيته الداخلية وخواصه الأخرى.
- يقود توازن بين الجاذبية والضغط في نجم مستقر.
- إذا ارتفعت درجة حرارة لب النجم ما يكفي، عندها يمكن لعناصر أثقل من الهيدروجين أن تندمج معًا.
- يحدث انفجار المستعر الأعظم عند ارتداد الطبقات الخارجية للنجم عن لب النجم النيوتروني، وانفجارها نحو الخارج.

استيعاب الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة شرح دور كتلة نجم ما في تحديد تطوّره.
2. استدلّ على دور الكتلة في تحديد قوة التوازن الهيدروستاتيكي في نجم ما.
3. حدّد ارتباط عمر النجوم بكتلتها.
4. حدّد سبب اعتبار النجوم هائلة الكتلة فقط، من العوامل المهمة المساهمة في إثراء المجرة بالعناصر الثقيلة.

التفكير الناقد

5. اشرح كيفية اختلاف الكون في حال لم تنفجر النجوم هائلة الكتل في نهاية دورة حياتها.
6. ميّز ما إذا كان هناك توازن بين كل من الضغط والجاذبية في نجوم المتوالية الرئيسة، والأقزام البيضاء، والنجوم النيوترونية، والثقوب السوداء.

الكتابة في علم الأرض

7. اكتب وصفًا لانفجار مستعر أعظم رُصد في مجرة أخرى.

القسم 3 مراجعة

1. يمكن أن يدوم اشتعال النجوم منخفضة الكتلة لفترة أطول بكثير النجوم كبيرة الكتلة، وهو ما يجعلها أكثر استقرارًا ويجعل مراحل تطورها قليلة.
2. تحدّد الكتلة قوة الجاذبية التي تدفع للداخل، وترتبط مباشرة بكمية الاندماج التي ينتج عنها ضغط الدفع للخارج.
3. في العادة، يكون عمر النجوم الضخمة قصيرًا لأنها تحرق وقودها بسرعة وتصبح غير مستقرة.
4. تصبح النجوم الأكثر ضخامة شديدة الحرارة بما يكفي لأن تمرّ بمراحل كثيرة من الاندماج تنتج من تكوين العناصر الثقيلة مثل الحديد والنيكل. كما ينجم عن انفجار المستعر الأعظم عناصر أثقل من ذلك.
5. لن تنتشر العناصر الثقيلة ولن تكون متوفرة للاندماج في الأجيال اللاحقة من النجوم أو لتكوين الكواكب في النظام الشمسي.
6. تتوازن الجاذبية بضغط الغاز العادي في نجوم المتوالية الرئيسة. وفي القزم الأبيض، تتوازن الجاذبية بفعل الضغط الناتج من تنافر الإلكترونات؛ وفي النجوم النيوترونية، تتوازن الجاذبية بفعل الضغط الناتج من تنافر النيوترونات. أما في الثقوب السوداء، فلا يوجد ما يقاوم الجاذبية.
7. ينبغي أن تشمل الأوصاف تخطيط أكثر سطوعًا من بتضاءل إلى لا شيء تقريبًا.

Scanned by CamScanner

الغاية

سيكتشف الطلاب تأثير الأحداث على سطح الشمس التي تؤدي إلى عواصف شمسية تؤثر في أنظمة الاتصالات والأنظمة الكهربائية على الأرض.

محتوى داعم للمعلم

العواصف الشمسية إنّ الغلاف المغناطيسي منطقة محيطة بالأرض تتأثر بالمجال المغناطيسي لها. وتندفع الجسيمات المشحونة في الرياح الشمسية من الشمس باتجاه الأرض بسرعة تصل إلى 2000 km/s. فضلًا عن ذلك، تستطيع هذه الجسيمات أن تتفاعل مع الغلاف المغناطيسي فتولّد مجالات كهربائية. كما يمكن لهذه المجالات أن تؤثر في المادة من خلال إثارة الإلكترونات ونقلها إلى مستوى طاقة أعلى. وتشمل آثار العواصف الشمسية، إلى جانب انقطاع الكهرباء وإتلاف الأقمار الصناعية، تشوش أجهزة الراديو والتلفاز وحدوث الشفق القطبي ومشكلات في ملاحة السفن والطائرات التي تستخدم بوصلات مغناطيسية. كما يمكن أن تلحق العواصف الشمسية الضرر برواد الفضاء أثناء تواجدهم في الفضاء بسبب مستويات الإشعاع الخطيرة.

استراتيجية التدريس

أنشئ جدولًا ثلاثة أعمدة على السبورة لتدريب الطلاب على مهارات تدوين الملاحظات. يمكن أن تتضمن عناوين الأعمدة في الجدول المنطقة المتضررة وكيفية تضررها وأمثلة. ويجب أن تتضمن عناوين صفوف الجدول الاتصالات والأقمار الصناعية والكهرباء. اطلب من الطلاب أخذ أدوارهم في ملء الجدول بعد الانتهاء من قراءة الفقرة.

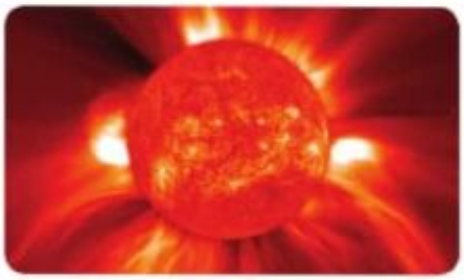
طقس الفضاء وأنظمة الأرض

يمكن أن تلحق الأعاصير البحرية والأعاصير القمعية القوية أضرارًا بالمنازل والمباني الأخرى تُقدر بملايين الدولارات. كما يمكن أن تتسبب في خسارة الأرواح البشرية وتعطّل الأنظمة الكهربائية وأنظمة الاتصالات الرئيسة في منطقة ما. ثمة أيضًا ظروف طقس في الفضاء. فما تأثيرات العواصف الشمسية على الأرض؟

طقس الفضاء ينشأ من التوهجات الشمسية والانبعاثات الكتلية الإكليلية عواصف شمسية قوية تُطلق في الفضاء مليارات الجسيمات عالية الطاقة تسير بسرعات تصل إلى 2000 km/s. وتصطدم بعض هذه الجسيمات بالغلاف المغناطيسي للأرض الذي يتدفق حوله جسيمات من الفضاء بصورة طبيعية، بما يشبه إلى حدّ كبير تدفق المياه حول صخرة كبيرة في وسط النهر. فيعمل الغلاف المغناطيسي لكوكب الأرض طبيعيًا على انحراف الجسيمات المنبعثة من الشمس. لكن أثناء العواصف الشمسية الشديدة، تتسبب الجسيمات ذات الشحنات العالية في حدوث أعطال في العديد من أنظمة الاتصالات والأنظمة الكهربائية على الأرض.

رصد طقس الفضاء تتولى وكالتان حكوميتان في الولايات المتحدة، وهما ناسا (NASA) والإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، رصد طقس الفضاء وتقديم مستجدات يومية حوله، بما فيها التوقعات حول حدوث التوهج والعواصف الشمسية. وتستخدم شركات الطاقة وإدارة الطيران الفدرالية ووزارة الدفاع الأمريكية البيانات الصادرة عن الوكالتين للمساعدة في تقليص حجم الأضرار الناجمة عن العواصف الشمسية التي تلحق بالمعدات الحساسة.

الاتصالات تعتمد الأقمار الصناعية الخاصة بالاتصالات وأنظمة تحديد المواقع والإشارات العسكرية على موجات الراديو التي ترتدّ عن الغلاف الأيوني للأرض. ويعتبر الغلاف الأيوني للأرض طبقة من الجسيمات ذات شحنات عالية سريعة التأثر بالجسيمات عالية الطاقة الصادرة من الشمس. يمكن أن تتداخل هذه الجسيمات عالية الطاقة مع إشارات الراديو وتتسبب في تعطيل الإرسال.



SOHO (ESA & NASA)

يقذف الانبعاث الكتلي الإكليلي المنتشر أكثر من مليار طن من المادة في الفضاء بسرعة تبلغ ملايين الكيلومترات في الساعة. ولحسن الحظ، فإن انبعاثات بهذا الحجم الهائل نادرة الحدوث.

الأقمار الصناعية يمكن أن تتسبب العواصف الشمسية في خروج الأقمار الصناعية عن مداراتها نتيجة لتغيُّر درجة الحرارة والكثافة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي للأرض. وبالتالي، يتعيّن نقل هذه الأقمار الصناعية إلى مدارات أكثر ارتفاعًا نتيجة لهذه الظاهرة. فضلًا عن ذلك، يمكن أن يتسبب تراكم الجسيمات الكهربائية في تعطيل عمل الأقمار الصناعية الخاصة بالاتصالات.

الكهرباء تتلقى شركات الطاقة معلومات عن عواصف شمسية محتملة لتفادي انقطاع الخدمة عن العملاء، إذ يمكن أن تتسبب العواصف الشمسية في انقطاع الطاقة عن طريق التيارات الحثية في الخطوط الكهربائية. ففي العام 1989، تسببت عاصفة شمسية في كندا في انقطاع للتيار الكهربائي دام تسع ساعات وتأثّر به 6 ملايين شخص وتكبّدت جراءه شركة الكهرباء أكثر من 10 ملايين دولار لإصلاح الأعطال.

الكتابة في ◀ علم الأرض

كُتيب ابحث عن مزيد من المعلومات حول طقس الفضاء وأنشئ كتيبًا يحتوي على إجابات عن الأسئلة المتداولة حول هذا الموضوع. وأضف إليه معلومات عن الأسباب وأوجه الأهمية التي تستدعي رصد طقس الفضاء.

Macmillan/McGraw-Hill School Division © مجموعة ماكميلان/ماكجرو-هيل للتعليم

الكتابة في ◀ علم الأرض

كُتيب يمكن أن تشمل الأسئلة ما يلي: ما طقس الفضاء؟ ما الذي يسبب طقس الفضاء؟ كيف يؤثر طقس الفضاء في كوكب الأرض؟ كيف يُلاحظ طقس الفضاء؟

Scanned by CamScanner

تجربة في علم الأرض

تحديد الخطوط الطيفية النجمية

الخلفية: غالبًا ما يبدأ عالم الفلك المَعني بدراسة نجم ما، أو نوع آخر من الأجسام السماوية، بتحديد الخطوط في طيف الجسم. وتوفّر هوية الخطوط الطيفية معلومات حول التركيب الكيميائي للجسم البعيد، بالإضافة إلى بيانات حول درجة حرارته وغيرها من الخصائص.

السؤال: كيف يمكنك تحديد الخطوط الطيفية النجمية استنادًا إلى خطٍ محددين مسبقًا؟

المواد

مسطرة

الإجراءات

1. حدد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. أوجد الفرق بين قيمتي الخطين الطيفيين المحددين في النجم 1.
3. احسب المسافة بين الخطوط الطيفيين المحددين بدقة.
4. قم بإعداد مقياس تحويل عن طريق قسمة قيمة الفرق الطيفي على قيمة المسافة المقاسة.
على سبيل المثال، 1 mm = 12 nm
5. احسب المسافة من أحد الخطوط الطيفية المحددة إلى كل من الخطوط الطيفية غير المحددة.
6. قم بتحويل قيم هذه المسافات إلى nm. اجمع القيمة التي توصلت إليها مع قيمة الخط الطيفي الأصلية أو اطرحها منها، إذا كان الخط المحدد على يمين الخط المقاس. استخدم الطرح، وفي حال كان عكس ذلك، استخدم الجمع، فتحصل بذلك تحصل على قيمة الطول الموجي.
7. قارن بين قياسات طول الموجة التي توصلت إليها وجدول الأطوال الموجية المبعثة من العناصر. وحدّد العناصر الموجودة في الطيف.
8. كرّر هذه الإجراءات للنجم 2.

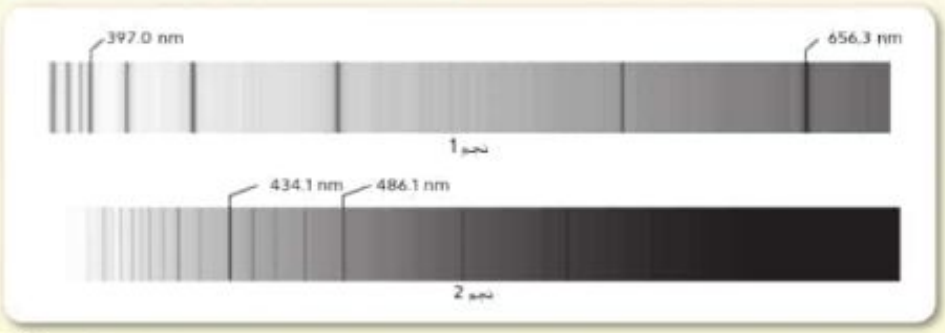
العناصر والأطوال الموجية المحتملة	
العنصر/الأيون	الطول الموجي (nm)
H	383.5, 388.9, 397.0, 410.2, 434.1, 486.1, 656.3
He	402.6, 447.1, 492.2, 587.6, 686.7
He^+	420.0, 454.1, 468.6, 541.2, 656.0
Na	475.2, 498.3, 589.0, 589.6
Ca^+	393.4, 480.0, 530.7

حلّل واستنتج

1. **حدّد** هل ترى أي دلالات في طيف النجم تشير إلى العناصر الأكثر شيوعًا في النجوم؟ اشرح إجابتك.
2. **اشرح** هل يحتوي النجمان على الخطوط نفسها لكل العناصر الموجودة في الجدول؟
3. **قيّم** كيف تؤثر خطوط الامتصاص الأكثر شحًا لبعض العناصر في طيف النجم في دقة قياساتك؟ هل توجد طريقة لتحسين قياساتك؟ اشرح إجابتك.

توسّع في الاستقصاء

صمّم بنفسك احصل على أطياف من مصادر مختلفة، مثل ضوء الشمس وضوء المصباح الفلوري وضوء المصباح الساطع. قارن بين هذه الخطوط الطيفية وتلك التي حصلت عليها في هذه التجربة. ما العناصر الأكثر شيوعًا في كل منها؟



التجربة

التحضير

الزمن المخصص 25 min

لمهارات المطلوبة للعملية استخدام الأعداد وجمع البيانات وتنظيمها

حتياطات السلامة ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

الإجراءات

ملاحظات للطلاب أن الأطوال الموجية الدقيقة ضرورية في كثير من الأحيان لتحديد الخطوط الطيفية.

إن النجم 1 هو أحد نجوم المجموعة A5. والنجم 2 هو أحد نجوم المجموعة O5.

قم يكون من المفيد للطلاب أيضًا صنع قالب (باستخدام بطاقات صغيرة) تكون الخطوط الطيفية المعروفة مميزة عليه بالمقياس نفسه الذي يستخدم للطيف غير المعروف. فسيتمكنون من دفع القالب على طول الطيف غير المعروف لإيجاد قالب مطابق له في تباعد المسافات. ومن ثم يحددون الخطوط الطيفية غير المعروفة.

اعتكشاف المشكلات وإصلاحها لا تُستخدم كل الأطوال الموجية الموجودة في الجدول ولا تُقاس كل الخطوط الطيفية الموجودة في النجم 2 (الطرف الأيمن) وتُضمّن في الجدول.

التحليل والاستنتاج

1. إنّ معظم الخطوط خطوط هيدروجين وهيليوم. ويُعدّ سمك الخطوط الطيفية مؤشرًا، لكنه يعتمد أيضًا على درجة الحرارة.
2. لا، لا يحتوي النجم 1 على هيليوم يمكن التعرف عليه (متعادل أو متأين) في هذا الطيف. كما لا يحتوي النجم 2 على خطوط صوديوم يمكن التعرف عليها في هذا الطيف. في الواقع، يحتوي كلا النجمين على العناصر نفسها، لكن الاختلاف في أطيافهما ينتج عن تأثيرات درجة الحرارة.
3. يمكن أن يؤدي اتساع العرض في خطوط الامتصاص إلى قياسات غير دقيقة. ولتصحيح ذلك، ينبغي أن يقيس الطلاب من الوسط (العرض)، من المنطقة التي يكون فيها الخط في أعلى درجات الإعتام. فعندما يزداد عرض الخط، سيزداد بالمقدار ذاته على كلا الجانبين. لذلك، سيلغي القياس من المركز الموجود أي خطأ من ازدياد العرض.

توسّع في الاستقصاء

صمّم بنفسك ستختلف إجابات الطلاب بناءً على مصادر الضوء التي اختاروها. وينتج من الضوء المتوهج طيف مشابه للنجمين الموجودين في هذه التجربة، حيث يبلغ ذروته في الطيف المرئي. إلا أنّ ظهور للبقع المضيئة أو المعتمة غير موجود. يبدو ضوء مصباح الفلورسنت، مثل النجم 2، خاليًا من الضوء الموجود في الطرف الذي يضمّ الأطوال الموجية المرتفعة من الطيف المرئي. وتبلغ ذروة ضوء الشمس، مثل النجم 1، 500 nm تقريبًا.

Scanned by CamScanner

الفكرة الرئيسة

يمكن للطلاب استخدام العبارات التلخيصية لمراجعة المفاهيم الرئيسة في الوحدة.

الوحدة 12 دليل الدراسة

الفكرة الرئيسة دورة حياة النجم بحسب كتلته ولمعانه وقدره ودرجة حرارته وتركيبه.

القسم 1 الشمس

المفردات

- photosphere الطبقة الضوئية
- chromosphere الطبقة اللونية
- corona الهالة الشمسية
- solar wind الرياح الشمسية
- sunspot البقعة الشمسية
- solar flare التوهج الشمسي
- prominence الشواظ
- fusion الاندماج النووي
- fission الانشطار النووي

الفكرة الرئيسة الشمس معظم كتلة النظام الشمسي وتتسم بالكثير من السمات كغيرها من النجوم.

- تهيمن الشمس على معظم كتلة النظام الشمسي.
- إن متوسط كثافة الشمس يساوي تقريبًا متوسط كثافة الكواكب الغازية العملاقة.
- للشمس غلاف جوي مؤلف من طبقات.
- يتسبب المجال المغناطيسي للشمس في تكوّن البقع الشمسية وغيرها من مظاهر النشاط الشمسي.
- ينتج كل من طاقة الشمس وتركيبها عن اندماج الهيدروجين وتحوّله إلى هيليوم.

القسم 2 قياس النجوم

المفردات

- constellation الكوكبة
- binary star النجم الثنائي
- parsec الفرسخ الفلكي
- parallax اختلاف زاوية النظر
- apparent magnitude القدر الظاهري
- absolute magnitude القدر المطلق
- luminosity اللمعان
- Hertzsprung-Russell diagram رسم هرتزبرونغ - راسل
- main sequence المتوالية الرئيسة

الفكرة الرئيسة تصنيف النجوم يستند إلى قياس كل من طيف الضوء ودرجة الحرارة والتركيب.

- تتجمع معظم النجوم في صورة عناقيد بفعل الجاذبية الموجودة بينها.
- إن أكثر أشكال العناقيد النجمية بساطة هو النجوم الثنائية.
- تستخدم اختلاف زاوية النظر في قياس بُعد النجوم.
- يرتبط مدى سطوع النجم بدرجة حرارته.
- تُصنَّف النجوم وفق أطيافها.
- يربط رسم هرتزبرونغ - راسل بين الخصائص الأساسية للنجوم وهي الكتلة ودرجة الحرارة واللمعان.

القسم 3 دورة حياة النجوم

المفردات

- nebula السديم
- protostar النجم الأولي
- neutron star النجم النيوتروني
- pulsar النابض الإشعاعي
- supernova المستعر الأعظم
- black hole الثقب الأسود

الفكرة الرئيسة الشمس والنجوم الأخرى دورات حياة متشابهة، مما يثري المجرة بالعناصر الثقيلة.

- إن كتلة النجم هي التي تحدد بنيته الداخلية وخواصه الأخرى.
- يسود توازن بين الجاذبية والضغط في نجم مستقر.
- إذا ارتفعت درجة حرارة لب النجم ما يكفي، عندها يمكن لعناصر أثقل من الهيدروجين أن تندمج معًا.
- يحدث انفجار المستعر الأعظم عند ارتداد الطبقات الخارجية للنجم عن لب النجم النيوتروني، وانفجارها نحو الخارج.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Scanned by CamScanner

الوحدة 12 التقويم

مراجعة المفردات

طابق التعريفات الواردة أدناه بالمصطلح الصحيح من دليل الدراسة.

1. الطبقة الخارجية من الغلاف الجوي للشمس، التي تبلغ درجة حرارتها 1 مليون كلفن تقريبًا
2. دمج الأنوية خفيفة الوزن مثل الهيدروجين لتكوين أنوية أثقل
3. بقع داكنة حيث تكون درجة الحرارة على السطح، في الطبقة الضوئية للشمس، أكثر انخفاضًا
4. الانزياح الظاهر في موقع جسم ما نتيجة حركة الراصد
5. تدفق الجسيمات المشحونة من هالة الشمس نحو الخارج في كل أنحاء النظام الشمسي
6. اثيجمرتيطان بعضهما ببعض بفعل الجاذبية ويدوران حول مركز كتلة مشترك
7. مقدار الطاقة أو القوة المنطلق من سطح نجم ما مقاسًا بسطح النجم مقيسًا بالوحدات الشائية
8. انفجار يؤدي إلى الإطاحة بالجزء الخارجي من نجم ما بعيدًا بين أرواح المصطلحات التالية.

قابل بين أزواج المصطلحات التالية.

9. النجم الثنائي، الكوكبة
10. النجوم العملاقة، نجوم المتوالية الرئيسة
11. القدر الظاهري، القدر المطلق
12. الثقب الأسود، النجم النيوتروني
13. الانشطار النووي، الاندماج النووي

عرّف المصطلحات التالية بأسلوبك الخاص.

14. الكوكبة
15. الشواظ
16. المتوالية الرئيسة
17. السديم
18. المستعر الأعظم
19. الثقب الأسود
20. النجم الأولي

استيعاب المفاهيم الرئيسة

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 21.

21. بدءًا من المركز، ما الترتيب الصحيح لطبقات الشمس؟

A. منطقة الإشعاع، اللب، تيارات الحمل
B. اللب، تيارات الحمل، منطقة الإشعاع
C. اللب، منطقة الإشعاع، تيارات الحمل
D. تيارات الحمل، الدثار، منطقة الإشعاع

22. لماذا تبدو البقع الشمسية داكنة؟
A. لأن درجة حرارتها أقل من درجة حرارة المناطق المحيطة بها.
B. لأنها ثقوب في باطن الشمس.
C. لأنها لا تحوي مجالات مغناطيسية قوية.
D. لأنها أكثر سخونة من المناطق المحيطة بها.

23. ما سبب التشابه بين تركيب الشمس وتركيب الكواكب الغازية العملاقة؟
A. كلها تكوّنت في الوقت نفسه.
B. كلاهما فقد عناصر ثقيلة.
C. كلها تكوّنت من السحابة النجمية نفسها.
D. كلاهما اكتسب عناصر ثقيلة.

24. ما وجه الارتباط بين السلوك المغناطيسي للشمس ودورة نشاطها؟
A. يتوقف المجال المغناطيسي عندما تبدأ دورة النشاط.
B. دورة النشاط متوافقة مع أقصى عدد للبقع الشمسية.
C. دورة النشاط غير مرتبطة بعدد التوهجات الشمسية.
D. التوهجات الشمسية غير متوافقة مع العواصف المغناطيسية التي تضرب الأرض.

استيعاب المفاهيم الأساسية

C.21
A.22
C.23
B.24

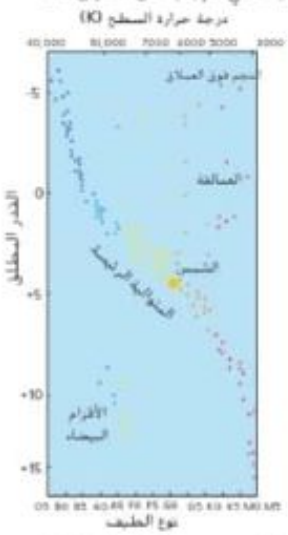
مراجعة المفردات

1. الهالة الشمسية
2. الاندماج
3. البقع الشمسية
4. اختلاف زاوية النظر
5. الرياح الشمسية
6. النجوم الثنائية
7. اللمعان
8. المستعر الأعظم
9. يمكن التعرف على النجم الثنائي الكسوفي من خلال الاختلاف في القدر. ويمكن التعرّف على النجم الثنائي الطيفي من خلال الانزياح نحو الأحمر ونحو الأزرق في الأطوال الموجية.
10. تتمتع النجوم العملاقة الساطعة بمساحات سطح كبيرة تجعلها مضيئة على الرغم من درجات حرارتها المنخفضة. أما نجوم المتوالية الرئيسة، فتكون ساطعة بسبب درجات حرارتها المرتفعة.
11. إنّ القدر الظاهر هو مدى السطوع استنادًا إلى مظهر النجم. أما القدر المطلق، فيقارن بين كل النجوم كما لو كانت على بعد واحد (10 pc).
12. ينتج من النجوم المنهارة ثقوب سوداء ونجوم نيوترونية. وتنتج الثقوب السوداء عن النجوم الأضخم من حيث الكتلة.
13. إنّ الاندماج هو الجمع بين أنوية صغيرة لتكوين أنوية أكبر. أما الانشطار، فهو تفتت أنوية كبيرة إلى أنوية أصغر.
14. إنّ الكوكبة نمط نجمي تظهر عليه النجوم عندما يُنظر إليها من نقطة في الفضاء مثل الأرض.
15. إنّ الشواظ حلقة من الغاز المحترق من سطح نجم. ويدور الشواظ على شكل حلقة بسبب المجال المغناطيسي للنجم.
16. إنّ المتوالية الرئيسة هي مجموعة النجوم الرئيسة في رسم هرتزبرونغ – راسل وهي تبدأ من أسفل اليمين إلى أعلى اليسار وتشمل الشمس.
17. إنّ السديم هو الغبار والغاز الذي تتكون منه النجوم عند انضغاطه بفعل الدوران حول المحور الناتج من الجاذبية.
18. إنّ المستعر الأعظم انفجار يحدث عندما يستنفد أحد النجوم الكبيرة الوقود الذي يحترق في داخله.
19. إنّ الثقب الأسود هو البقايا النهائية لنجم هائل الكتلة. وتكون جاذبيته كبيرة جدًا لدرجة أنّ الضوء لا يستطيع الانفلات منه.
20. إنّ النجم الأولي هو بداية كتلة الغبار والغاز قبل اشتعال النجم مباشرة.

Scanned by CamScanner

25. أي مما يلي **ليس** صحيحًا بشأن النجوم الثنائية؟
A. تظهر داكيفي صورة نجم واحد.
B. تدور حول مركز كتلة واحد.
C. هي النجوم الأكثر شيوعًا في المجرة.
D. لها شدة السطوع نفسها دائمًا.

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال 26.



26. أي مما يلي يعتبر صحيحًا بشأن نظام التصنيف الطيفي للنجوم؟
A. لنجم من النوع A درجة حرارة أدنى من درجة حرارة نجم من النوع M. وأعلى من درجة حرارة نجم من النوع F.
B. لنجم من النوع O درجة حرارة أدنى من درجة حرارة نجم من النوع B. وأعلى من درجة حرارة نجم من النوع F.
C. لنجم من النوع K درجة حرارة أعلى من درجة حرارة كل من نجمين. أحدهما من النوع G والآخر من النوع M.
D. لنجم من النوع G درجة حرارة أدنى من درجة حرارة نجم من النوع B. وأعلى من درجة حرارة نجم من النوع K.

27. ما الخاصيتان الأساسيتان اللتان تحددان كل الخواص النجمية الأخرى؟
A. نصف القطر والقطر
B. الكتلة ونصف القطر
C. التركيب والكتلة
D. القطر والتركيب

28. ما الترتيب الزمني الصحيح لنجوم مثل الشمس؟
A. نجم المتوالية الرئيسة، العملاق الأحمر، القزم الأبيض، السديم الكوكبي
B. السديم الكوكبي، العملاق الأحمر، القزم الأبيض، نجم المتوالية الرئيسة
C. نجم المتوالية الرئيسة، القزم الأبيض، السديم الكوكبي، العملاق الأحمر
D. السديم الكوكبي، نجم المتوالية الرئيسة، القزم الأبيض، العملاق الأحمر

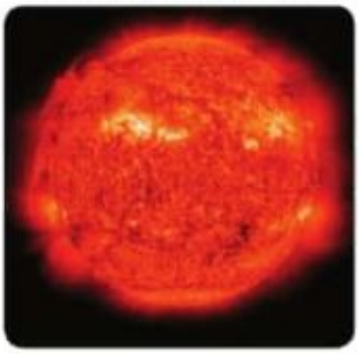
أسئلة ذات إجابات مفتوحة

29. **مهن في علم الأرض** استنتج ما يمكن أن يذكره علماء الفلك عن كيفية نجوم ذات كتل مختلفة، من خلال رصد النجوم المتجمعة في عناقيد.

30. **اشرح بالتفصيل** إذا كان مدار الأرض يساوي ضعف قطرها الحالي، فكيف يؤثر ذلك في اختلاف زاوية النظر النجمية وقدرتنا على قياس المسافات؟

31. **اشرح** لماذا نقول إنّ الدورة الشمسية تدوم 22 سنة تقريبًا، وليس 11 سنة.

استخدم الصورة التالية للإجابة عن السؤالين 32 و 33.



32. **حدّد** الطبقات المرئية من الشمس في هذه الصورة.

33. **حدّد** المناطق الفاتحة والداكنة من سطح الشمس في الصورة.

34. **اشرح** العلاقة بين الشواظ الشمسي والمجال المغناطيسي للشمس.

ISTOCK © DEA & RAGAZZINI
Adapted from NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio

D .25
D .26
C .27
A .28

الإجابة المفتوحة

29. نظرًا إلى أنّ النجوم الموجودة في عناقيد نجمية لها العمر ذاته تقريبًا، لكن ليست لها الكتلة أو الحجم ذاته، يستطيع علماء الفلك أن يحددوا المعدلات التي يتطور بها كل نوع من أنواع النجوم.

30. نظرًا إلى أنّ اختلاف زاوية النظر يعتمد على قطر كوكب الأرض (يوميًا) أو مدار كوكب الأرض (كل ستة أشهر)، فإن أي زيادة فيهما ستؤدي إلى تحسين قدرتنا على القياس.

31. تبلغ دورة النشاط الشمسي 22 عامًا؛ فطبية المجال المغناطيسي للشمس تنعكس كل 11 عامًا وبذلك تستغرق الدورة الكاملة 22 عامًا.

32. تظهر في الشكل الطبقة الضوئية والطبقة اللونية.

33. إنّ المناطق المعتمة هي مناطق ذات حرارة منخفضة. أما المناطق المضيئة، فهي البقع الأشد حرارة على سطح الشمس.

34. تحدث الشواظات الشمسية وبتحدد مسارها بفعل حلقات المجال المغناطيسي للشمس.

Scanned by CamScanner

التفكير الناقد

35. **استنتج** السبب الذي يجعل درجة حرارة مركز الشمس أعلى من درجة حرارة سطحها.

36. **توقّع** طبقات وتركيب نجوم أخرى غير الشمس.

37. **اشرح** كيف تكون كثافة الشمس عالية للغاية رغم كونها في حالة غازية.

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين *38* و*39*.

يوليو يناير

38. **ارسم** مواقع كل من الأرض والشمس والنجم، وذلك في كل من شهر مارس ونوفمبر. استنادًا إلى ملاحظة ما هو ظاهر في الرسم.

39. **استدلّ** على الطريقة التي يساعد بها اختلاف زاوية النظر العلماء في تحديد القدر واللمعان.

40. **استدلّ** على السبب الذي جعل الفرسخ النجمي الوحدة المعيارية للتعبير عن المسافة إلى النجوم بدلًا من الوحدة الفلكية، أو السنة الضوئية.

41. **قارن** بين نجم من النوع B5 والشمس مستخدمًا رسم هرتزبرونغ - راسل.

42. **قارن** بين مستعر أعظم ونجم نيوتروني ونباض إشعاعي.

43. **اشرح** الاختلاف بين سديم كوكبي ومستعر أعظم.

وضع خريطة المفاهيم

44. ارسم خريطة مفاهيم تربط بين المصطلحات الاندماج واللمعان والنجم الأولي وبين أحد المصطلحات الأخرى.

سؤال تحفيزي

45. **تنبّأ** باختبارات لاكتشاف ما إذا كان نجم ما ثنائيًا.

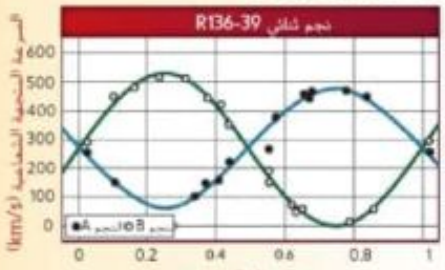
الكتابة في ◀ علم الأرض

46. وضعت آني جانبو كانون النظام الحديث للتصنيف الطيفي. ابحث في أعمالها واكتب عن الدور الذي اضطلعت به في فتح آفاق جديدة للمرأة في مجال العلوم.

DBQ أسئلة حول مستند

أخذت البيانات من: Massey, P., et al.5 2002. Orbits of four very massive binaries in the R136 cluster. *The Astrophysical Journal* 565.982-993.

تدور النجوم الثنائية بعضها حول بعض. والسرعة المتجهة الشعاعية هي سرعة حركة نجمين ثنائيين باتجاه، وبعيدًا عن، راصد ما. اطرح أدنى قيمة للسرعة المتجهة من أعلى قيمة لها لكل نجم. واقسم الناتج على اثنين لإيجاد متوسط السرعة المتجهة.



47. إذا كان النجم الأكبر كتلة له متوسط سرعة متجهة أدنى، فما النجم الذي له الكتلة الأكبر؟

48. عندما تتقاطع مسارات النجوم، قد يحدث كسوف أمام الراصد. عند أي نقاط في المرحلة المدارية قد يحدث كسوف؟

الوحدة 12 التقويم

التفكير الناقد

35. يتسبب المسار العشوائي في فقدان طاقة الفوتونات التي تنتج في اللب عند انتقالها عبر الطبقات الخارجية. لذلك، يكون السطح أقل حرارة.

36. يُحتمل أن يكون للنجوم ذات الكتل المتماثلة طبقات مماثلة لطبقات الشمس. ويحتمل أن يكون للنجوم الأكبر كتلة طبقات أكثر منها.

37. تتوازن كثافة الشمس بدرجة حرارتها الشديدة التي تحفظ المادة في حالة غازية.

38. ستكون مواقع النجوم في السماء في شهري نوفمبر ومارس في منتصف المسافة بين مواقعها في شهري يناير ويوليو. وستكون المحاذاة كالآتي: الشمس ثم الأرض ثم نجوم نوفمبر؛ والأرض ثم الشمس ثم نجوم مارس.

39. يساعد اختلاف زاوية النظر في تحديد النجوم الأقرب إلى الأرض والنجوم الأبعد عنها. وتساعد معرفة البُعد العلماء في تحديد سطوع النجوم، الذي يحصلون عليه باحتساب اللمعان والقدر.

40. إنّ الوحدة الفلكية صغيرة للغاية لوصف المسافات بين النجوم. والفرسخ الفلكي هو وحدة زمنية أكبر من السنة الضوئية. لذلك، يمكن قياس اختلاف زاوية النظر، ومن ثم البعد، بالفراسخ الفلكية على نحو مضبوط.

41. لنجوم المجموعة B5 قدر يساوي 0 تقريبًا ودرجة حرارة سطح تبلغ 15,500 K تقريبًا. أما قدر الشمس، فيبلغ +5 تقريبًا ودرجة حرارتها تبلغ 5800 K.

42. إنّ كل هذه النجوم هي الناتج النهائي لنجم منهار. فالمستعر الأعظم هو انفجار المادة الخارجية للنجم. والنجم النيوتروني هو الكتلة المركزية للنجم المحتضر؛ وفي حال دوران النجم، يمكن أن تتسبب جاذبيته في أن تنبعث منه مخاريط من الضوء تبدو وكأنها نبضات بسبب الدوران.

43. كلاهما يرتبط بالمادة الخارجية لنجم محتضر. فالسديم الكوكبي يرتبط بقزم أبيض. أما النجم المستعر الأعظم، فيرتبط بنجم نيوتروني أو ثقب أسود.

وضع خريطة المفاهيم

44. ستتنوّع الإجابات. افحص خرائط الطلاب لتتحقق من دقتها.

سؤال تحفيزي

45. أوّلًا يبدو الضوء الصادر من أحد النجوم بأنه يتحرك للخلف وللأمام مما يدل على أنه يدور حول مركز الكتلة. أو قد تحدد الملاحظة المرئية أنّ في النجم تغيّرات في سطوعه مما يدل على مرور أحد النجمين أمام الآخر. لكن عندئذٍ يكون التحليل الطيفي ضروريًا لإثبات ذلك. سيبحث التحليل الطيفي عن الانزياح نحو الأحمر ونحو الأزرق.

الكتابة في ◀ علم الأرض

46. ستختلف الإجابات. ينبغي أن يدرك الطلاب أهمية عمل الكثيرين في علم الفلك. وكذلك عالمات الفلك في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين.

أسئلة حول مستند

أخذت البيانات من: Massey, P., et al. 2002 Orbits of four very massive binaries in the R136 cluster. *The Astrophysical Journal* 565.982-993.

47. النجم A

48. يحدث الكسوف والخسوف عند الدرجات 0 و 0.5 و 1.0.

Scanned by CamScanner

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

1. A
2. A
3. B
4. C
5. A
6. C
7. D
8. B
9. C
10. A

تمرين على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

1. في شهر ديسمبر، يميل القطب الجنوبي نحو الشمس ليقترب منها أكثر من أي وقت آخر خلال العام. في حين يميل القطب الشمالي ليصل إلى أبعد نقطة له عن الشمس. ما الذي يحدث في نصف الكرة الأرضية الشمالي خلال هذا الفترة؟
   - A. الانقلاب الشتوي
   - B. الانقلاب الصيفي
   - C. الاعتدال الربيعي
   - D. الاعتدال الخريفي

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.

2. ما الكوكب الأسرع حركة في مداره؟
   - A. عطارد
   - B. الزهرة
   - C. الأرض
   - D. الشمس

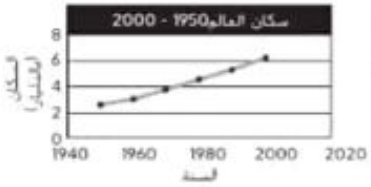
3. أي من المدارات المعروضة لها زاوية انحراف أقرب إلى 0؟
   - A. عطارد
   - B. الزهرة
   - C. الأرض
   - D. القمر

4. تتكوّن طبقة صخور رسوبية من الرواسب التي ترسبت بمعدل 1 cm/year. إذا بلغ سمك طبقة ما 350 m. فكم استغرق تكوّنها بالكامل؟
   - A. 350 عامًا
   - B. 3500 عام
   - C. 35,000 عام
   - D. 350,000 عام

5. أي مما يلي هو الكوكب الغازي العملاق الأكبر؟
   - A. المشتري
   - B. زحل
   - C. أورانوس
   - D. نبتون

6. أي من مصادر الطاقة التالية لا يُستمد من الشمس؟
   - A. الرياح
   - B. المياه
   - C. الحرارية الأرضية
   - D. المحيط

استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن الأسئلة من 7 إلى 9.



7. أي مما يلي يمكنك استنتاجه من الرسم البياني؟
   - A. لن يكون بالإمكان إطعام السكان بعد 80 عامًا من الآن.
   - B. يزداد تعداد سكان العالم بمعدل 1 مليار نسمة كل 10 سنوات.
   - C. بلغ تعداد السكان 2.5 مليار نسمة تقريبًا في العام 1940.
   - D. سيتجاوز تعداد السكان 7 مليارات نسمة قبل حلول العام 2020، وذلك وفقًا لسرعة النمو السكاني الحالي.

8. في ضوء هذا الرسم البياني، ما الذي يمكن افتراضه في ما يخص القدرة الاستيعابية للعالم؟
   - A. العالم في حالة توازن.
   - B. لم يبلغ العالم قدرته الاستيعابية.
   - C. بلغ العالم قدرته الاستيعابية.
   - D. تجاوز العالم قدرته الاستيعابية.

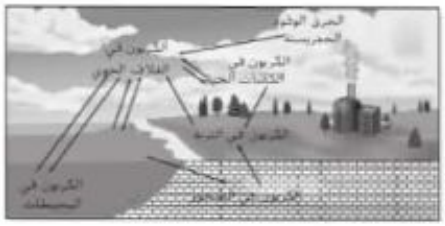
9. الذي تمثّله السنة في الرسم البياني؟
   - A. الثابت
   - B. المتغير التابع
   - C. المتغير المستقل
   - D. المتغير

10. ما أسباب ظهور البقع الشمسية على سطح الشمس؟
   - A. مجالات مغناطيسية شديدة تخترق الطبقة الضوئية
   - B. جسيمات مشحونة تتدفق إلى النظام الشمسي
   - C. بقع موجودة على سطح الطبقة الضوئية، تكون درجة حرارتها أعلى من درجة حرارة المناطق المحيطة بها
   - D. أقاليم من غازات ذات كثافة قليلة في هالة الشمس

Scanned by CamScanner

أسئلة ذات إجابات قصيرة

استخدم الرسم التوضيحي التالي للإجابة عن الأسئلة من 11 إلى 13.



11. هو العملية الموضحة أعلاه.

12. لماذا يُعدّ حرق الوقود الأحفوري جزءًا مهمًا من هذه العملية؟

13. ما سبب وجود تنوع بين عنصر الكربون في الغلاف الجوي وعنصر الكربون في الكائنات الحية؟

14. كيفية اختلاف الغلاف الجوي للأرض في حال انعدام الحياة عليها

15. لماذا يُمثّل الارتفاع الطفيف في درجة الحرارة الناجم عن الاحترار العالمي خطرًا على الأرض؟

16. لماذا يُعدّ وجود حارة للقيادة السريعة للسيارات متعددة الركاب من الأشكال الجيدة للمحافظة على الطاقة؟

نص لتعزيز الفهم

تأثير الشمس في المناخ

تشير دراسة حديثة إلى أن البقع الشمسية تغيّر من كمية الطاقة التي يستمدها كوكب الأرض من الشمس، لكن ليس بما يكفي للتأثير في تغيّر المناخ العالمي. ولطالما كان دور الشمس في حدوث الاحترار العالمي مثار جدل ومن المرجح أن يظلّ كذلك. فقد عكف العلماء منذ زمن جاليليو على فهم العلاقة بين الشمس ومناخ الأرض. وقد كان من البديهي إدراك أن درجة سطوع الشمس المتفاوتة، مثل ظهور البقع الشمسية وتلاشيها، ربما يكون لها تأثير في المناخ. تنطوي معظم نماذج المناخ بالفعل على تأثيرات زيادة قوة الشمس وانخفاضها في مناخ الأرض. ويتغير عدد دورات البقع مع مرور الوقت، حيث تصل إلى ذروتها كل 11 سنة. لكن تبقى التغيرات الناتجة عن البقع الشمسية في قوة الشمس أقل من أن تسبّب حدوث تغيرات مناخية ملحوظة في البيانات التاريخية. لا يتجاوز الفرق في السطوع بين النقطة العليا لدورة البقع الشمسية والنقطة الدنيا لها نسبة 0.1 بالمئة من إجمالي طاقة الشمس.

Handwerk, B. Don't blame Sun for global warming, البحث بالمئة من study says. *National Geographic News*. September 13, 2006.

17. ما الذي يمكن الاستدلال عليه من هذه الفقرة؟
   - A. أن البقع الشمسية للشمس لا تؤثر في تغيّر المناخ العالمي.
   - B. أن البقع الشمسية تغيّر بدرجة كبيرة كمية الطاقة التي تستمدها الأرض من الشمس.
   - C. كان يُعتقد منذ زمن طويل أن البقع الشمسية تغيّر مناخ الأرض.
   - D. أن كمية الطاقة الصادرة عن البقعة الشمسية تتغيّر بدرجة كبيرة خلال دورتها.

18. كم تبلغ تقريبًا نسبة تأثير دورة البقعة الشمسية في تغيّر مقدار الطاقة الصادرة عن الشمس؟
   - A. 11 بالمئة
   - B. 1.0 بالمئة
   - C. 0.1 بالمئة
   - D. 0.01 بالمئة

19. في حين أن البقعة الشمسية تغيّر كمية الطاقة التي تستمدها الأرض من الشمس، لماذا لا تؤثر في المناخ؟

فخر الوطن Fakhr Alwatan
زايد 2018 عام

حقوق النشر والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة تعليم الشرق الأوسط

إجابة قصيرة

11. يعرض الرسم التوضيحي دورة الكربون الذي تمتصه الكائنات الحية من الغلاف الجوي ويترسب في كوكب الأرض ويندمج في التربة، ثم تستخدمه الكائنات الحية أو يُخزَّن كوقود أحفوري حتى ينبعث مرة أخرى في الغلاف الجوي.
12. يُخزَّن الكربون في التربة في عدة أشكال منها الوقود الأحفوري. ويؤدي حرق الوقود الأحفوري إلى إطلاق الكربون مرة أخرى في الهواء، وتستمر الدورة.
13. تمتص بعض الكائنات الحية، مثل النباتات، مركبات الكربون أثناء عملية البناء الضوئي ويطلق البعض الآخر، مثل الحيوانات، مركبات الكربون أثناء عملية التنفس.
14. يُحتمل أن يحتوي الغلاف الجوي على كميات قليلة أو منعدمة من الأكسجين الذي ينتج من عملية البناء الضوئي في البكتيريا والنباتات. وبدلًا من ذلك، سيحتوي الغلاف الجوي على الأرجح على كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون.
15. نموذج الإجابة: قد يؤدي الارتفاع الطفيف في درجة الحرارة إلى تغيرات في أنماط الرياح وهطول المطر، مما يؤثر في مناطق الزراعة ويؤثر سلبيًا في إنتاج الطعام. كما أن الثلوج والجبال الجليدية قد تنصهر فتؤدي إلى حدوث فيضانات في المناطق منخفضة السطح.
16. يتيح توفير المسرات للسيارات التي تحمل العديد من الركاب الناس على مشاركة المركبات. ويساعد ذلك في تقليل عدد السيارات على الطرق وفي الحفاظ على الوقود.

نص لتعزيز الفهم

17. A
18. C
19. يتغيّر سطوع البقع الشمسية، خلال دورتها التي تستغرق 11 عامًا بنسبة أقل من 0.1 في المئة. ونظرًا إلى أنّ هذا التغيّر بسيط للغاية، تكون الزيادة في كمية الطاقة التي يتلقاها كوكب الأرض صغيرة جدًا لدرجة أن المناخ لا يتغيّر.

Scanned by CamScanner