

علوم الأرض والبيئة

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الثاني

9

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيساً)

د. محمود عبد اللطيف حبوش د. مروة خميس عبد الفتاح سكيمة محي الدين جبر (منسقاً)

لؤي أحمد منصور

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسرُّ المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

☎ 06-5376262 / 237 ☎ 06-5376266 ☎ P.O.Box: 2088 Amman 11941

📌 @nccdjor 📧 feedback@nccd.gov.jo 🌐 www.nccd.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدرّس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج في جلسته رقم ()، تاريخ ()، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم ()، تاريخ ()، بدءاً من العام الدراسي 2022 / 2023 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2022.

- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN: 978 -

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(/ /)

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

علوم الأرض والبيئة: الصف التاسع: كتاب الطالب (الفصل الدراسي الثاني) // المركز الوطني لتطوير المناهج -

عمّان: المركز، 2022

() ص.

ر.إ.: 2022/4/1953

الوصفات: تطوير المناهج // المقررات الدراسية // مستويات التعليم // المناهج /

يتحمّل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتواه، ولا يُعبّر هذا المصنّف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, sorted in retrieval system, or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying in the United Kingdom issued by the Copyright Licensing Agency Ltd, Barnard's Inn, 86 Fetter Lane, London, EC4A 1EN.

British Library Cataloguing -in- Publication Data

A catalogue record for this publication is available from the Library.

1443 هـ / 2022 م

الطبعة الأولى (التجريبية)

قائمة المحتويات

5	المقدمة
7	الوحدة الثالثة: النظام الشمسي
10	الدرس الأول: نشأة النظام الشمسي
15	الدرس الثاني: مكونات النظام الشمسي
27	الإثراء والتوسع: المذنبات
28	مراجعة الوحدة
31	الوحدة الرابعة: النفايات الصلبة
34	الدرس الأول: مصادر النفايات الصلبة
41	الدرس الثاني: التخلّص من النفايات الصلبة
50	الإثراء والتوسع: النفايات الإلكترونية
51	مراجعة الوحدة
53	الوحدة الخامسة: الغلاف الجوي
56	الدرس الأول: خصائص الغلاف الجوي
62	الدرس الثاني: تسخين الغلاف الجوي
68	الإثراء والتوسع: الاحتباس الحراري
69	مراجعة الوحدة
71	مسرد المصطلحات
74	قائمة المراجع

المقدمة

انطلاقاً من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الإنسان الأردني، وتسليحه بالعلم والمعرفة؛ سعى المركز الوطني لتطوير المناهج، بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم، إلى تحديث المناهج الدراسية وتطويرها، لتكون معيماً للطلبة على الارتقاء بمستواهم المعرفي، ومجازاة أقرانهم في الدول المتقدمة. يعدُّ هذا الكتاب واحداً من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحلّ المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وفق أفضل الطرائق المتبعة عالمياً؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها لحاجات طلبتنا والكوادر التعليمية. جاء هذا الكتاب محققاً مضامين الإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعاييرها، ومؤشرات أدائها المتمثلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الواحد والعشرين، وقادر على مواجهة التحديات، ومعزز - في الوقت نفسه - بانتمائه الوطني. وتأسيساً على ذلك، فقد اعتمدت دورة التعلّم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلّمية التعليمية، وتوفّر لهم فرصاً عديدة للاستقصاء، وحلّ المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلاً عن اعتماد المنحنى التكاملية STEAM في التعليم الذي يستعمل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

يحتوي الفصل الدراسي الثاني من كتاب علوم الأرض والبيئة للصف التاسع على ثلاث وحدات دراسية هي: النظام الشمسي، والنفائات الصلبة، والغلاف الجوي، وتحتوي كل وحدة منها على تجربة استهلاكية، وتجارب وأنشطة استقصائية متضمنة في الدروس، والموضوع الإثرائي في نهاية كل وحدة. يضاف إلى ذلك الأسئلة التقييمية، بدءاً بالتقويم التمهيدي المتمثل في طرح سؤال في بداية كل وحدة ضمن بند (أتأمل الصورة)، وانتهاءً بالأسئلة التكوينية المتنوعة في نهاية كل موضوع من موضوعات الدروس، فضلاً عن الأسئلة التقييمية في نهاية كل درس، والتقويم الختامي في نهاية كل وحدة، التي تتضمن أسئلة تثير التفكير. وقد ألحق بالكتاب كتاب الأنشطة والتجارب العملية، الذي يحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب وأسئلة مثيرة للتفكير؛ لتساعده على تنفيذها بسهولة. ونحن إذ نقدم هذه الطبعة من الكتاب فإننا نأمل أن يسهم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية المتعلم، وتنمية اتجاهات حب التعلّم ومهارات التعلّم المستمر، فضلاً عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواه، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بملاحظات الكوادر التعليمية.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

النظام الشمسي

Solar System

الوحدة

3

قال تعالى:

﴿وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ﴾

(سورة الأنبياء: الآية 33)

أتأمل الصورة

تُعدُّ الشمسُ مركزَ النظامِ الشمسيِّ، ويدورُ حولها ثمانية كواكبَ بمداراتٍ محدَّدةٍ، وباتجاهٍ واحدٍ، فما الخصائصُ التي تميِّزُ الكواكبَ عن بعضها؟ وما الفرضياتُ الأكثرُ قبولاً في تفسيرِ نشأتها، ونشأة كلِّ من الشمسِ والقمرِ؟

الفكرة العامة:

جاءت معرفتنا اليوم عن كيفية نشأة النظام الشمسي وخصائص مكوناته نتيجة لاكتشافات أنجزت من قِبَل العلماء عبر قرونٍ مضت.

الدرس الأول: نشأة النظام الشمسي

الفكرة الرئيسة: تعددت الفرضيات، وظهرت تفسيراتٌ عدّة من علماء الفلك حول كيفية نشأة الشمس والكواكب والقمر.

الدرس الثاني: مكونات النظام الشمسي

الفكرة الرئيسة: يتكوّن النظام الشمسي من الشمس، وأجرام متنوعةٍ أخرى، مثل الكواكب والكويكبات تدور حولها في مداراتٍ محددة.

مقارنة حجم كواكب النظام الشمسي بحجم الأرض

تعد الشمس إحدى النجوم متوسطة الحجم نسبةً إلى باقي نجوم مجرة درب التبانة، وعلى الرغم من ذلك، فإنها أكبر حجمًا من كوكب المشتري الذي يعد عملاق كواكب النظام الشمسي بعشرة أضعاف تقريبًا. فما أحجام كواكب النظام الشمسي التقريبية؟ مقارنةً بحجم الأرض؟

المواد والأدوات: معجون أطفال بألوان مختلفة، مسطرة، بطاقات، مقص، غراء، أو شريط لاصق، خيط صوف، جدول بيانات يوضح قطر الكوكب نسبةً لقطر الأرض.

الكوكب	قطر الكوكب نسبةً لقطر الأرض	الكوكب	قطر الكوكب نسبةً لقطر الأرض
عطارد	0.4	المشتري	11
الزهرة	1	زحل	9.5
الأرض	1	أورانوس	4
المريخ	0.5	نبتون	3.9

إرشادات السلامة: الحذر عند استخدام المقص، وأستعين بمعلمي / معلّمتي إذا احتاج الأمر ذلك.
خطوات العمل:

- 1 أصنع كرة من معجون الأطفال بقطر (2 cm) باستخدام المسطرة لتمثل كوكب الأرض، وألصق عليها ورقة باسم كوكب الأرض.
- 2 أحسب طول قطر كوكب عطارد بالاستفادة من المعلومات المتوفرة في الجدول، فيكون طوله $(0.4 \times 2 = 0.8 \text{ cm})$.
- 3 أصنع كرة من معجون الأطفال بقطر (0.8 cm) باستخدام المسطرة، لتمثل كواكب عطارد، وألصق عليها ورقة باسم الكوكب.
- 4 أكثّر الخطوات باستخدام معجون الأطفال؛ لصنع كرات باقي الكواكب: المشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون.

التحليل والاستنتاج:

1. **أرتّب** الكواكب حسب أحجامها تنازليًا.
2. **أقارن** بين أحجام الكواكب التي تقع بين مدار الأرض حول الشمس والشمس، بالكواكب التي تقع خارج مدار الأرض حول الشمس.
3. **أستنتج** العلاقة بين حجم الكوكب، وبُعده عن الشمس.
4. **أتوقع:** لماذا لا تتصادم الكواكب بعضها ببعض؟

نشأة الشمس والكواكب

Genesis of the Sun and Planets

تعلمت في صفوفٍ سابقةٍ أن النجوم أجسامٌ مضيئةٌ في الفضاء، أقربها إلينا الشمس، ويعتقد العلماء أن المادة الأولية التي نشأ منها النجوم هي السديم الكوني التي تملأ الفضاء الكوني، ويُعرف السديم Nebula بأنه سحابةٌ كونيةٌ من الغبار الكوني، والغازات التي يتكوّن معظمها من غازي الهيدروجين، والهيليوم، ونسبة ضئيلة من العناصر الأخرى. أنظر الشكل (1). يفترض العلماء أن الشمس قد نشأت من سحابةٍ سديميةٍ ذات كثافةٍ أعلى من باقي المناطق السديمية المجاورة، وهذا ما تفترضه الفرضية السديمية التي تُعدُّ أكثر الفرضيات قبولاً في تفسير نشأة النظام الشمسي عند علماء الفلك. فكيف فسرت الفرضية السديمية نشأة الشمس، والكواكب من مادة السديم؟

الشكل (1): سديمٌ ونجومٌ في الفضاء.

الفكرة الرئيسة:

تعددت الفرضيات، وظهرت تفسيرات عدة من علماء الفلك حول كيفية نشأة الشمس، والكواكب، والقمر.

نتائج التعلم:

- أشرح مفهوم السديم ومكوناته.
- أتبع خطوات تكوّن الشمس مع الكواكب من السديم.
- أناقش أحدث فرضيات نشأة القمر.
- أفكر في عظمة الله تعالى في خلق النظام الشمسي.

المفاهيم والمصطلحات:

Nebula	السديم
Nebular Hypothesis	الفرضية السديمية
Fission Hypothesis	فرضية الانشطار
	فرضية الاصطدام العملاق
Giant Impact Hypothesis	
	فرضية الالتقاط
Capturing Hypothesis	

أبحث:



مستعيناً بمصادر المعرفة المتوافرة لديّ ومنها شبكة الإنترنت، أبحث عن فرضية المدّ الغازي التي فسّرت نشأة النظام الشمسيّ، وأصمّم عرضاً تقديمياً، وأعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أفكر:

أستنتج: كيف تكوّنت الأجرام الصغيرة مثل: الكويكبات والمذنبات؟

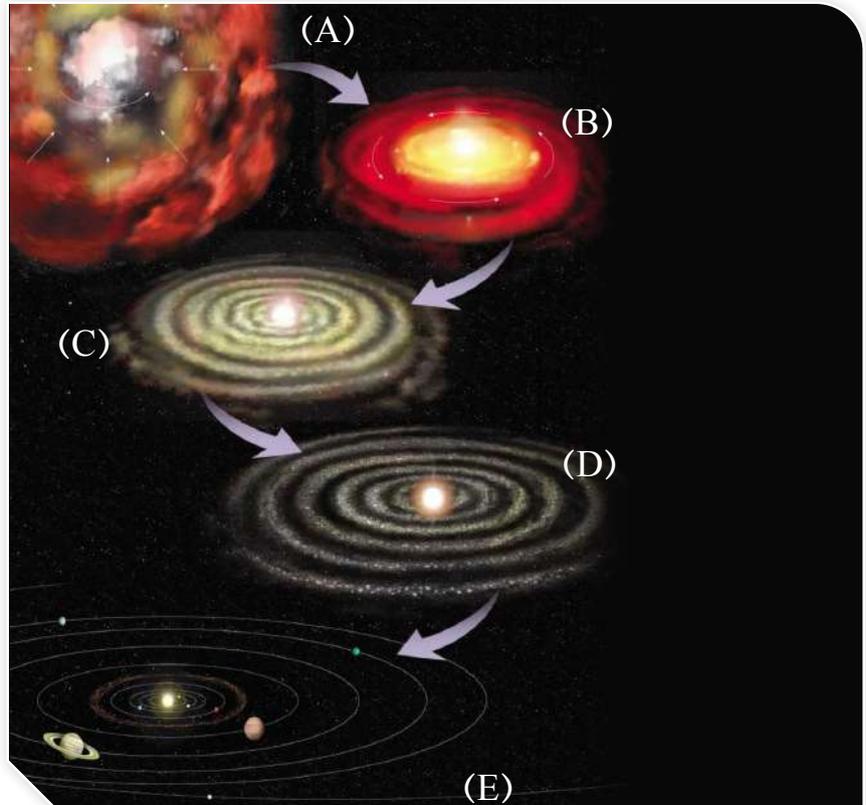
- الشكل (2): نشأة النظام الشمسيّ، بحسب الفرضية السديمية؛ وفق المراحل الآتية:
- (A): سحابة ضخمة.
 - (B): قرص مفلطح.
 - (C): حلقات غازية داخل القرص.
 - (D): تكوّن الشمس البدائية.
 - (E): تكوّن الكواكب.

تنصّ الفرضية السديمية Nebular Hypothesis على أنّ "الأجرام جميعها المكوّنة للنظام الشمسيّ، نشأت من مادةٍ أوليّةٍ واحدةٍ هي سحابةٌ ضخمةٌ تتكوّن في معظمها من غازي الهيدروجين، والهيليوم، وغبارٍ كونيّ، ومركباتٍ هيدروجينيةٍ مثل: الميثان، والأمونيا، وبخار الماء، انكمشت وتقلّصت تحت تأثير الجاذبية". قال تعالى:

﴿ ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ وَهِيَ دُخَانٌ فَقَالَ لَهَا وَلِلْأَرْضِ ائْتِيَا طَوْعًا أَوْ كَرْهًا قَالَتَا أَتَيْنَا طَائِعِينَ ﴾
(سورة فصلت: الآية 11).

وقد تكوّن النظام الشمسيّ عندما اتخذت السحابة شكل القرص المفلطح. ومع مرور الوقت تشكّلت حلقاتٌ غازيةٌ داخل القرص؛ مشكّلةً أنوية الكواكب، ثم تكوّنت الشمس البدائية. وباستمرار انخفاض درجة الحرارة داخل السحابة السديمية تشكّلت الكواكب مع الزمن. أنظر الشكل (2).

✓ **أنحقّق:** أحدّد مراحل نشأة النظام الشمسيّ؛ وفق الفرضية السديمية.



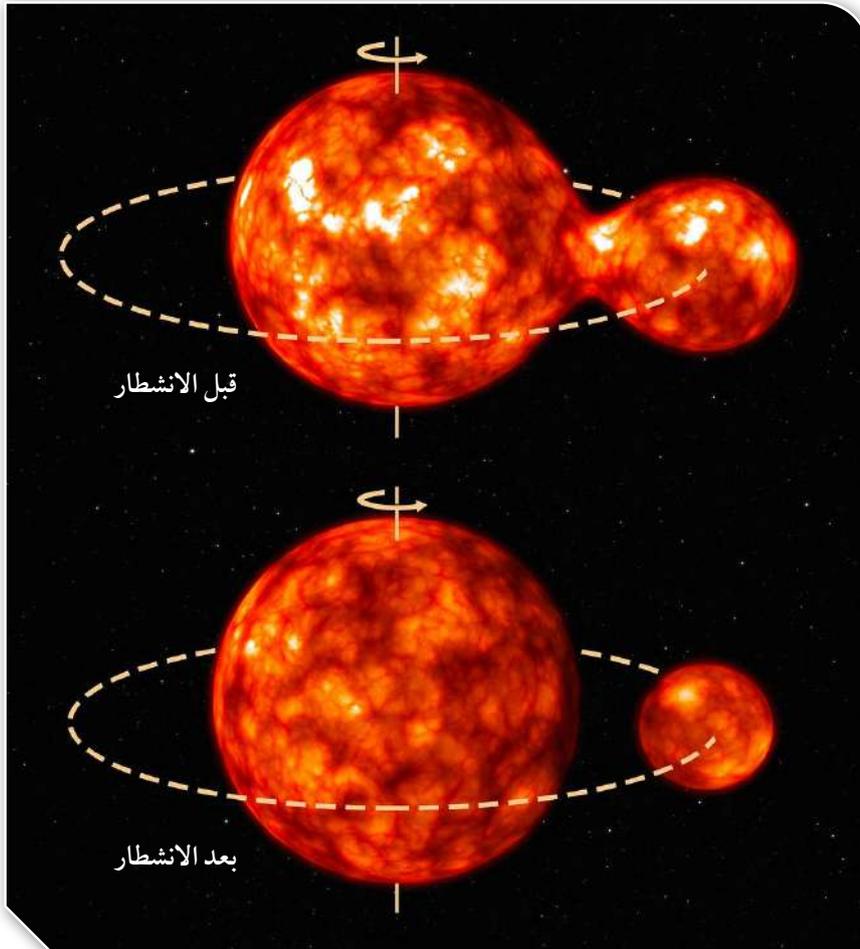
فرضيات نشأة قمر الأرض

Hypotheses of the Moon's Genesis

يُعدُّ قمرُ الأرضِ من أوضحِ الأجرامِ السماويةِ التي يمكنُ مشاهدتها بسهولةٍ ليلاً، وهو الجارُّ الأقربُ إلى الأرضِ في الفضاءِ. وقبلَ حصولِ العلماءِ على عَيِّناتٍ صخريةٍ من سطحِ القمرِ، كانَ هناكَ فرضياتٌ عدَّةٌ تبحثُ في كيفيةِ نشوءِ القمرِ أهمُّها:

فرضيةُ الانشطارِ Fission Hypothesis

تُسمَّى الفرضيةُ التي تنصُّ على أن "القمرَ كانَ جزءاً من الأرضِ، ثمَّ بسببِ سرعةِ دورانِ الأرضِ قديماً في بدايةِ تكوُّنِ النظامِ الشمسيِّ، انشطرَ عنها" **فرضيةُ الانشطارِ Fission Hypothesis**. أنظرُ الشكلَ (3). وقد استندَ العلماءُ في هذهِ الفرضيةِ على التشابهِ بينَ خواصِّ سطحِ القمرِ، والقشرةِ الأرضيةِ.



أفخر

كيفَ تمكَّن العلماءُ منَ الحصولِ على عَيِّناتٍ صخريةٍ من سطحِ القمرِ؟

الرَّبطُ بالتكنولوجيا

تتَّجهُ وكالةُ الفضاءِ الأمريكيةِ ناسا (NASA) إلى تشييدِ قاعدةٍ دائمةٍ يقيمُ فيها روادُ الفضاءِ على سطحِ القمرِ، ومن المحتملِ أن تُقامَ هذه القاعدةُ بالقربِ من القطبِ الجنوبيِّ للقمرِ، وأن تُستخدمَ مركزاً علمياً، وتأمينَ نقطةٍ للتزوُّدِ بالوقودِ في الفضاءِ، وقد تصبحُ خطوةً البدايةً على طريقِ الرحلاتِ المأهولةِ إلى كوكبِ المريخِ.

الشكلُ (3): نشأة القمرِ؛ بناءً على فرضيةِ الانشطارِ.
أتوقُّعُ: هل يتشابهُ القمرُ والأرضُ بالتركيبِ في ضوءِ فرضيةِ الانشطارِ؟



يُعرفُ التّقيومُ الهجريُّ بالتّقيومِ القمريِّ؛ لأنّه يعتمدُ على دورانِ القمرِ حولَ الأرضِ، حيثُ يكتملُ الشهرُ الهجريُّ باكتمالِ دورةِ القمرِ، وذلك على عكسِ التّقيومِ الميلاديِّ (الشمسيِّ) الذي يعتمدُ على دورانِ الأرضِ حولَ الشمسِ.

أبحاثُ:



توجدُ فرضيَّاتٌ أخرى تفسّرُ نشأةَ القمرِ، ومنها: فرضيَّةُ التراكمِ Accretion Hypothesis. أستخدمُ بشبْكةِ الإنترنتِ للوصولِ إلى مواقعِ إلكترونيَّةٍ متخصصةٍ بعلمِ الفلكِ، وأبحثُ عن هذه الفرضية، وأصمّمُ عرضًا تقديميًّا، وأعرضُه أمامَ زملائي/ زميلاتِي في الصفِّ.

فرضيَّةُ الاصطدامِ العملاقِ Giant Impact Hypothesis

تنصُّ فرضيَّةُ الاصطدامِ العملاقِ Giant Impact Hypothesis

على أنّ "جسمًا صخريًّا بحجمِ كوكبِ المريخِ يسمّى (ثيا) Theia اصطدمَ بالأرضِ عندما كانت لا تزالُ منصهرةً بمعظمِها؛ مشكّلاً قرصًا من الحطامِ الصخريِّ يحيطُ بالأرضِ، ويتكوّنُ هذا القرصُ من موادٍّ من ستارِ الأرضِ، إضافةً إلى جزءٍ من اللبِّ الحديديِّ للجسمِ الصخريِّ الصادم. وتدرجيًّا تجمّعَ هذا الحطامُ معًا ليشكّلَ جسمًا صخريًّا واحدًا تابعًا للأرضِ، وهو القمرُ". أنظرُ الشكلَ (4).

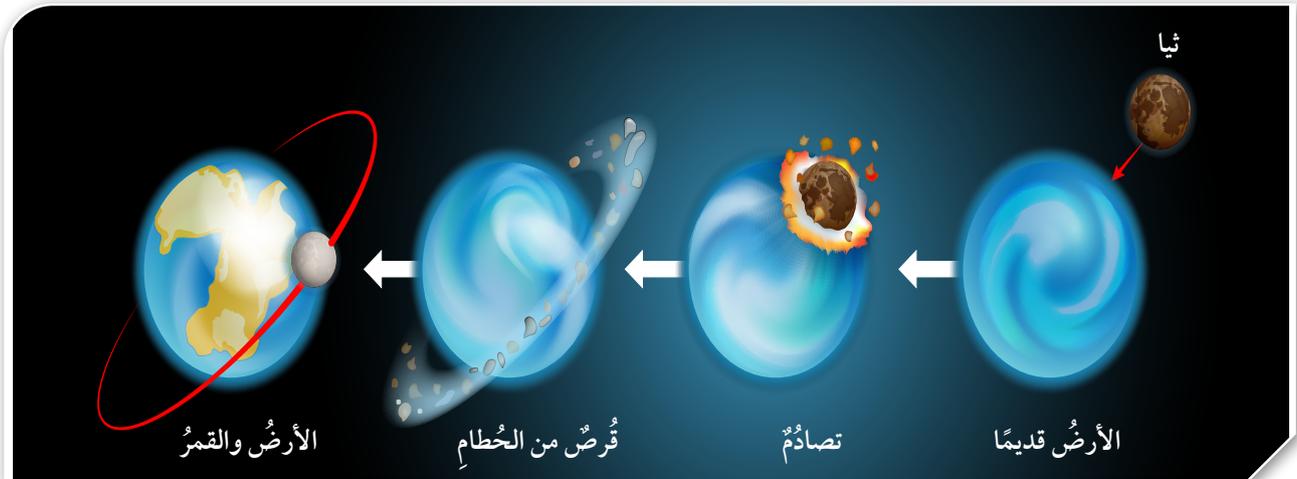
فرضيَّةُ الالتقاطِ Capturing Hypothesis

تنصُّ فرضيَّةُ الالتقاطِ Capturing Hypothesis على أنّ القمرَ

تشكّلَ في جزءٍ ما من النظامِ الشمسيِّ، وفي أثناءِ حركته في الفضاءِ اقتربَ من الأرضِ، وأمسكتْ به بفعلِ قوّةِ الجذبِ المتبادلةِ، وما زالَ يدورُ حولَ الأرضِ حتى الآنَ.

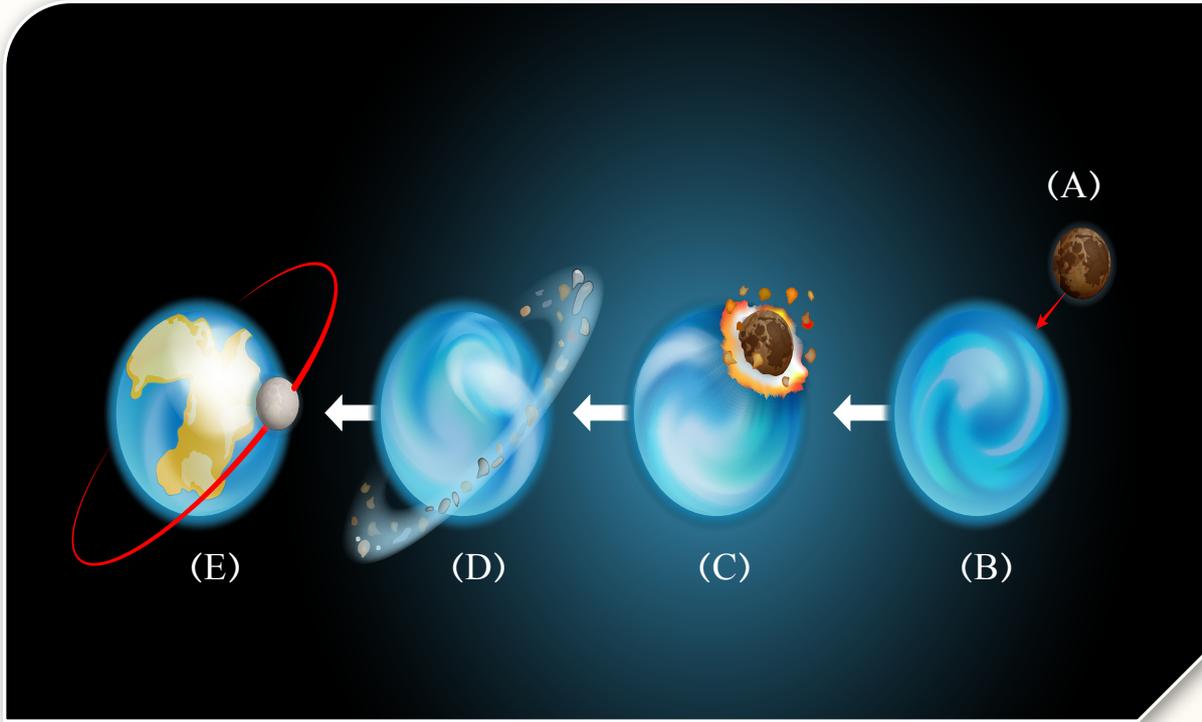
✓ **أتحقّقُ:** أذكرُ نصَّ فرضيَّةِ الانشطارِ.

الشكلُ (4): مراحلُ نشأةِ القمرِ؛ وفقًا لفرضيَّةِ الاصطدامِ العملاقِ. أتوقّعُ: ماذا يمكنُ أن يحدثَ لو كانَ الجسمُ الصخريُّ المصطدمُ بالأرضِ بحجمِ الشمسِ؟



مراجعةُ الدرس

1. الفكرةُ الرئيسيَّةُ: أصفُ المراحلَ التي نشأ بها النظامُ الشمسيُّ.
2. أوضحُ الغازاتِ الرئيسيَّةَ التي يتكوَّن منها السَّديمُ.
3. أتبعُ مراحلَ نشأةِ القمرِ؛ وفقاً لفرضيَّةِ الانشطارِ.
4. أحددُ الفرضيَّةَ الأكثرَ قبولاَ لتفسيرِ نشأةِ القمرِ؛ مبرِّراً إجابتي.
5. يمثِّل الشكلُ الآتي مراحلَ نشأةِ القمرِ؛ وفقاً لفرضيَّةِ الاصطدامِ العملاقِ. أدرُس الشكلَ، ثمَّ أجيبُ عن الأسئلةِ التي تليه:



- أ - أذكرُ نصَّ فرضيَّةِ الاصطدامِ العملاقِ.
- ب - أحددُ ما تمثِّله المراحلُ (A, B, C, D, E).
- ج - أتوقَّعُ: هل يتشابهُ القمرُ والأرضُ بالتركيبِ في ضوءِ هذه الفرضيَّةِ؟ لماذا؟

Planets of the Solar System الكواكب النظام الشمسي

يتضمن النظام الشمسي ثمانية كواكب تدور حول الشمس بمداراتٍ محددة، وبتجاهٍ واحدٍ، وهذه الكواكب منها ما هو صغير الحجم، ومنها ما هو كبير، وبعض تلك الكواكب يمتلك أقماراً تدور حوله، وبعضها الآخر يفتقر لأي قمر، وبعضها سطحه ساخن جداً؛ لقربه من الشمس، وبعضها الآخر سطحه بارد جداً؛ لبُعده عن الشمس؛ لذا، تقسم الكواكب إلى قسمين: الكواكب الأرضية، وهي: عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ. والكواكب العملاقة الغازية، وهي: المشتري، وزحل، وأورانوس، ونبوتون.

الكواكب الأرضية Terrestrial Planets

تُعرف الكواكب الأرضية Terrestrial Planets أيضاً بالكواكب الداخلية، أو الكواكب الصخرية، وهي الكواكب التي تدور في المدارات الأقرب إلى الشمس، وترتّب بحسب بُعدها عن الشمس، على النحو الآتي: عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ.

عطارد Mercury أصغر كواكب النظام الشمسي وأقربها للشمس، ويمكن رؤيته بالعين المجردة في السماء. أنظر الشكل (5). يستغرق دوران كوكب عطارد حول الشمس مدة 88 earth days، وتمثل هذه المدة سنته، ويستغرق دورانه حول نفسه دورة كاملة قرابة 59 earth days، ما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارته ليلاً؛ لتصل قرابة -180°C ، وارتفاعها عند منتصف النهار؛ لتصل إلى 427°C .



الشكل (5): كوكب عطارد.

الفكرة الرئيسة:

يتكوّن النظام الشمسي من الشمس، وأجرام متنوعة أخرى مثل: الكواكب والكويكبات تدور حولها في مداراتٍ محددة.

نتائج التعلم:

- أصف خصائص القمر والكواكب؛ وفق نتائج رحلات الفضاء الحديثة.
- أشرح معادلات كبلر في مدارات الكواكب.
- أصمّم نموذجاً للشمس وتوابعها.
- أوضح المقصود بالكويكبات وكيفية نشأتها.
- أتمن دور علماء الفلك في تعريف مكونات النظام الشمسي.

المفاهيم والمصطلحات:

الكواكب الأرضية	Terrestrial Planets
الكواكب العملاقة	The Giant Planets
الفوهات	Craters
الكويكبات	Asteroids
حزام الكويكبات	Asteroids Belt
الأوج	Aphelion
الحضيض	Perihelion

الزُّهْرَةُ Venus أقربُ الكواكبِ إلى الأرضِ، ويشبهُها من حيثِ الحجمِ والكثافةِ إلى حدِّ كبيرٍ. ويُعدُّ من أسطعِ الأجرامِ السماويَّةِ التي نشاهدُها في السماءِ بعدَ الشمسِ والقمرِ، ويستغرقُ دورَّانهُ حولَ الشمسِ مدَّةَ 225 earth days وحولَ نفسه 243 earth days، ما يدلُّ على أنه الكوكبُ الوحيدُ الذي يكونُ يومُهُ أطولَ من سنَّتهِ. كما أنَّ درجةَ حرارتهِ السطحيَّةِ مرتفعةٌ جدًّا، وتصلُ إلى 465°C . وهذا يعني أنَّها أعلى من درجةِ حرارةِ كوكبِ عطارد؛ نظرًا لأنَّ كثافةَ غلافه الجويِّ عاليةٌ جدًّا، حيثُ يتكوَّنُ بنسبةٍ 95% من غازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ؛ إضافةً إلى أكاسيدِ الكبريتِ والقليلِ من بخارِ الماءِ. أنظرُ الشكلَ (6).



الشكل (6): كوكبُ الزُّهْرَة.

افخّر

لماذا يُطلَقُ على كوكبِ الزُّهْرَة اسمُ نجمةِ الصبّاحِ، ونجمةِ المساءِ؟

الأرضُ Earth ثالثُ الكواكبِ بُعدًا عن الشمسِ، حيثُ يبعدُ عن الشمسِ وحدةً فلكيَّةً واحدةً (1 AU)، ويُعدُّ الكوكبُ الوحيدُ في النظامِ الشمسيِّ الذي يتمتَّعُ بظروفٍ مناسبةٍ لدعمِ الحياةِ. أنظرُ الشكلَ (7).

✓ **أتحقَّقُ:** أقرنُ بينَ كوكبيِّ عطاردِ والزُّهْرَة من حيثِ البُعدِ عن الشمسِ، ودرجةِ حرارةِ السطحِ.



الشكل (7): كوكبُ الأرضِ.

الرِّبْطُ بالبيئَة

تُعدُّ الأمطارُ التي تسقطُ على سطحِ كوكبِ الزُّهْرَة أمطارًا حمضيَّةً، ويعودُ السببُ في ذلكِ لاحتواءِ غلافه الجويِّ السميكَ على غازِ ثاني أكسيدِ الكبريتِ الذي يتصاعدُ من البراكينِ المنتشرةِ على سطحِ هذا الكوكبِ.

الرّبط بالفيزياء



يقيس العلماء المسافات بين الكواكب في الفضاء بطريقتين: أولاً استخدام الوحدة الفلكية (AU)؛ وهي تمثل بُعد الأرض عن الشمس، وتساوي (149.6 million km). أمّا الطريقة الأخرى، فهي استخدام سرعة الضوء، حيث ينتقل الضوء في الفضاء بسرعة تقدر بحوالي 300,000 km/s تقريباً.

الرّبط بالفلك

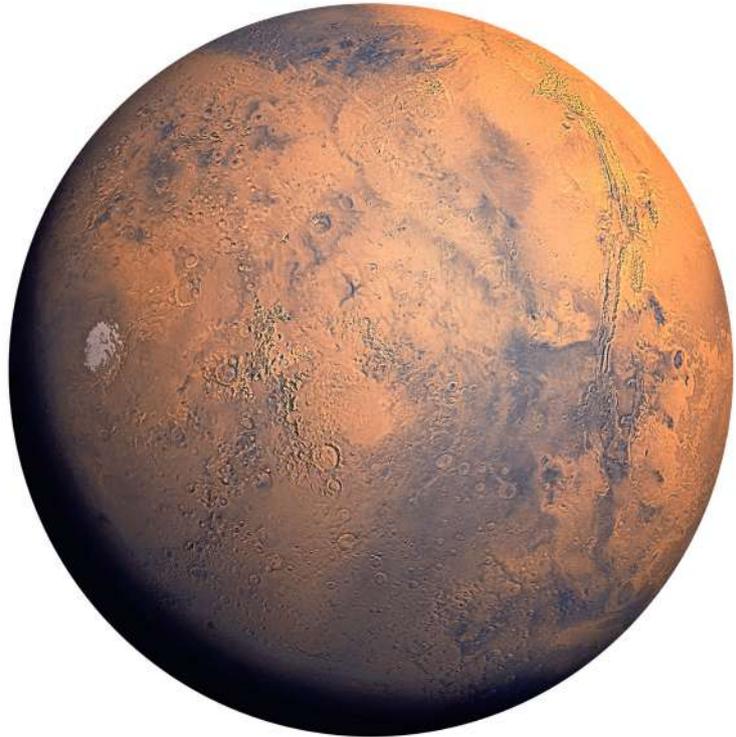


أخرج علماء الفلك بلوتو من كواكب النظام الشمسي؛ لأن من أهم شروط الكوكب أن يكون حجمه أكبر بكثير من حجم الأقمار التي تدور حوله، ولم يحقق بلوتو هذا الشرط، كما أنه يشبه الكواكب الصخرية من حيث التكوين الصخري والكثافة، وعلى الرغم من ذلك فهو قريب من الكواكب الغازية؛ لذلك، افترض العلماء بأنه قمر تابع لكوكب نبتون وليس كوكباً.

المريخ Mars وهو رابع الكواكب بُعداً عن الشمس، ويتميز بلون ترابته المائل إلى الحمرة، وذلك لغناها بأكاسيد الحديد. ويمتاز بأن غلافه الجوي رقيق، ويتكوّن في معظمه من غاز ثاني أكسيد الكربون، وقليل من الأرجون والنيتروجين، ونسبة ضئيلة جداً من الأكسجين، وبخار الماء، ويسود سطح المريخ البرد القارس؛ بسبب بعده عن الشمس. أنظر الشكل (8).

الكواكب العملاقة The Giant Planets

تُعرف الكواكب العملاقة **The Giant Planets** أيضاً بالكواكب الخارجية أو الكواكب الغازية، وهي الكواكب الأبعد عن الشمس، وهي ذات غلاف جويّ ضخم، وعميقة تتكوّن في معظمها من غازي الهيدروجين والهيليوم، وهي على الترتيب: المشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون. ودرجة حرارة هذه الكواكب تتراوح بين -140°C على المشتري، و -220°C على نبتون.



الشكل (8): كوكب المريخ.

المشتري Jupiter أكبر الكواكب حجماً في النظام الشمسي، ومن أكثر الظواهر التي يميّزُ بها كوكبُ المشتري وجودُ البقعة الحمراء الكبرى على سطحه بوضوحٍ الشكل، وتقعُ في النصفِ السفليِّ للكوكب، التي تدورُ مع الكوكبِ محافظةً على موقعها من دونِ تغييرٍ. ويعتقدُ العلماءُ أنّها نظامٌ من العواصفِ الشديدة، وما زالَ العلماءُ غيرَ متأكدينَ من طبيعتها. أنظرُ الشكلَ (9).



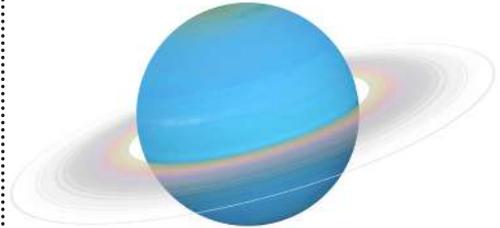
الشكلُ (9): كوكبُ المشتري.

زحل Saturn ثاني كوكبٍ عملاقٍ من حيث الحجم في النظام الشمسي، ويمكنُ رؤيته بسهولةٍ بالعين المجردة إذا أمكنَ تحديدهُ موقعه في السماء؛ وذلك نظراً لسطوعه الشديد. يحيطُ بالكوكبِ حلقاتٌ عديدةٌ وسميكةٌ تتكوّنُ من رمالٍ وأتربةٍ وشظايا مغلفةٍ بطبقةٍ جليديةٍ صغيرة الحجم. ويعتقدُ العلماءُ أنّ أصلَ هذه الحلقاتِ أجزاءٌ من مخلفاتِ تصادمِ أقمارِ زحلٍ بالمدنّبات، والكويكبات. أنظرُ الشكلَ (10).



الشكلُ (10): كوكبُ زحل.

أورانوس Uranus يظهرُ كقرصٍ أخضرٍ مزرّق، ويُعدُّ الكوكبَ الوحيدَ الذي يضطجعُ على جانبه، بمعنى أنّه في أثناءِ دورانه حولَ الشمسِ، يواجهُ أحدُ قطبيهِ الشمسَ، ثمَّ يواجهُها القطبُ الآخرُ في تعاقبٍ. أنظرُ الشكلَ (11).



الشكلُ (11): كوكبُ أورانوس.

نبتون Neptune يظهرُ على شكلِ قرصٍ أزرقٍ اللون، وهو أبعدُ الكواكبِ عن الشمسِ، ويلاحظُ وجودُ بقعةٍ داكنةٍ في النصفِ الجنوبيِّ من الكوكبِ، يُعتقدُ أنّها عاصفةٌ دورانيةٌ. أنظرُ الشكلَ (12).

✓ **أنحَقِّقْ:** أفسِّرْ لماذا سُمِّيَ كوكبُ المريخِ بالكوكبِ الأحمرِ؟



الشكلُ (12): كوكبُ نبتون.

أفكِّرْ

ما أثرُ التكوينِ الغازيِّ في حجمِ كلِّ من كوكبي المشتري وزحل؟

أقمار الكواكب Moons Planets

يتبع معظم الكواكب عددًا من الأقمار تختلف في حجمها وأعدادها بحسب قوة جاذبية الكوكب وبعده عن الشمس، وللكواكب العملاقة جميعها أقمارًا متعددة، حيث تدور في مدارات شبه دائرية حول كوكبها. وتطور العلم وتقنيات استكشاف الفضاء، يُتوقع أن يكتشف العلماء أقمارًا جديدة.

أفكر

لماذا يظهر القمر بأطوار مختلفة في أثناء دورانه حول الأرض؟

الرّبط بالتكنولوجيا



غاليليو مركبة فضائية غير مأهولة، أرسلتها وكالة ناسا (NASA) لدراسة كوكب المشتري وأقماره. وقد سميت على اسم عالم الفلك غاليليو غاليلي، أطلقت في العام 1989م من قبل مكوك الفضاء أتلانتيس الذي وصل إلى كوكب المشتري عام 1995م.

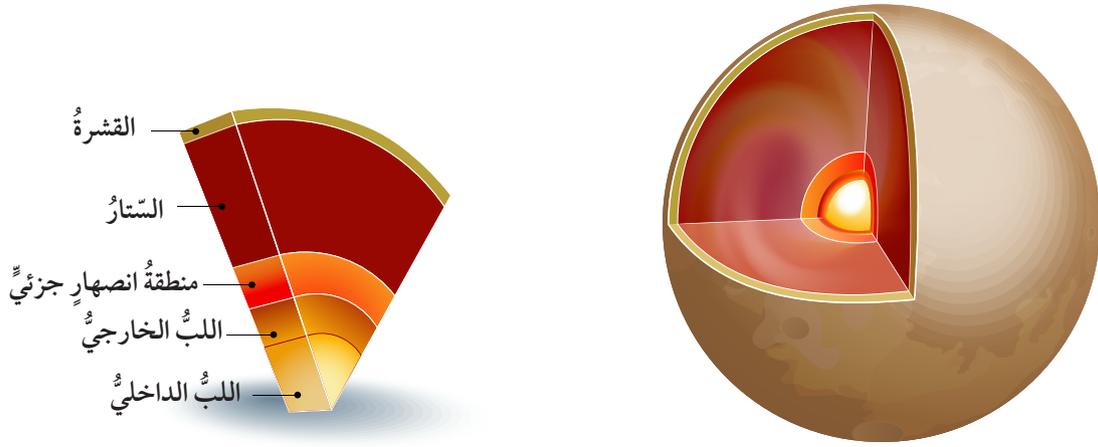
خصائص قمر الأرض Characteristics of the Earth's Moon

بدأت رحلات استكشاف القمر منذ عام 1959م حتى الوقت الحالي، تزود العلماء فيها بيانات ومعلومات عن طبيعة صخوره، والكثير من خصائصه، ومن المركبات الفضائية التي هبطت على سطح القمر كانت "سيرفيور 1" التي كشفت أن سطح القمر صخري صلب يمكن الهبوط عليه.

وقد كشفت الصور التي التقطتها المركبة الفضائية غاليليو للقمر، وهي في طريقها إلى كوكب المشتري أن سطحه مملوء بالفوهات Craters، وهي حفرة مستديرة بأعداد كبيرة، وبأحجام مختلفة، تكونت نتيجة خروج الحمم البركانية، أو نتيجة اصطدام النيازك بسطح القمر. ويقدر أن على سطحه ما يزيد على 500 ألف فوهة، قطر كل منها يتجاوز (1 km). أنظر الشكل (13).

الشكل (13): تضاريس سطح القمر.

أحد: ماذا تمثل المناطق الواسعة على سطح القمر؟



الشكل (14): مقطع في القمر يوضّح طبقاته (أنطقته).
أَتَوَقَّعُ: مِمَّ تَتكوّنُ قشرة القمر؟

أما تربة القمر، فتتكوّن من حبيباتٍ ناعمةٍ مفكّكة، معظمها من الصخور البازلتية المكوّنة لسطح القمر. ويُعتقد أنّ باطن القمر يتركّب من ثلاث طبقاتٍ متحدةٍ في المركز هي اللّب، والستار، والقشرة. أنظر الشكل (14). ويتضمّن الجدول (1) بياناتٍ إحصائيةٍ عن قمر الأرض.

الجدول (1): بيانات إحصائية عن قمر الأرض.	
384.400 km	متوسط بُعده عن الأرض
تتراوح بين (-272°C) و (127°C)	متوسط درجة حرارة سطحه
1/6 جاذبية الأرض	جاذبيته
3475 km تقريبًا	قطره
1.5°	ميل محوره

أفكر

أَتَوَقَّعُ ماذا يمكن أن يحدث لو أصبحت جاذبية القمر نصف جاذبية الأرض؟

أبحث:



مستعيناً بمصادر المعرفة المتوافرة لدي، ومنها الموقع الإلكتروني لوكالة الفضاء الدولية (ناسا) NASA، أبحث في تقنيات استكشاف القمر الحديثة، وأعرض ما توصلت إليه أمام زملائي / زميلاتي في الصف بالطريقة التي أراها مناسبة.

الكويكبات Asteroids

أبحاث:



مستعيناً بمصادر المعرفة المتوفرة لدي، أبحث عن تركيب الكويكبات بحسب موقعها ضمن حزام الكويكبات؛ وأعرض ما توصلت إليه أمام زملائي / زميلاتي في الصف.

✓ **أتحقق:** أوضِّح كيفية نشأة الكويكبات.

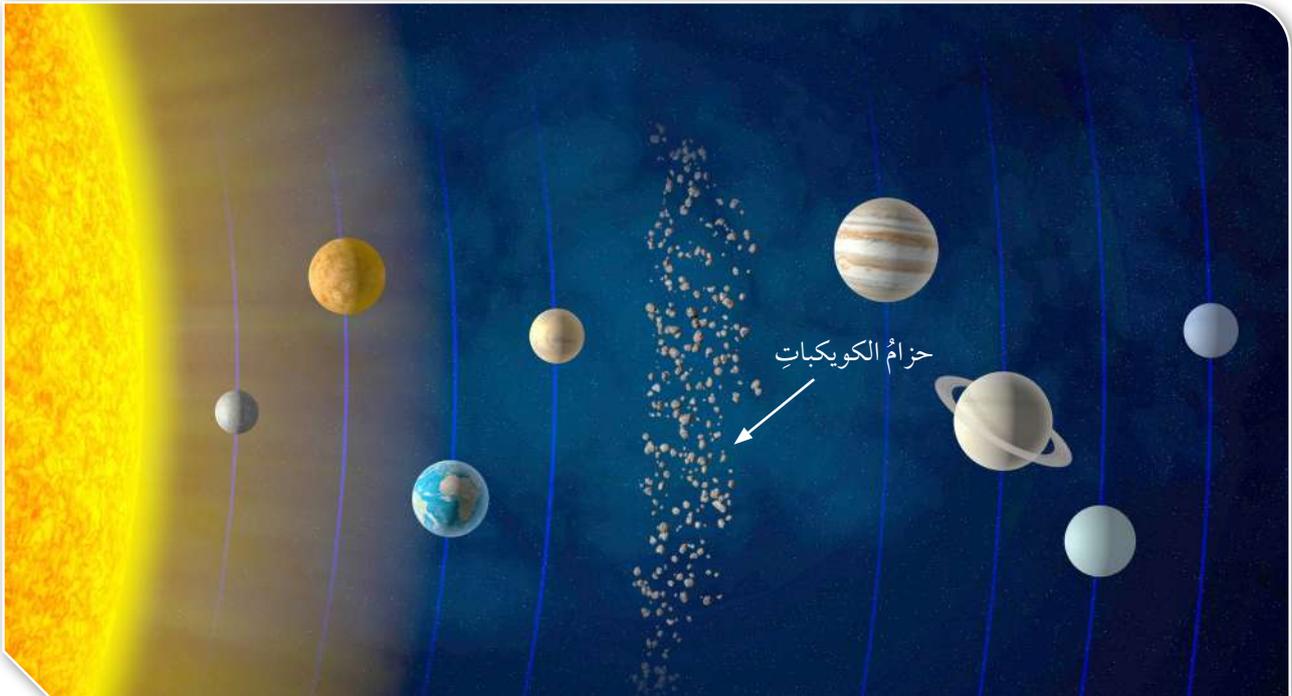
تعرف الكويكبات Asteroids بأنها أجرام سماوية صخرية صغيرة الحجم، تدور حول الشمس بمدارات إهليلجية، وتتجمع بشكل رئيس في المدار المحصور بين كوكبي المريخ والمشتري ضمن حزام يضم مئات الآلاف من الكويكبات يُطلق عليه اسم **حزام الكويكبات Asteroids Belt**. أنظر الشكل (15). ويعتقد بعض العلماء أن أصل هذه الكويكبات هي أجرام سماوية متفتتة من بقايا كوكب ضخم، كان يقع بين المريخ والمشتري، وانفجر لأسباب غير معروفة، ونتج من ذلك هذا العدد الكبير من الكويكبات، ويعتقد علماء آخرون أن تلك الكويكبات ما هي إلا مادة كانت تتجمع؛ لكي تكون كوكباً يقع بين المريخ، والمشتري مثل الكواكب الأخرى؛ إلا أنه لم يكتمل تكوينه. ويتفاوت حجم هذه الكويكبات بشكل كبير، فأكبرها الكويكب سيريس Ceres، وأصغرها لا يتجاوز حجم قطع الحصى الصغيرة.

الربط بالفلك



تنبأ الفلكي جيرارد كايبر Gerard Kuiper عام 1951م بوجود حزام يتكوّن من أجرام سماوية جليدية التركيب، يُعتقد أنها من بقايا مراحل تكون النظام الشمسي، تقع خارج مدار كوكب نبتون. وقد سُمّي هذا الحزام باسم حزام كايبر؛ تكريماً له.

الشكل (15): موقع حزام الكويكبات.



التجربة 1

نمذجة النظام الشمسي

تدور الكواكب حول الشمس في مداراتٍ شبه دائرية (إهليلجية)، وتشكل معها نظاماً يُعرف بالنظام الشمسي. فما العلاقة بين بُعد الكوكب عن الشمس وسرعته؟ وما تأثير ذلك على مدة دورانه حول الشمس؟

المواد والأدوات: جدولٌ يوضح بعض خصائص الكواكب، قلمٌ رصاصي، ورقة رسم بياني، مسطرة.

الكوكب	بُعدُه عن الشمس (AU)	مدة دورانه حول الشمس (earth days)	مدة دورانه حول نفسه (h)	السرعة المدارية (km/s)
عطارد	0.38	88	1407.6	47.4
الزهرة	0.72	224.7	- 5832.5	35.0
الأرض	1.00	365.2	23.9	29.8
المريخ	1.52	687.0	24.6	24.1
المشتري	5.20	4331	9.9	13.1
زحل	9.58	10,747	10.7	9.7
أورانوس	19.14	30,589	- 17.2	6.8
نبتون	30.20	59,800	16.1	5.4

خطوات العمل:

- 1 أرسم على الجانب الأيسر من ورقة الرسم البياني نصف دائرة كبيرة تمثل الشمس، وأحرص على ترك مسافة كافية على الورقة؛ لرسم باقي الكواكب.
- 2 أرسم خطاً طوله 30 cm مبتدئاً بالنقطة التي تمثل الشمس باتجاه يمين الصفحة.
- 3 أحدد مواقع الكواكب بنقاطٍ على الخط؛ مستخدماً مقياس الرسم $1\text{cm} = 1\text{AU}$ ، حيث إن الوحدة الفلكية الواحدة (AU) تمثل بُعد الأرض عن الشمس، وتساوي (149.6 million km).

التحليل والاستنتاج:

1. أصف اختلاف بُعد الكواكب عن الشمس.
2. أفسر: ما العلاقة بين بُعد الكوكب عن الشمس، ومدة دورانه حولها؟
3. أستنتج: لماذا تقل سرعة الكواكب المدارية كلما ابتعدنا عن الشمس؟
4. أتوقع: أي الكواكب أكثر سرعة في دورانه حول نفسه؟

Kepler's Laws of Planetary Motion

توصّل العالم الألماني يوهانس كبلر Johannes Kepler في القرن السادس عشر عن طريق دراسته التحليلية لبيانات حركة المريخ إلى ثلاثة قوانين، تصف حركة الكواكب حول الشمس، وهي:

قانون كبلر الأول Kepler's First Law ينص على أن كل كوكب من كواكب النظام الشمسي يتحرك حول الشمس في مدار إهليلجي، والمدار الإهليلجي له نصفاً قطرياً، أحدهما طويل، والآخر قصير، وله بؤرتان حيث تقع الشمس في إحدى بؤرتيه. فالكوكب عندما يكون في أبعد نقطة عن الشمس، فإنه يكون في **الأوج Aphelion**، وعندما يكون في أقرب نقطة إلى الشمس، فإنه يكون في **الحضيض Perihelion**. أنظر الشكل (16).

✓ **تحقق:** أوضح المقصود بكل من: الحضيض والأوج.

أبحث:



مستعيناً بمصادر المعرفة المختلفة، ومنها شبكة الإنترنت، أبحث عن إنجازات العلماء العرب والمسلمين في دراسة كواكب المجموعة الشمسية. ثم أكتب تقريراً وأعرض نتائجه أمام زملائي / زميلاتي في الصف.

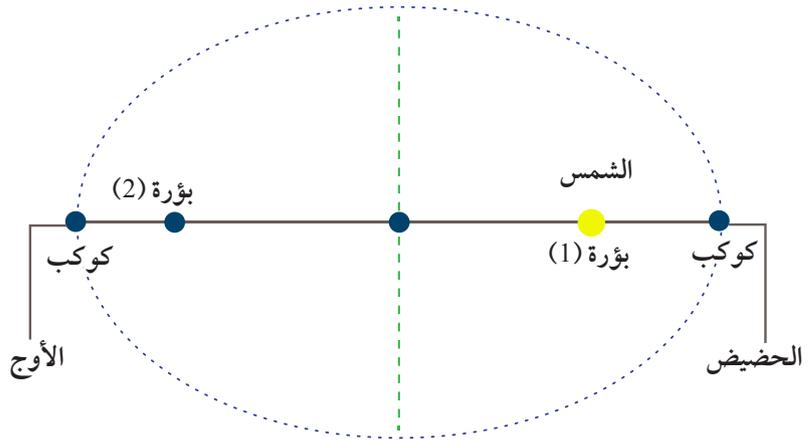
الرّبط بالرياضيات

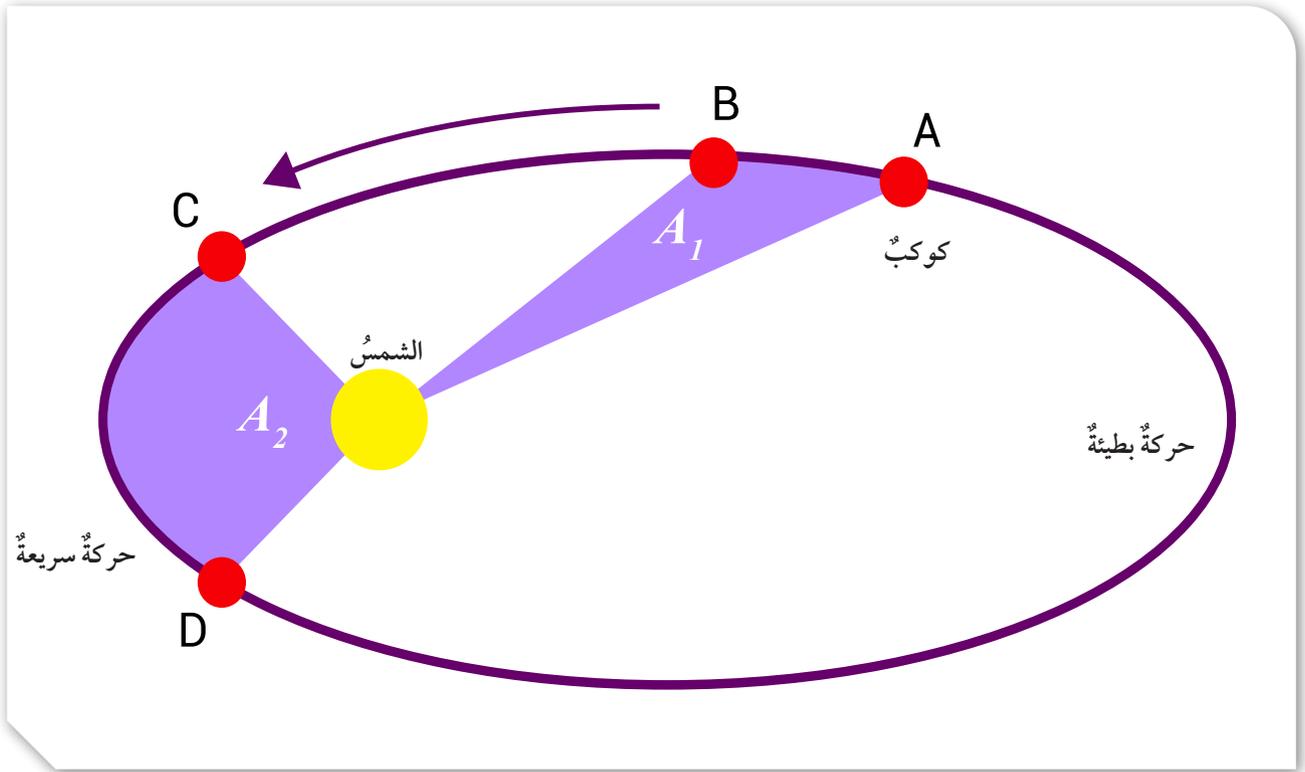


مدار الكوكب حول الشمس هو قطع ناقص، تقع الشمس في إحدى بؤرتيه، ويُعرف القطع الناقص بأنه شكل إهليلجي ثنائي الأبعاد، مجموع بُعد أي نقطة على هذا المنحنى عن نقطتين ثابتين داخل (البؤرتين) يبقى ثابتاً.

الشكل (16): مدار إهليلجي لكوكب يدور حول الشمس.

أستنتج: هل يختلف بُعد الكوكب عن الشمس في أثناء دورانه حولها؟





قانون كبلر الثاني Kepler's Second Law ينص على أن الخط الوهمي الواصل بين مركز الكوكب، ومركز الشمس في أثناء دوران الكوكب حول الشمس يمسح مساحات متساوية في أزمنة متساوية. أي أن المساحات الممسوحة في وحدة الزمن (s) ثابتة دائماً. أنظر الشكل (17). فإذا كانت المساحة (A_1) تساوي المساحة (A_2)؛ فإن المدة الزمنية التي يحتاجها الكوكب لقطع المسافة (A-B)، تساوي المدة الزمنية التي يحتاجها الكوكب لقطع المسافة (C-D)؛ لذلك، فإن الكوكب يبطئ في حركته عندما يكون بعيداً عن الشمس، ويسرع في حركته عندما يكون قريباً من الشمس.

قانون كبلر الثالث Kepler's Third Law ينص على أن "مربع زمن دوران الكوكب حول الشمس دورة كاملة يتناسب طردياً مع مكعب متوسط بعده عن الشمس". أي أنه كلما زاد بُعد الكوكب عن الشمس، يجب أن يزداد زمنه الدوري حولها. ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة الآتية:

$$P^2 = a^3$$

الشكل (17): قانون كبلر الثاني. أتوقع: متى تكون سرعة الكوكب أكبر، عندما يمر في نقطة الأوج، أم في نقطة الحضيض؟

الربط بالتاريخ



تبنى العالم البولندي كوبرنيكوس نظرية مركزية الشمس، أي أن الكواكب تدور حول الشمس في مدارات تامة. واستطاع أن يحدد المسافات النسبية بين الكواكب والشمس، وسرعته النسبية، وزمن دورتها حول الشمس، كما وجد أن سرعة الكوكب تزداد كلما كان قريباً من الشمس.

حيث إن:

P : زمن دوران الكوكب حول الشمس (earth years).

a : متوسط بُعد الكوكب عن الشمس (AU).

✓ **أتحقق:** أوضِّح نصَّ قانون كبلر الأول، ونصَّ قانون كبلر الثاني.

مثال

إذا كانت سنة كوكب المشتري تساوي (11.9 earth years)؛ فكم متوسط بُعده عن الشمس بوحدة (AU)؟

الحل:

$$P^2 = 11.9 \times 11.9 \\ = 141.61 \text{ earth years}$$

أطبِّق العلاقة:

$$P^2 = a^3 \\ 141.61 = a^3 \\ a = \sqrt[3]{141.61} \\ a = 5.2 \text{ AU}$$

تمرين 1 ?

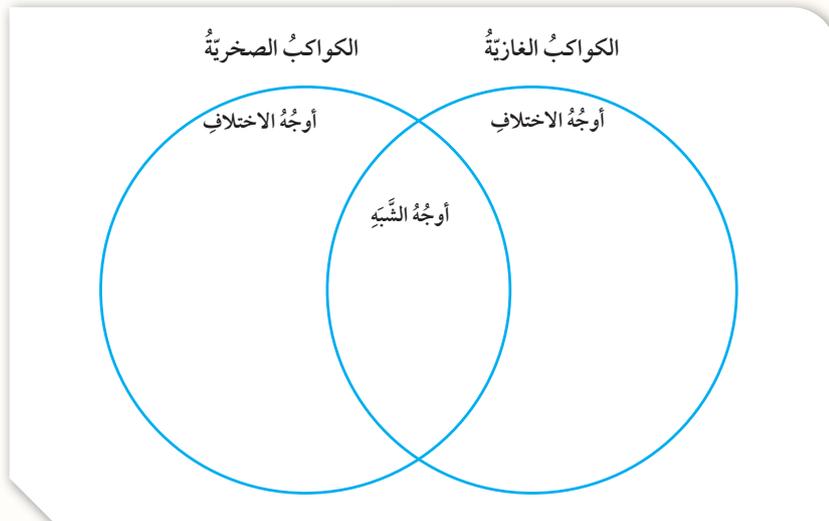
أحسب متوسط بُعد كوكب المريخ عن الشمس بوحدة (AU)، إذا كانت سنته تساوي (1.88 earth years).

تمرين 2 ?

أحسب زمن دوران كوكب نبتون حول الشمس بوحدة (earth years)، إذا كان بُعده عن الشمس يساوي (4.476 million km).

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أرسم مخططاً مفاهيمياً يتضمن الكواكب الأرضية، والكواكب العملاقة الغازية، مرتبة من الأعلى درجة حرارة، إلى الأقل درجة حرارة.
2. أحسب متوسط بُعد كوكب ما عن الشمس بوحدة (AU)، إذا كان زمن دورانه حول الأرض يُقدَّر بحوالي (29 earth years).
3. أفسر: يُعدُّ كوكب الزهرة أكثر الكواكب سخونة في النظام الشمسي.
4. استنتج: كيف ترتبط درجة الحرارة لكل كوكب من كواكب النظام الشمسي ببُعده عن الشمس؟
5. أقرن: كيف يختلف تركيب الغلاف الجوي الأرضي عن تركيب الأغلفة الجوية للكواكب العملاقة الغازية؟
6. أتوقع: إذا أُتيح لي أن أقوم برحلة إلى سطح القمر، فأَيُّ المظاهر يمكنني مشاهدتها بسهولة؟
7. أذكر نص قانون كبلر الأول.
8. أكمل الشكل الآتي الذي يوضح أوجه الشبه، والاختلاف بين الكواكب الغازية والكواكب الصخرية في النظام الشمسي:



المذنبات Comets

الإثراء والتوسُّع

يُعتقدُ أنَّ أصلَ المذنباتِ يعودُ إلى السَّديمِ الشمسيِّ الذي تكوَّنَ منه النظامُ الشمسيُّ، وهذا السَّديمُ كوَّنَ سحابةَ أورت (Oort Cloud)؛ نسبةً إلى العالمِ أورت، وهي تدورُ حاليًّا حولَ الشمسِ بمداراتٍ تأخذُ الشكلَ الإهليلجيِّ (توصَّفُ بأنَّها ممطوطةٌ جدًّا) في الاتجاهاتِ جميعها، وبعضُ هذه المذنباتِ تقدَّرُ مدَّةُ دورانه حولَ الشمسِ بعشراتِ السنواتِ، مثلِ مذنبِ هالي الشهيرِ الذي يعودُ لِنراه على الأرضِ كلَّ 76 years تقريبًا، وبعضها تصلُ مدَّةُ دورانه حولَ الشمسِ إلى ملايينِ السنينِ.

ويمكننا رؤيةُ بعضِ المذنباتِ بالعينِ المجرَّدة، في حين أنَّ بعضَها الآخرَ لا يمكنُ رؤيته إلا بالمقرابِ (التلسكوبِ) حينَ اقترابها من الشمسِ؛ لأنها تعكسُ ضوءَ الشمسِ الساقطَ عليها لكونها غيرَ مشعَّةٍ للضوءِ. ومن العواملِ التي تساعدُ على رؤيتها (رصدِها) زيادةُ طولِ ذنبها حينَ اقترابها من الشمسِ بسببِ تطايرِ الأجزاءِ المفكَّكةِ من نواتها، فيعكسُ ضوءَ الشمسِ الساقطَ عليه فنراه.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديّ، ومنها شبكةُ الإنترنت؛ عن بعضِ المذنباتِ التي أمكنَ رصدها في سماءِ الأردنِّ، ثمَّ أكتبُ فقراتٍ متنوعةً حولَها أقدمُّها على شكلِ عرضٍ تقديميٍّ مدعَّمًا بصورٍ متنوعةٍ تمثِّلُها، وأعرضُها أمامَ زملائي / زميلاتي في الصفِّ.

السؤال الأول:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. يتكوّن السّديم في معظمه من غازي:

(أ) الهيدروجين والهيليوم.

(ب) الهيدروجين والأكسجين.

(ج) الهيليوم والأكسجين.

(د) الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

2. رابع الكواكب بُعدًا عن الشمس هو كوكب:

(أ) الأرض.

(ب) الزهرة.

(ج) المريخ.

(د) المشتري.

3. تكوّنت تربة القمر في معظمها من الصخور:

(أ) المتحوّلة.

(ب) الرملية.

(ج) الغرانيتية.

(د) البازلتية.

4. يُعدُّ كوكب عطارد من الكواكب:

(أ) الغازية متوسطة الحجم.

(ب) الغازية صغيرة الحجم.

(ج) الأرضية متوسطة الحجم.

(د) الأرضية صغيرة الحجم.

5. الكوكب الأكثر شبهاً بالأرض من حيث الحجم

والكثافة هو كوكب:

(أ) المريخ.

(ب) الزهرة.

(ج) عطارد.

(د) نبتون.

6. تمتاز الكواكب الغازية بـ:

(أ) كبر حجمها، وانخفاض درجة حرارتها.

(ب) كبر حجمها، وارتفاع درجة حرارتها.

(ج) صغر حجمها، وانخفاض درجة حرارتها.

(د) صغر حجمها، وارتفاع درجة حرارتها.

7. وفقًا لقانون كبلر الثاني؛ فإن الكوكب في أثناء

دورانه:

(أ) يزيد من سرعته، عندما يكون قريبًا من

الشمس.

(ب) يزيد من سرعته، عندما يكون بعيدًا عن

الشمس.

(ج) يبطئ في سرعته، عندما يكون قريبًا

من الشمس.

(د) تبقى سرعته ثابتة في أثناء دورانه حول

الشمس.

8. الكوكب الذي يظهر كقرص أخضر مُزرق هو

كوكب:

(أ) عطارد.

(ب) أورانوس.

(ج) الزهرة.

(د) الأرض.

9. الكوكب الذي يضطج على جانبه في أثناء

دورانه حول الشمس هو:

(أ) المشتري.

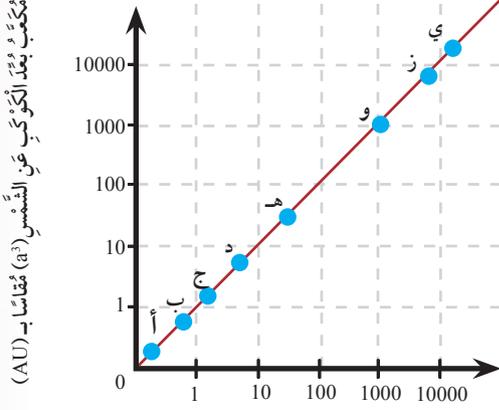
(ب) زحل.

(ج) أورانوس.

(د) نبتون.

السؤال الرابع:

أدرس الشكل الآتي الذي يوضح العلاقة بين مربع زمن دوران الكواكب (أ، ب، ج، د، هـ، و، ز، ي) حول الشمس بالسنوات الأرضية (P^2)، ومكعب بُعدها عن الشمس (a^3) بالوحدة الفلكية (AU)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



مربع زمن دوران الكوكب حول الشمس (P^2) بوحدة (earth years)

1. أصف العلاقة بين زمن دوران الكواكب حول الشمس، ومتوسط بُعدها عنها.
2. أحدد أسماء الكواكب التي يمثلها الرّمزان (هـ، ي).
3. أصف الكواكب إلى كواكب صخرية، وغازية.
4. أقرن بين الكوكب (ب)، والكوكب (د)، من حيث السطوع والمكونات.
5. أحسب بُعد كوكب زحل.

السؤال الخامس:

أفسر العبارات الآتية تفسيرًا علميًا دقيقًا:

1. سرعة الكوكب حول الشمس غير ثابتة.
2. يمكن تحديد موقع كوكب زحل بالعين المجردة في السماء؛ على الرغم من بُعده الهائل.
3. درجة حرارة كوكب الزهرة أعلى من درجة حرارة كوكب عطارد؛ على الرغم من أنه أبعد من الشمس.

10. أوّل كوكب من كواكب النظام الشمسي، يلي الأرض في بُعدها عن الشمس هو:

- أ) الزهرة. (ب) المريخ.
ج) المشتري. (د) زحل.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي، بما هو مناسب من المصطلحات:

1. تسمى مجموعة الكواكب: (المشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون) بالكواكب.....
2. تُعرف الكواكب الداخلية بالكواكب.....
3. الكوكب الوحيد الذي يكون يومه أطول من سنته هو كوكب.....
4. الفرضية التي تنص على أن "القمر كان جزءًا من الأرض، ثم بسبب سرعة دوران الأرض قديمًا في بداية تكوّن النظام الشمسي، انشطر عنها" هي.....
5. تنص الفرضية السديمية على أن الأجرام المكونة للنظام الشمسي جميعها، كانت.....
6. أجرام سماوية صخرية صغيرة الحجم، تدور حول الشمس بمدارات إهليلجية، وتتجمع بشكل رئيس في المدار المحصور بين كوكبي المريخ، والمشتري هي.....

السؤال الثالث:

أقرن بين الكواكب الداخلية، والكواكب الخارجية من حيث: المكونات، والحجم، وطول السنة الأرضية، وسرعة الدوران حول الشمس؛ منظمًا إجابتني في جدول.

السؤال السادس:

أقوّم صحّة ما وردَ في العبارة الآتية: " تشترك الأجرام السماوية جميعها في أصل النشأة".

السؤال السابع:

أرسّم مخطّطاً مفاهيمياً يوضّح كيفية نشأة الشمس، والكواكب بحسب الفرضية السديمية.

السؤال الثامن:

أتوقّع: ماذا يمكن أن يحدث، لو أنّ كلّ كوكب من كواكب النظام الشمسي، له مدارٌ يختلف شكله عن مدار الكوكب الآخر؟

السؤال التاسع:

أحسب متوسط بُعد كوكب الزهرة عن الشمس بوحدة (km)، إذا كانت مدّة دورانه حول الشمس تساوي (224.7 earth days).

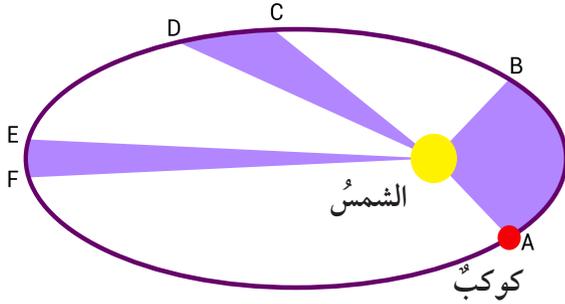


السؤال العاشر:

أوضّح سبب تكوّن الفوهات على سطح القمر.

السؤال الحادي عشر:

أدرس الشكل الآتي الذي يوضّح مدار الكوكب حول الشمس، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ- أستنتج: هل المساحات الثلاث (ABS, EFS, DCS) متساوية؟ مسوغاً استنتاجي.

ب- أصف شكل مدار الكوكب حول الشمس.

ج- أحدد: أين يقع الكوكب في نقطة الحضيض، أم الأوج؟

د- أتوقّع: ماذا سيحدث لسرعة الكوكب لو كان مدار الكوكب حول الشمس دائرياً؟

السؤال الثاني عشر:

لماذا يُسمّى قانون كبلر الأول بقانون المدارات؟

النفايات الصلبة

Solid Waste

الوحدة

4

قال تعالى:

﴿كُلُوا وَاشْرَبُوا مِنْ رِزْقِ اللَّهِ وَلَا تَعَثُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ﴾

(سورة البقرة: الآية 60)

أتأمل الصورة

تُشكّل النفايات الصلبة تهديدًا على البيئة، ما يجعل عملية فرزها، وتدويرها، والتخلص منها مسؤولية كل فرد في المجتمع. فما أنواع النفايات الصلبة؟ وما مكوناتها؟ وما الطرق الحديثة المتبعة في التخلص منها؟

الفكرة العامة:

تعدّد أشكال النفايات الصلبة ومصادرها ومكوناتها، وقد أتت طرائق عدة في التخلص منها، أو الاستفادة منها؛ للتقليل من آثارها السلبية على البيئة.

الدرس الأول: مصادر النفايات الصلبة

الفكرة الرئيسة: تتجّ النفايات الصلبة عن الاستخدام البشرية المختلفة، وتنوّع مصادرها ومكوناتها، ويؤثر تراكمها سلباً في البيئة.

الدرس الثاني: التخلص من النفايات الصلبة

الفكرة الرئيسة: يتمّ التخلص من النفايات الصلبة بطرقٍ تضمن الاستفادة منها مثل: التدوير، أو تقليل خطرها على البيئة؛ عن طريق المعالجة الحرارية والطمر الصحي.



تحليل النفايات الصلبة

يبلغ معدّل الإنتاج السنويّ للنفايات الصلبة في الأردن (2.7 million tons) تقريباً، ويمكن أن تمكث بعض أنواع هذه النفايات الصلبة في مكابّ النفايات، أو البيئة المحيطة سنواتٍ عدّة قبل أن تتحلل. يوضّح الجدول الآتي بياناتٍ عن المدّة اللازمة لتحليل أنواعٍ مختلفةٍ من النفايات الصلبة، أتأملُه جيّداً، ثم أجيبُ عن الأسئلة التي تليه.

المدّة الزمنية للتحلل	النفايات الصلبة
6 months	قشر البرتقال
1–5 years	قطعة من الصوف
30 days	قشر الموز
2–6 weeks	كيس ورقي
10– 15 years	عود خشبي
10– 12 years	أعقاب السجائر

التحليل والاستنتاج:

1. **أفسّر** سبب قصر مدّة تحلل كلٍّ من: قشر الموز، والكيس الورقي، وقشر البرتقال؛ نسبةً إلى النفايات الأخرى.
2. **أقترح** طرائق يمكن أن تسهم في التقليل من كمية النفايات التي تُطرح في مكابّ النفايات.
3. **أشرح** العلاقة بين مدّة تحلل الأنواع المختلفة من النفايات، وتأثيرها على البيئة.
4. **أقترح** طريقةً عمليّةً يمكن الاستفادة فيها من قشر الموز.

مفهوم النفايات الصلبة Concept of Solid Waste

أدى ازدياد عدد السكان في العالم، والتطور الصناعي والزراعي، إلى زيادة كمية النفايات التي يطرحتها الإنسان في البيئة. وتُعرف النفايات بأنها المخلفات الناتجة عن الأنشطة البشرية المنزلية، والزراعية والصناعية. ويؤثر تراكمها في الصحة والبيئة، وتقسّم النفايات بشكل عام؛ اعتماداً على حالتها الفيزيائية، إلى النفايات الصلبة، والنفايات السائلة، والنفايات الغازية. وسأتعرف في هذا الدرس مفهوم النفايات الصلبة. فما النفايات الصلبة؟ وما مصادرها؟ وما الآثار السلبية الناتجة عن تراكمها؟

يعرّف قانون البيئة الأردني لعام 2006م **النفايات الصلبة** Solid Waste بأنها المواد الصلبة القابلة للنقل، التي يرغب مالكوها في التخلص منها، حيث يكون جمعها ونقلها ومعالجتها من مصلحة المجتمع. أنظر الشكل (1).

الشكل (1): أنواع مختلفة من النفايات الصلبة ملقاة بشكل عشوائي في مكاب مكشوفة.

الفكرة الرئيسة:

تتج النفايات الصلبة عن الاستخدامات البشرية المختلفة، وتتنوع مصادرها ومكوناتها، ويؤثر تراكمها سلباً في البيئة.

نتائج التعلم:

- أوضح المقصود بمفهوم النفايات الصلبة.
- أصف مصادر النفايات الصلبة ومكوناتها.
- أشرح الآثار السلبية الناتجة من تراكم النفايات.

المفاهيم والمصطلحات:

- Solid Waste النفايات الصلبة
- النفايات الصلبة المنزلية Domestic Solid Waste
- النفايات الصلبة الصناعية Industrial Solid Waste
- النفايات الزراعية الصلبة Agricultural Solid Waste
- الحمأة Sludge
- النفايات الطبية الصلبة Medical Solid Waste

أبحاث:



مستعيناً بمصادر المعرفة المتوافرة لدي، ومنها شبكة الإنترنت، أبحث عن أنواع النفايات الصلبة المنزلية: (نفايات المطبخ، والنفايات التجارية)، ثم أنشئ جدولاً أقرن فيه مكوناتها، وقابليتها للتحلل، وقابليتها للحرق.

الربط بالصحة



يسبب تراكم النفايات المنزلية العديد من الأمراض للإنسان، منها أمراض الجهاز التنفسي، والأمراض الجلدية، كما تُعدُّ مكاناً لتكاثر الحشرات الناقلة للأمراض. أصمَّ مطويةً أُبين فيها كيفية الحد من أضرار النفايات المنزلية الصلبة، ثم أوزعها على زملائي / زميلاتي في الصف والمجتمع المحلي.

تختلف النفايات الصلبة في طبيعتها، فقد تكون عضوية، وقد تكون غير عضوية، ومنها ما يكون قابلاً للتحلل العضوي، أو غير قابل للتحلل العضوي. وبعض النفايات الصلبة قابل للحرق، وبعضها غير قابل للحرق.

✓ **أتحقق:** أوضح المقصود بالنفايات الصلبة.

مصادر النفايات الصلبة Sources of Solid Waste

أصبحت النفايات الصلبة مشكلة تعاني منها المجتمعات كافة؛ بسبب الكميات الهائلة والمتزايدة منها، وما تحويه أحياناً من عناصر سامة. وحتى يتمكن المختصون التخلص منها بشكل آمن، لا بد من معرفة مصادرها ومكوناتها، ويمكن تقسيم النفايات الصلبة حسب مصدرها كالآتي:

النفايات الصلبة المنزلية Domestic Solid Waste

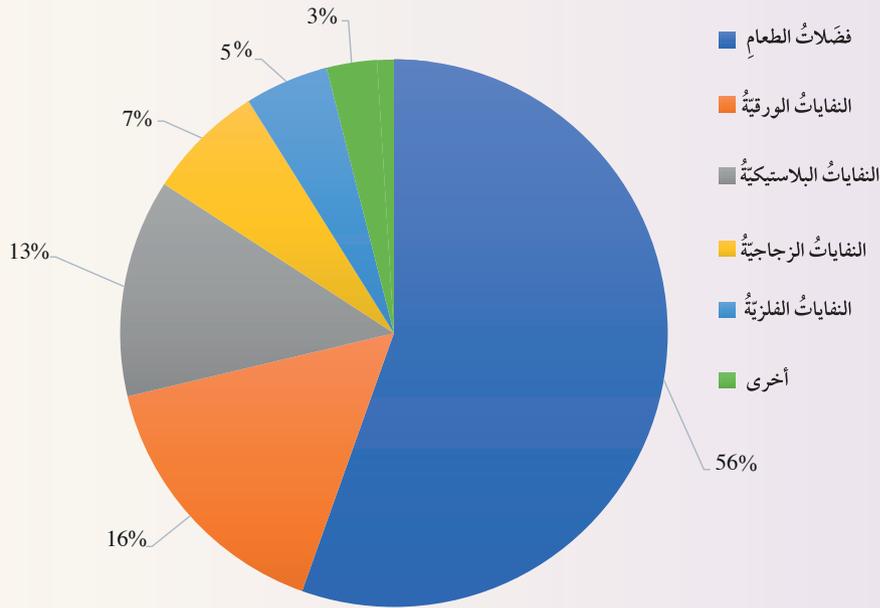
يقصد بالنفايات الصلبة المنزلية Domestic Solid Waste المخلفات التي تطرحها المنازل، والمطاعم، والفنادق وغيرها، وتتكون هذه النفايات من مواد معروفة غير متجانسة في كميتها مثل فضلات الطعام، والورق، والزجاج، والكرتون، والبلاستيك، والمواد الفلزية. أنظر الشكل (2).

الشكل (2): بعض النفايات الصلبة المنزلية.



النفايات الصلبة المنزلية

تختلف كمية النفايات الصلبة المنزلية من مكانٍ إلى آخر؛ اعتماداً على عدد السكان، وارتفاع مستوى المعيشة، والوعي البيئي، والفصل من السنة. أدرس الشكل الآتي الذي يبين النسبة المئوية للنفايات الصلبة المنزلية في الأردن، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه.



التحليل والاستنتاج:

1. أذكر مكونات النفايات الصلبة المنزلية.
2. **أقارن** بين النفايات الصلبة المنزلية من حيث الكميات المنتجة.
3. **أرتب تصاعدياً** النفايات الصلبة المنزلية؛ اعتماداً على نسبتها المئوية.
4. **أقترح** حلولاً للتقليل من كمية فضلات الطعام الناتجة عن المنازل و المطاعم والفنادق وغيرها.
5. **أتوقع**: كيف يؤثر كل من الوعي البيئي، والفصل من السنة في كمية النفايات الصلبة المنزلية؟
6. أبين أثر بنوك الطعام التي يتم تأسيسها من أجل جمع المواد الغذائية الضرورية للأشخاص الذين لا يملكون ما يكفيهم من طعام، على كمية الطعام الزائدة عن حاجتنا ونرغب في التخلص منها.
7. **أتواصل**: أناقش زملائي / زميلاتي بالنتائج التي توصلت إليها.

أُتَبِّأُ: ما الأثار السلبيّة التي يمكن أن تُنتج عن تراكم النفايات الصلبيّة الصناعيّة في البيئّة؟

الرّبط بالبيئّة



أنشأت وزارة البيئّة الأردنيّة مركزاً خاصّاً لمعالجة النفايات الصناعيّة الخطرة في منطقة سواقّة، ويبعد 125 km جنوب شرق العاصمة عمّان، إذ يستقبل النفايات الخطرة الصناعيّة جميعها.

✓ **أتحقّق:** أوّضح المقصود بالنفايات الصلبيّة الصناعيّة.

الشكل (3): نفايات زراعيّة ناتجة عن بعض الأنشطة الزراعيّة.

يجبُ التخلّص من النفايات الصلبيّة المنزليّة بسرعة؛ لوجود موادّ عضويّة فيها تتحلّل بشكلٍ سريعٍ، إضافةً لتصاعُدِ روائحٍ كريهيةٍ منها، كما تتسبّب في تكاثر الحشرات والقوارض، وينتج عن تحللها عصارة ذات سميّة عالية. غالباً لا تسبّب النفايات الصلبيّة المنزليّة أضراراً في أثناء عمليّة التخلّص منها؛ مقارنةً مع الأنواع الأخرى من النفايات الصلبيّة، إذ يمكنُ جمعها ونقلها ومعالجتها بعدة طرقٍ بكفاية عالية جدّاً، سأتعرفُ عليها لاحقاً، دون أيّ أضرارٍ بالصّحة والسّلامة.

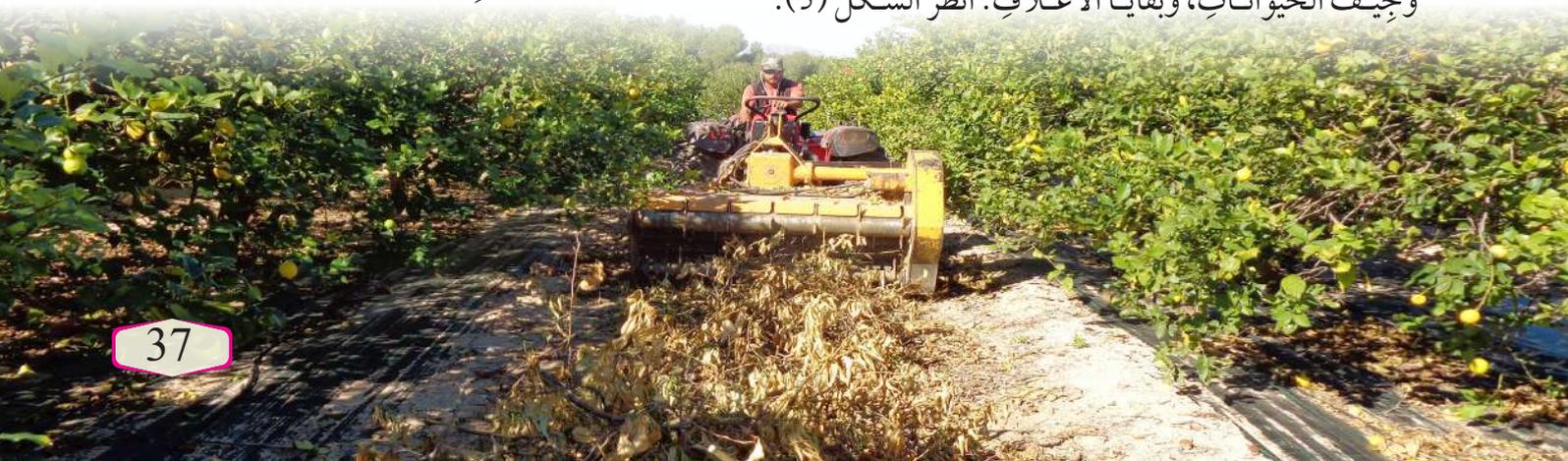
النفايات الصلبيّة الصناعيّة Industrial Solid Waste

تعرفُ **النفايات الصلبيّة الصناعيّة Industrial Solid Waste** بأنّها النفايات الناتجة عن الصناعات المختلفة، وتعتمدُ مكوّناتها على نوع الصناعة، وطريقة الإنتاج، وتسهمُ التقنيات الحديثة المستخدمة في الصناعات في تقليل كميّة النفايات الصلبيّة الناتجة عنها، عن طريق اتّباع الطرُق الحديثة في التصنيع.

تصنّفُ النفايات الصناعيّة إلى: نفاياتٍ صناعيّة غير خطيرة تشبه النفايات المنزليّة مثل الورق، والبلاستيك، والمطاط، والزجاج، والخشب، ونفاياتٍ صناعيّة خطيرة مثل الموادّ الحمضيّة والموادّ القاعدية، والعناصر الكيميائيّة السامة بطيئة التحلّل مثل: الرصاص، والزرنيق، والموادّ السريعة الاشتعال، والموادّ المشعّة.

النفايات الصلبيّة الزراعيّة Agricultural Solid Waste

تتضمّنُ **النفايات الصلبيّة الزراعيّة Agricultural Solid Waste** الزراعيّة جميعها الناتجة عن الأنشطة الزراعيّة، ونفايات المسالخ، والدواجن، والنفايات البلاستيكيّة الناتجة عن البيوت البلاستيكيّة التالفة، وحيف الحيوانات، وبقايا الأعلاف. أنظر الشكل (3).



يختلف نوع النفايات الزراعية اعتماداً على نوع الزراعة، والطريقة المتبعة في ذلك، مثلاً في منطقة غور الأردن، يستغل كل متر من التربة الزراعية أو حظيرة الحيوانات لزيادة كمية الإنتاج النباتي، والإنتاج الحيواني ما يؤدي إلى إنتاج كمية كبيرة من النفايات الزراعية الصلبة.

ينتج عن هذه النفايات رائحة كريهة، كما تسبب في تلوث مصادر المياه القريبة منها، ما يؤدي إلى استهلاك الأوكسجين المذاب فيها؛ نتيجة تحللها، ومخاطر تؤثر في صحة الإنسان؛ نتيجة مسببات الأمراض.

النفايات الصلبة الناتجة عن معالجة المياه العادمة (الحمأة)

Solid Waste from Wastewater Treatment (Sludge)

يقصد بالحمأة **Sludge** المواد الصلبة العضوية، وغير العضوية الممزوجة بنسبة عالية من المياه، وتنتج عن معالجة المياه العادمة في محطات المعالجة. أنظر الشكل (4). يعتمد نوع الحمأة على درجة كفاية محطة المعالجة، ومصدر المياه العادمة (منزلية، صناعية)، ودرجة تركيز الملوثات في المياه العادمة.

الرّبط بالزراعة

أجريت في الأردن العديد من الدراسات، والأبحاث، لإمكانية الاستفادة من الحمأة الناتجة عن المياه العادمة المنزلية، التي أثبتت سلامة استعمالها في زراعة الشعير، والقمح، وأغلاف الحيوانات.



الشكل (4): حمأة مجففة ناتجة عن معالجة المياه العادمة.

أبحث:



تعدّ نفايات التعدين Mining Waste، ونفايات الهدم والبناء Construction and Demolition Waste من مصادر النفايات الصلبة. مستعيناً بمصادر المعرفة المتوافرة لديّ، أبحث عن مكونات كل منهما وآثارهما السلبية على البيئة، وأصمّم عرضاً تقديمياً، وأعرضه أمام زملائي / زميلاتي في الصف.

الرّبط بالبيئة



تسعى وزارة المياه والري في الأردن إلى الاستفادة من الحمأة الناتجة عن معالجة المياه العادمة في عدد من محطات لمعالجة المياه العادمة، عن طريق معالجتها بطريقة التخمر الهوائي لإنتاج الغاز الحيوي الذي يستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية، وذلك يضمن توفير مصادر ذاتية للطاقة في هذه المحطات، والتخلص من الحمأة بشكل آمن.



أعملُ فيلمًا

قصيرًا باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضِّح مصادر النفايات الصلبة، وأحرصُ على أن يشملَ الفيلم صورًا توضيحية، ثمَّ أشاركه زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

النفايات الصلبة الطبيّة Medical Solid Waste

تعرّف النفايات الصلبة الطبيّة Medical Solid Waste بأنها النفايات الصلبة جميعها التي تتركها المستشفيات، والمراكز الصحية، وتشمل نفايات المطابخ مثل: بقايا الطعام، والنفايات المعدية التي تحتوي على مسببات الأمراض المعدية مثل البكتيريا، والفيروسات، والنفايات الحادة، مثل الإبر، والمشارط الناتجة عن العمليات الجراحية، والنفايات الكيميائية الناتجة عن عمليات التعقيم، والنفايات الدوائية، مثل الأدوية منتهية الصلاحية. أنظر الشكل (5/ أ، ب، ج).



ب



أ

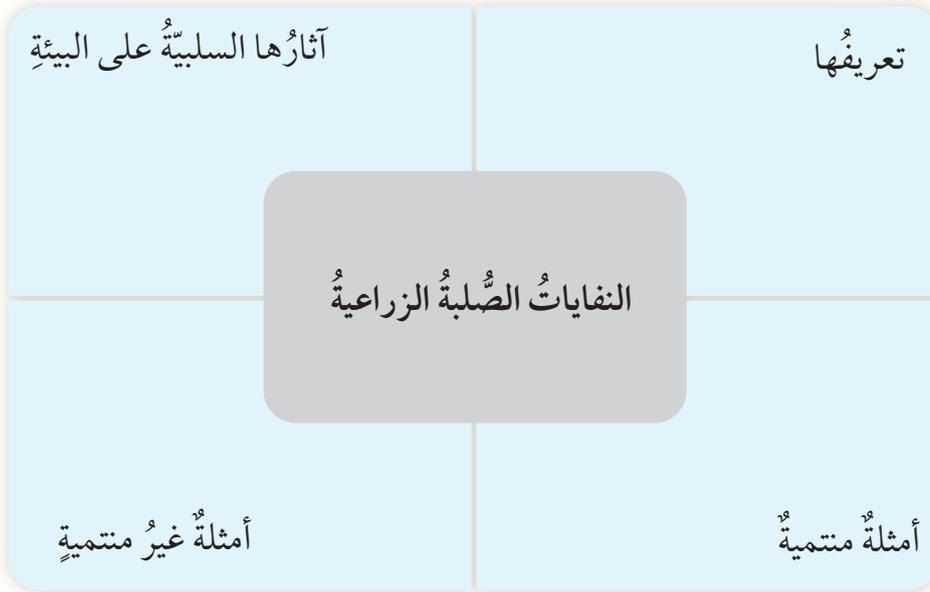


ج

الشكل (5): بعض أشكال النفايات الصلبة الطبيّة.
أ: النفايات الدوائية. ب: النفايات المعدية. ج: النفايات الحادة.

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أذكر مصادر النفايات الصلبة.
2. أقرن بين النفايات الصلبة المنزلية، والنفايات الصلبة الصناعية من حيث مصدرها، ومكوناتها.
3. أصنف النفايات الصلبة الآتية إلى مصادرها: (منزلية، صناعية، زراعية، طبية، المياه العادمة).
4. أفسر: يجب التخلص من النفايات الصلبة المنزلية بشكل سريع.
5. أكمل المخطط الآتي:



طرق التخلّص من النفايات الصلبة

Solid Waste Disposal Methods

ازدادت كمية النفايات الصلبة، وتعدّدت أشكالها وأنواعها بازدياد عدد السكان على سطح الأرض، وتغيّر أنماط حياتهم واستهلاكهم، واتّبعَت دول العالم، ومنها الأردن طرقًا عديدة في التخلّص منها، مثل الطريقة العشوائية التي يتمُّ فيها نقل النفايات بأنواعها جميعها، دون فصل، أو عزل للمواد إلى خارج المدن، وجمعها في أماكن مخصصة، ويتمُّ حرقها أو تركها تتحلّل مع الوقت في الهواء. أنظر الشكل (6). وللحد من خطورة النفايات الصلبة، وتقليل أثرها السلبي على البيئة، اتّجهت دول العالم لاتباع طرق وتقنيات حديثة في التخلّص منها، تعتمد على طبيعة النفايات من حيث تكوينها وكميتها ومصدرها. فما هذه الطرق؟ وكيف يمكن أن تعود هذه الطرق بالفائدة على الإنسان؟

الشكل (6): نفايات ملقاة عشوائيًا في أحد المواقع. أوضح تأثير هذه النفايات على البيئة.

الفكرة الرئيسة:

يتمُّ التخلّص من النفايات الصلبة بطرق تضمن الاستفادة منها، مثل التدوير، أو تقليل خطرهما على البيئة عن طريق المعالجة الحرارية، والطمر الصحي.

نتائج التعلم:

- أوضح طرق التخلّص من النفايات الصلبة.
- ناقش المستجدات العلمية والتكنولوجية في تصميم مكاب النفايات الصلبة.
- أصمّم نموذجًا لمكب نفايات صلبة؛ مراعيًا فيه آخر المستجدات العلمية والتكنولوجية.
- ناقش إمكانية الاستفادة من النفايات الصلبة.
- أشارك في عمليات جمع النفايات وفرزها في البيت والمدرسة.

المفاهيم والمصطلحات:

Waste Recycling	تدوير النفايات
Biodegradation	التحلل الحيوي
Sanitary Landfill	الطمر الصحي
Thermal Treatment	المعالجة الحرارية

التدوير Recycle

تُعرَف عمليةُ تدويرِ النفاياتِ Waste Recycling بأنها عمليةُ إعادةِ تصنيعِ النفاياتِ، وإنتاجِ منتجاتٍ جديدةٍ، ما يؤدي إلى تقليلِ استخدامِ الموادِّ الخامِ. وتُعدُّ هذه الطريقةُ من أكثرِ الطرُق أماناً من الناحيةِ البيئية؛ لأنها لا تُخلفُ وراءها أيَّ نفاياتٍ، وتقلُّ من كميةِ النفاياتِ التي يجبُ حرقها أو دفنها. كما أنها تُقلِّلُ الضَّغطَ على مواردِ البيئةِ الطبيعيَّةِ.

ومن أكثرِ النفاياتِ القابلةِ للتدويرِ: الموادُّ العضويَّةُ، والبلاستيكُ، والورقُ، والزجاجُ، والفلزاتُ، مثلُ الحديدِ والألمنيومِ. وتتمُّ عمليةُ تدويرِ النفاياتِ بعددٍ من المراحلِ تبدأُ بعمليةِ فرزِ النفاياتِ من المصدرِ، وجمعها في حاوياتٍ خاصَّةٍ ذاتِ ألوانٍ مختلفةٍ. أنظرُ الشكلَ (7). وتتطلَّبُ عمليةُ الفرزِ وعيًّا بيئيًّا لدى الأفرادِ عامَّةً بأهميَّةِ هذه المرحلةِ في التخلصِ من النفاياتِ، ما يدفعهمُ للمشاركةِ الفاعلةِ.



الشكل (7): حاويات ملوَّنة تحتوي على نفاياتٍ مختلفةٍ مناسبةٍ لعمليةِ تدويرِ النفاياتِ. أُصنِّفُ النفاياتِ في الحاوياتِ إلى نفاياتٍ قابلةٍ للتحلُّلِ، ونفاياتٍ غيرِ قابلةٍ للتحلُّلِ.

أفكر

يمثلُ الشكلُ أدناه حلقةَ موبوسَ Mobius Loop التي تمثلُ الرمزَ العالميَّ لتدويرِ النفاياتِ التي تتكوَّنُ من ثلاثةِ أسهمٍ تُشيرُ إلى الخطواتِ المتبَّعةِ في عمليةِ التدويرِ. أفكرُ: ماذا تعني هذه الخطواتُ الثلاثُ؟



أبحثُ



من إجراءاتِ الخطةِ الوطنيَّةِ لإدارةِ النفاياتِ في الأردنِّ للأعوامِ (2022 - 2026)م التي أقرتها وزارةُ البيئة؛ لمعالجةِ مشكلةِ عدمِ فصلِ النفاياتِ من المصدرِ، هو إنشاءُ مناطقٍ خاصَّةٍ للنفاياتِ الخاصَّةِ جميعها، مثلِ النفاياتِ الإلكترونيَّةِ والخطيرةِ في بلدياتِ المملكةِ كافةِ التي تسمَّى (النقاطُ الخضراء). أبحثُ في إجراءاتِ أخرى تضمَّنتها الخطةُ الوطنيَّةُ لمعالجةِ هذه المشكلةِ بالرجوعِ إلى الموقعِ الإلكترونيِّ لوزارةِ البيئة، وأعدُّ تقريراً بذلك، وأعرضُه على زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الشكل (8): السّماد العضويّ
(الكومبوست).
أفسّر سبب ظهور السّماد العضويّ
باللون الغامق.

الربط بالكيمياء



يتكوّن البلاستيك من سلاسل طويلة من الهيدروكربونات تُسمّى البوليمرات. أربط بين تكوين البلاستيك الكيميائي والتقنيات الحديثة المتبعة في تدويره، وأصمّم عرضاً تقديمياً، وأعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.



الشكل (9): علب مشروبات غازية مصنوعة من الألمنيوم، تمّ ضغطها؛ تمهيداً لتدويرها.

ويتمّ تدوير النفايات العضوية عن طريق عملية التحلل الحيويّ **Biodegradation**، التي يتمّ فيها تحويل النفايات العضوية إلى سماد عضويّ يُطلق عليه اسم الكومبوست بوساطة الكائنات الحيّة الدقيقة، مثل البكتيريا. ويستخدم هذا السّماد في زيادة خصوبة التربة، وتحسين بنيتها، وإرجاع المغذيات لها. أنظر الشكل (8). وتُسهّم عملية التحلل الحيويّ في تقليل حجم النفايات بنسبة 50% تقريباً.

أمّا باقي النفايات القابلة للتدوير، فيتمّ نقلها إلى مصانع التدوير؛ ليعاد تصنيعها بحسب نوعها؛ فعلى سبيل المثال، يدخل الألمنيوم في صناعة علب المشروبات الغازية، وهو قابل للتدوير بنسبة 100%، ما يعني أنّه يمكن إعادة استخدامه بالكامل مراراً، وتكراراً؛ لصنع علب جديدة. أنظر الشكل (9). ويُعدّ الزجاج من أسهل المواد التي يمكن تدويرها؛ لأنّه يمكن صهره مرات عدة، كما أنّ صنع الأواني الزجاجية من الزجاج المُعاد تدويره يُعدّ أقلّ تكلفةً من صنعه من المواد الخام (الأوليّة)؛ لأنّ الزجاج المُعاد تدويره يمكن صهره عند درجة حرارة منخفضة. أمّا النفايات الإلكترونية مثل البطاريات الجافة، فيُعاد استعمال الخارصين، والكربون الموجود فيها في صناعة بطاريات جديدة، كما يُعاد استعمال الذهب، والرصاص الموجود في شاشات الحاسوب في صناعات أخرى.

✓ **أتحقّق:** أوضح المقصود بعملية تدوير النفايات.

الطمر الصحي Sanitary Landfill

تُعدُّ طريقةُ الطمر الصحيّ Sanitary Landfill أكثرَ الطرُق شيوعاً في التخلّص من النفايات الصلبة، وتُعرفُ بأنّها طريقةٌ حديثةٌ للتخلّص من النفايات في مكبّ هندسيّ، تمّ إنشاؤه وتشغيله وفقاً لتعليماتٍ معتمدةٍ عالمياً لحماية البيئة. حيثُ تُحفرُ حفرةٌ كبيرةٌ في الأرض، يتمُّ عزلُ جوانبها وقاعدتها عن الصخور، والتربة المجاورة بطبقةٍ عازلةٍ من الطين، أو الأسمت، أو البلاستيك؛ لمنع تسرّب العصارة الناتجة عن تحلّل بقايا النفايات إلى المياه الجوفية، ثمّ تُلقى النفايات في الحفرة على شكل طبقاتٍ متتالية، حيثُ تُرصُّ كلُّ طبقةٍ بنوعٍ خاصٍّ من المداحل وتغطّى بطبقةٍ من التراب. أنظر الشكل (10). وبعد ملء المكبّ الصحيّ كاملاً، يتمُّ تغطية المكبّ بطبقةٍ من التربة، ويمكنُ زراعة الأرض بأنواعٍ معيّنة من الأشجار.

الرّبط بالجيولوجيا التركيبية

توجدُ اشتراطاتٌ جيولوجيةٌ لا بدّ من مراعاتها عند اختيار الموقع الملائم؛ لإقامة مكبّ النفايات مثل عدم وجود صدوع، أو شقوق في الصخور التي يُقام عليها المكبّ؛ حتّى لا يتعرّض للانهار، وأن تكون صخورُه كريمةً؛ حتّى لا تسمح للعصارة بالنفاذ إلى المياه الجوفية فتلوّثها.

أبحث:



يوجدُ في الأردنّ 18 مكابّ رسمياً للتخلّص من النفايات الصلبة، وأكبر هذه المكابّ هو مكبّ الغباوي. أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة لديّ عن موقعه، وحجم النفايات التي يستقبلها يومياً، وتصميمه الهندسيّ، وكيفية التخلّص من النفايات داخله، وأعدّ عرضاً تقديمياً بذلك، وأعرضه أمام زملائي / زميلاتي في الصفّ.



ب



أ

الشكل (10):

- (أ): مرحلة تغليف أرضية المكبّ الصحيّ بالبلاستيك؛ لمنع تسرّب العصارة للمياه الجوفية.
(ب): آلة تقوم بضغط التراب الذي غطّى إحدى طبقات النفايات.
أفسّر: لماذا يتمُّ ضغط طبقات النفايات؟

أفكر

كيف يتم التخلص من العصارّة التي يتم جمعها في مكبّ الطمر الصحيّ؟

أبحث:



تعدّ طريقة تحويل النفايات إلى غاز من طرائق المعالجة الحراريّة للنفايات العضويّة، وغير العضويّة. أبحث في أهمية هذه الطريقة وكيفية معالجة النفايات، وأعدّ تقريراً بذلك، وأعرضه أمام زملائي / زميلاتي في الصفّ.

تزوّد مكابّ الطمر الصحيّ بشبكة لتجميع العصارّة الناتجة من تحلّل الموادّ العضويّة، أو من تفاعل النفايات مع مياه الأمطار المتسرّبة إلى النفايات المتراكمة في المكبّ، حيث يتمّ التخلص منها. كما يزوّد المكبّ بشبكة لتجميع غاز الميثان الناتج عن التحلّل اللاهوائي للنفايات العضويّة، في أسطوانات خاصّة لاستخدامه في توليد الكهرباء.

المعالجة الحراريّة Thermal Treatment

تعرّف **المعالجة الحراريّة Thermal Treatment** بأنها تقنية من تقنيات معالجة النفايات الصلبة، وينتج عنها طاقة على شكل كهرباء، أو حرارة، أو كليهما معاً، وتستخدم هذه التكنولوجيا في الكثير من دول العالم، خاصّة في اليابان، ومن الطرُق الشائعة للمعالجة الحراريّة عملية حرق النفايات غير القابلة للتدوير في أفران، أو محارق على درجات حرارة تزيد على 850°C . أنظر الشكل (11). وتعدّ هذه الطريقة مكملّة لطريقة الطمر الصحيّ؛ لأنها تقلّل من حجم النفايات الصلبة بنسبة 90 %، ما يسهّل عملية طمرها في مكابّ النفايات.

الشكل (11): محطة لحرق النفايات.
أوضّح تأثير حرق النفايات على البيئة.



التخلص من النفايات الخطرة Disposal of Hazardous Waste

تُشكّل النفايات الخطرة تهديداً على صحّة الكائنات الحيّة، كونها غير قابلةٍ للتحلّل، وذات سُميّة عالية؛ لذلك تتمّ معالجة النفايات الطبيّة الخطرة قبل التخلص النهائيّ منها؛ بهدف تعقيمها حتى لا تكون مصدراً للأمراض، والفيروسات والعدوى. أنظر الشكل (12).

وبعد الانتهاء من معالجتها، يتمّ التخلص منها بطرقٍ عدّة منها: الحرق في محارق خاصّة، أو داخل حفرة عميقة، ثمّ تغطية الرماد الناتج بالتربة، أو طمرها في مكبات نفاياتٍ مخصّصةٍ للنفايات الطبيّة، حيث تُدفن لأعماقٍ كبيرة؛ شريطة أن تكون بعيدة عن المياه الجوفيّة.

أمّا الأنواع الأخرى من النفايات الخطرة مثل النفايات الإشعاعيّة الناتجة عن محطّات توليد الطاقة، والموادّ الكيميائيّة سريعة التطاير، والاشتعال مثل المذيبات العضويّة، فيتمّ التخلص منها بطرقٍ عدّة منها، دفنها في براميلٍ محكّمة الإغلاقٍ لأعماقٍ كبيرة في الأرض. أنظر الشكل (13).

✓ **أتحقّق:** أوّضح طرق التخلص من النفايات الطبيّة المعالّجة.

الشكل (12): نفايات طبيّة يتمّ تعقيمها بإحدى مشتقات الكلور قبل التخلص منها.

أبحث:



توجد العديد من التشريعات التي تنظّم العمليات المختلفة لإدارة النفايات الطبيّة في الأردن، مثل المادة (46) من الفصل العاشر التي عرّفت النفايات الطبيّة على أنّها مكرهة صحّيّة إذا لم تتمّ تناولتها بشكلٍ آمنٍ وسليم. أبحث في تشريعاتٍ أخرى مماثلة تتعلق بالنفايات الطبيّة بالرجوع إلى موقع وزارة البيئة الإلكتروني، وأعدّ عرضاً تقديمياً بذلك، وأعرضه أمام زملائي / زميلاتي في الصفّ.



الشكل (13): براميل تحتوي على نفايات كيميائيّة خطيرة. أفسّر: لماذا تُدفن هذه البراميل لأعماقٍ كبيرة داخل الأرض؟

الدَّجْرَةُ 1

تصميم مكبّ نفاياتٍ صحيّ

يُصمّمُ المهندسون مكبّاتِ النفاياتِ لاحتواءِ أكبرِ كميّةٍ من النفاياتِ متعدّدة الأشكالِ والمصادرِ، ويُشكّلُ التحديّ الرئيسيّ لهم في تصميمِ مكبّاتِ ذاتِ كفايةٍ عاليةٍ في التخلصِ من النفاياتِ، وألا تُشكّلَ خطراً على الصحّةِ والبيئةِ.

الموادُّ والأدواتُ: حوضٌ بلاستيكيٌّ شفافٌ، أبعاده (30 cm × 15 cm × 12 cm)، طينٌ أو صلصالٌ، رملٌ، حصّى، ماءٌ، بقايا موادِّ (ورقٌ، قشورُ فواكهٍ)، مجسّماتٌ كرتونيّةٌ تُمثّلُ البنياتِ السكنيّةِ، ملوّنُ طعامٍ، شرائطٌ بلاستيكيّةٌ، ماصّةٌ بلاستيكيّةٌ، وعاءٌ.

إرشاداتُ السلامة: الحذرُ عندَ استخدامِ ملوّنِ الطعامِ.

خطواتُ العملِ:

- 1 أفرِدُ طبقةً من الرّمْلِ بسُمكٍ (3 cm) في قاعِ الحوضِ البلاستيكيّ الشفافِ، وأضعُ المجسّماتِ الكرتونيّةِ التي تُمثّلُ البنياتِ في إحدى زوايا الحوضِ؛ للإشارةِ إلى السكّانِ الذين يستخدمونَ المياهَ الجوفيّةَ.
- 2 أُشكّلُ الطينَ على شكلِ صندوقٍ أبعاده (15 cm × 7 cm × 8 cm) تقريباً، وأفرِدُ في أرضيّةِ الحصّى، ثم أفرِدُ شرائطَ البلاستيكِ فوقِ الحصّى، ثم أضعُه في الحوضِ البلاستيكيّ مقابلاً للمجسّماتِ الكرتونيّةِ التي تُمثّلُ البنياتِ.
- 3 أحضِرُ النفاياتِ عن طريقِ خلطِ الورقِ، وقشورِ الفواكهِ بالماءِ وملوّنِ الطعامِ في وعاءٍ، ثم أملأُ الوعاءَ الطينيّ بها.
- 4 أُشكّلُ قطعةً من الصلصالِ على شكلِ غطاءٍ أغطّي بها النفاياتِ في الصندوقِ الطينيّ بإحكامٍ.
- 5 أسكبُ الماءَ على الصندوقِ الطينيّ من أعلى، ثم أهرّصُ الصندوقَ البلاستيكيّ كاملاً.
- 6 أعرّسُ الماصّةَ البلاستيكيّةَ في الرمالِ خارجَ الصندوقِ الطينيّ، وبالقربِ من مجسّماتِ البنياتِ؛ للبحثِ عن أيّ ملوّناتٍ غذائيّةٍ متسرّبةٍ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أحدّدُ: ماذا تمثّلُ الملوّناتُ الغذائيّةُ المتسرّبةُ إن وُجدتْ؟
2. أفسّرُ: لماذا استُخدمتِ الحصّى، والشرائطُ البلاستيكيّةُ في تغطيةِ أرضيّةِ الوعاءِ الطينيّ قبلَ وضعِ النفاياتِ فيه؟
3. أقتُرِحُ موادَّ أخرى غيرَ الشرائطِ البلاستيكيّةِ، يمكنُ استخدامها لتغطيةِ أرضيّةِ الصندوقِ الطينيّ.
4. أشرحُ الإجراءَ الذي يجبُ القيامُ به في حالِ حدثَ تسرّبٌ للملوّناتِ الغذائيّةِ إلى البنياتِ السكنيّةِ.
5. أتوقّعُ التحسيناتِ التي يمكنُ أن أجريها على إجراءاتِ التجربة، لو كانتِ النفاياتُ التي سيتمُّ طمرُها نفاياتٍ خطرةً.

طرق الاستفادة من النفايات الصلبة

Methods of Utilizing Solid Waste

تُعَدُّ النفايات الصلبة ثروة اقتصادية، إذا تمَّت الاستفادة منها بطريقة علمية صحيحة. فتدوير النفايات يوفر كميات هائلة من الطاقة والمياه، إضافة إلى توفير المواد الأولية التي تدخل في الصناعات المختلفة. فعلى سبيل المثال، إنتاج طن واحد من الورق من النفايات الورقية سيوفر (4100 kWh) من الطاقة تقريباً، وسيوفر (28 m³) من المياه تقريباً، فضلاً عن توفير فرص عمل جديدة.

كما يُستفاد من الطاقة الحرارية الناتجة عن حرق النفايات في تسخين أنابيب المياه المستخدمة في شبكات التدفئة المركزية، وفي إنتاج بخار الماء الذي يمكن استغلاله في توليد الكهرباء. كذلك الأمر يُستفاد من الغاز الحيوي الناتج في مكبات الطمر الصحي نتيجة عملية التحلل اللاهوائي للمواد العضوية في إنتاج الكهرباء، حيث يولد المتر المكعب الواحد منه (1.25 kWh) من الطاقة الكهربائية تقريباً، فضلاً عن السماد العضوي المتبقي. أنظر الشكل (14).

الشكل (14): أنابيب تجميع الغاز الحيوي في مكب النفايات.
أنتوقع: ماذا يمكن أن يحدث لو لم يتم تجميع الغاز في مواقع مكاب النفايات؟



أصمّم باستخدام

برنامج السكراتش
(Scratch) عرضاً يبيّن بعض
الأفكار الإبداعية في كيفية
إعادة استخدام النفايات
الناتجة من المنزل، والمدرسة
وإستخدامها في الصف،
أو المدرسة، ثم أشاركه مع
زملائي / زميلاتي في الصف.

✓ **أتحقّق:** كيف يُستفاد من
الطاقة الحرارية الناتجة
عن حرق النفايات؟

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أعدد طرق التخلص من النفايات الصلبة.
2. أفسر: تعدد طريقة التدوير من أكثر الطرق نجاعة في التقليل من الآثار السلبية؛ لتراكم النفايات الصلبة في البيئة.
3. أقرن بين طريقتي المعالجة الحرارية والتحلل الحيوي من حيث: آلية حدوث كل منها، ونسبة مساهمتها في تقليل حجم النفايات الصلبة.
4. أبرر: لماذا يكون سعر الزجاج المعاد تدويره أقل من سعر الزجاج غير المعاد تدويره؟
5. أتوقع: ماذا يمكن أن يحدث لو أقيم مكب النفايات على تربة رملية، دون وجود نظام مراقبة؟
6. أصف طريقة التخلص المناسبة لكل من النفايات الآتية: القفايز المستخدمة في العمليات الجراحية، وأوراق الأشجار، والأكياس البلاستيكية، والمواد المشعة.
7. يوضح الجدول الآتي أقل مسافة عن موقع مكب النفايات، وأماكن أخرى داخل منطقة ذات مساحة كبيرة. أدرس البيانات الواردة في الجدول جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

المكان	أقل مسافة عن موقع مكب النفايات (m)
المناطق السكنية	300
المؤسسات التعليمية	500
المرافق الصحية	500
المسطحات المائية مثل الأنهار، والبرك	300
الأراضي الزراعية	200

- أ- أتوقع: في ضوء المعلومات المتوفرة في الجدول، كم تكون المسافة بين المناطق التجارية، وموقع المكب؟
- ب- أستنتج: لماذا يجب أن يبعد مكب النفايات عن المدارس، والمستشفيات مسافة أكثر من الأمكنة الأخرى؟
- ج- أربط بين سرعة الرياح، وكمية الأمطار في المنطقة، وبين محاذير السلامة والصحة البيئية التي يفرها مكب النفايات.

النفايات الإلكترونية E-WASTE

الإثراء والتوسع

تتطور التكنولوجيا بشكل سريع، وينتج عن ذلك كميات كبيرة من النفايات الإلكترونية على مدار الساعة. وتعرف النفايات الإلكترونية بأنها المعدات الكهربائية، والإلكترونية المستهلكة والتالفة، وملحقاتها، وأجزاؤها الفرعية التي يتم التخلص منها، مثل أجهزة الحاسوب، والهواتف المحمولة، والبطاريات، والأجهزة المنزلية؛ مثل الميكروويف، والثلاجة.

تحتوي النفايات الإلكترونية على مواد سامة تضر بالإنسان والبيئة، وعند التخلص من هذه الأجهزة بشكل عشوائي تتسرب مكوناتها مثل العناصر السامة إلى الموارد الطبيعية من ماء وهواء وتربة، وتصل عبر السلسلة الغذائية؛ لذا، أصبحت النفايات الإلكترونية مشكلة بيئية عالمية. كما يقدر الإنتاج العالمي منها بين (20 - 50 million tons).

وفي الأردن اتخذت وزارة البيئة الأردنية مجموعة من الإجراءات للتعامل مع هذا النوع من النفايات مثل تخصيص مخزن للنفايات الإلكترونية في مركز معالجة النفايات الخطرة/ سواقة، كما ستقوم بتنفيذ مشروع للتخلص من النفايات الإلكترونية عن طريق برنامج الأمم المتحدة للبيئة - اتفاقية بازل -؛ للتحكم بنقل النفايات الخطرة عبر الحدود (مبادرة الشراكة من أجل التخلص من النفايات الإلكترونية (PACE).

الكتابة في الجيولوجيا

أبحث في مصادر المعرفة المتوفرة لدي، ومنها شبكة الإنترنت؛ عن مبادرة الشراكة من أجل التخلص من النفايات الإلكترونية (PACE)، وأعرض نتائج بحثي أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

السؤال الأول:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. أكثر الطرق أماناً من الناحية البيئية في التخلص من النفايات الصلبة هي:

أ) الطمر الصحي. ب) التدوير.

ج) المعالجة الحرارية. د) التعقيم.

2. تُسهم عملية التحلل الحيوي في تقليل حجم النفايات الصلبة بنسبة:

أ) 5 % ب) 10 %

ج) 50 % د) 90 %

3. أكثر الطرق شيوعاً في التخلص من النفايات الصلبة:

أ) الطمر الصحي. ب) التدوير.

ج) المعالجة الحرارية. د) التحلل الحيوي.

4. أول مرحلة في عملية تدوير النفايات هي:

أ) المعالجة الحرارية.

ب) الفرز من المصدر.

ج) التطهير والتعقيم بمشتقات الكلور.

د) التقطيع لأجزاء صغيرة.

5. يتم التخلص من النفايات الكيميائية الخطرة بوساطة:

أ) حرقها في محارق خاصة.

ب) دفنها في براميل محكمة الإغلاق لأعماق كبيرة في الأرض.

ج) طمرها في مكاب الطمر الصحي.

د) طمرها في مكاب مخصصة للنفايات الكيميائية.

6. إحدى العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بالنفايات الصلبة المنزلية:

أ) تتكوّن النفايات الصلبة المنزلية في معظمها

من نفايات معدية تحتوي على مسببات الأمراض مثل البكتيريا، والفيروسات.

ب) يجب التخلص من النفايات الصلبة المنزلية

بسرعة؛ لوجود مواد عضوية فيها تتحلل بشكل سريع.

ج) يُستفاد من النفايات المنزلية الصلبة بعد

معالجتها في زراعة الشعير، والقمح، وأعلاف الحيوانات.

د) تتكوّن النفايات الصلبة المنزلية من عناصر

كيميائية سامة بطيئة التحلل.

7. إحدى الآتية لا تُعدّ من النفايات الصلبة الزراعية:

أ) جيف الحيوانات. ب) بقايا الأعلاف.

ج) نفايات المسالخ. د) الورق.

8. إحدى الآتية تُعدّ من النفايات الصناعية الخطرة:

أ) الورق. ب) الأدوية التالفة.

ج) المواد الحمضية. د) بقايا الأعلاف.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:

1. أكثر النفايات قابلية للتدوير هي

2. المادة الناتجة عن عملية التحلل الحيوي تُسمى ...

.....

3. طريقة التخلص من النفايات الصلبة التي يتم فيها

توليد الكهرباء

4. الغاز المتشكّل في مواقع الطمر الصحي يُسمى ..

.....

السؤال السابع:

أكتب في الصندوق المجاور لكل شكلٍ ممّا يأتي مصدر النفايات الصلبة؛ مستخدمًا المفاهيم الآتية: (النفايات الصلبة الزراعية، المياه العادمة، النفايات الصلبة الطبيّة، النفايات الصلبة الصناعيّة).



السؤال الثامن:

أذكر اثنين من أوجه الاختلاف بين النفايات الصلبة المنزليّة، والنفايات الصلبة الصناعيّة.

السؤال التاسع:

أصِف الآثار السلبية الناتجة عن تراكم النفايات الصلبة المنزليّة على البيّة.

السؤال العاشر:

أوضّح: كيف تتم مراقبة موقع الطمر الصحيّ؛ للحفاظ على صحّة الإنسان وسلامته؟

السؤال الحادي عشر:

أشرح: كيف يتمّ التخلص من النفايات الكيميائيّة الخطرة؟

5. الموادّ الصلبة العضويّة، وغير العضويّة الممزوجة بنسبة عالية من المياه، التي تنتج من معالجة المياه العادمة في محطات المعالجة هي

6. من النفايات الحادّة الناتجة عن العمليات الجراحية

7. تصنّف النفايات الصناعيّة إلى:

8. تختلف كمّيّة النفايات الصلبة المنزليّة من مكانٍ إلى آخر؛ اعتمادًا على

السؤال الثالث:

أقارن بين طريقتي التخلص من النفايات الصلبة الطبيّة، والنفايات الصلبة العضويّة من حيث آليّة حدوث كلٍّ منها.

السؤال الرابع:

أفسّر العبارات الآتية تفسيرًا علميًا دقيقًا:

1. يُعدّ الرّجاج من أسهل الموادّ التي يمكن تدويرها.
2. تُعدّ طريقة حرق النفايات مكملّة لطريقة الطمر الصحيّ.

3. تتكوّن العصارة في قاعدة النفايات الصلبة في موقع الطمر الصحيّ.

السؤال الخامس:

أستنتج: ماذا يمكن أن يحدث لو لم تتم معالجة النفايات الطبيّة الخطرة، قبل التخلص النهائي منها في مواقع الطمر الصحيّ؟

السؤال السادس:

أتوقّع: ماذا يمكن أن يحدث، إذا لم تُرصّ طبقات النفايات الصلبة بالمداحل؟

الغلاف الجوي

Atmosphere

الوحدة

5

قال تعالى:

﴿وَجَعَلْنَا السَّمَاءَ سَقْفًا مَحْفُوظًا وَهُمْ عَنْ آيَاتِهَا مُعْرَضُونَ﴾

(سورة الأنبياء : الآية 32)

أتأمل الصورة

يحيطُ الغلافُ الجويُّ بالأرضِ من الجهاتِ جميعها، ويتكوّنُ من طبقاتٍ عدّةٍ، فما طبقاتُ الغلافِ الجويِّ؟ وما خصائصُ كلِّ طبقةٍ من هذه الطبقاتِ؟

الفكرة العامة:

يحيطُ الغلافُ الجويُّ بالأرض، وله أهميةٌ كبيرةٌ للحياة على سطحها وتحدثُ في الغلافِ الجويِّ مجموعةٌ من العملياتِ تؤثرُ في مقدارِ الطاقةِ الشمسيَّةِ التي يكتسبُها.

الدرسُ الأوَّلُ: خصائصُ الغلافِ الجويِّ

الفكرةُ الرئيسيَّةُ: يتكوَّنُ الغلافُ الجويُّ من طبقاتٍ عدَّةٍ لكلِّ منها مكوِّناتُها وخصائصُها.

الدرسُ الثاني: تسخينُ الغلافِ الجويِّ

الفكرةُ الرئيسيَّةُ: تعملُ مكوِّناتُ الغلافِ الجويِّ على امتصاصِ جزءٍ من الإشعاعِ المنبعثِ من الشمسِ، وجزءٍ من الإشعاعِ المنبعثِ من سطحِ الأرضِ، ما يؤدي إلى تسخينِ الغلافِ الجويِّ.

الهواء في الغلاف الجوي

يحيط بالأرض ما يُعرف بالغلاف الجوي، ويتكون من خليط من الغازات التي تسمى الهواء، فكيف نستدل على وجود الهواء؟

المواد والأدوات: برطمان زجاجي ذو فوهة واسعة من الأعلى، كيس بلاستيكي مناسب لحجم البرطمان، شريط مطاطي عريض.



خطوات العمل:

1 أضع حواف الكيس البلاستيكي فوق فتحة البرطمان الزجاجي من الخارج، وأثبتته بإحكام باستخدام الشريط المطاطي.

2 أحاول بلطف دفع الكيس البلاستيكي إلى داخل البرطمان. وأسجل ملاحظاتي.

3 أزيل الشريط المطاطي من فوق الكيس.

4 أبطن البرطمان من الداخل باستخدام الكيس البلاستيكي، وأثني حوافه على البرطمان من الخارج، وأثبت حوافه بإحكام فوق حافة البرطمان باستخدام الشريط المطاطي.

5 أحاول بلطف سحب الكيس من البرطمان بأطراف أصابعي، وأسجل ملاحظاتي.



التحليل والاستنتاج:

1. **أفسر** النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة 2.

2. **أناقش** زملائي / زميلاتي في النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة 5.

3. **أستنتج:** هل ضغط الهواء أعلى داخل الكيس، أم خارجه في الحالتين؟ مسوغاً إجابتي.

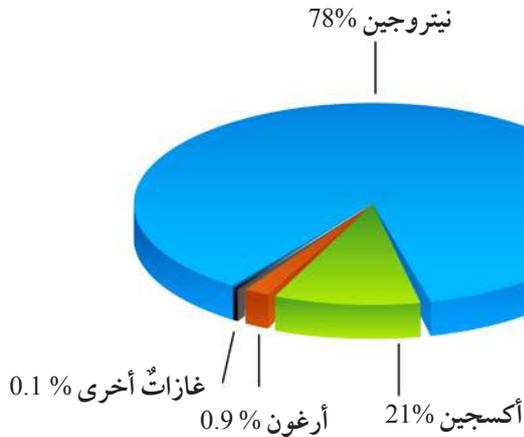
مكونات الغلاف الجويّ

Composition of the Atmosphere

يحيطُ **الغلاف الجويّ** Atmosphere بالأرض، وهو مزيجٌ من الغازاتِ والهباءِ الجويّ، يمتدُّ من سطحِ الأرضِ إلى الفضاءِ الخارجيّ، ويؤثّرُ في معظمِ العملياتِ الحيويّة، والتفاعلاتِ الكيميائيّةِ والفيزيائيّة التي تجري عليها، ويختلفُ الغلافُ الجويّ اليومَ كثيرًا عمّا كان عليه عندما نشأتِ الأرضُ. ويتميّزُ الغلافُ الجويّ لكوكبِ الأرضِ عن أغلفةِ باقي كواكبِ المجموعة الشمسيّة؛ بوجودِ الأكسجينِ، والعديدِ من الخصائصِ المهمّةِ لاستمرارِ الحياةِ على كوكبِ الأرضِ مثلِ درجةِ الحرارة.

الغازاتُ في الغلافِ الجويّ Gases in the Atmosphere

يُعدُّ غازُ النيتروجينِ (N_2) أكثرَ الغازاتِ وفرةً في الغلافِ الجويّ، حيثُ يشكّلُ تقريبًا % 78 من غازاتِ الغلافِ الجويّ. يليه غازُ الأكسجينِ (O_2) الذي يشكّلُ % 21، بينما يشكّلُ غازُ الأرجونِ (Ar) % 0.9 تقريبًا من غازاتِ الغلافِ الجويّ. وتتكوّنُ نسبةُ % 0.1 المتبقيةُ من غازاتٍ أخرى، منها غازُ ثاني أكسيدِ الكربونِ (CO_2) وبخارُ الماءِ (H_2O) وغازُ النيونِ (Ne) وغازُ الهيليومِ (He). أنظرُ الشكلَ (1).



الفكرةُ الرئيسيّةُ:

يتكوّنُ الغلافُ الجويّ من طبقاتٍ عدةٍ، لكلٍّ منها مكوناتها وخصائصها.

نتائجُ التعلّمِ:

- أصفُ طبقاتِ الغلافِ الجويّ وخصائصها وأهميتها.
- أرسمُ مقطعًا رأسيًا لطبقاتِ الغلافِ الجويّ.
- أفسّرُ لماذا يوصفُ الغلافُ الجويّ بأنّه سقفٌ حافظٌ للحياةِ على كوكبِ الأرضِ.
- أقدّرُ أهميّةَ الغلافِ الجويّ في دعمِ الحياةِ على سطحِ الأرضِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

Atmosphere	الغلافُ الجويّ
Aerosols	الهباءُ الجويّ
Troposphere	تروبوسفير
Stratosphere	ستراتوسفير
Mesosphere	ميزوسفير
Thermosphere	ثيرموسفير
Exosphere	الإكسوسفير

الشكلُ (1): يتكوّنُ الغلافُ الجويّ الأرضيّ من عددٍ من الغازاتِ. أهددُ الغازاتِ الرئيسيّةَ التي يتكوّنُ منها الغلافُ الجويّ الأرضيّ.

الغازات ثابتة التركيز والغازات متغيرة التركيز

Permanent Gases and Variable Gases

تغير تركيـب الغلاف الجوي بشكل كبير مع الزمن، وتغيرت نسب مكوناته، وفي الوقت الحاضر تتغير أيضاً نسب بعض الغازات في الغلاف الجوي من وقت لآخر، ومن مكان إلى مكان آخر. ومن هذه الغازات: بخار الماء، والأوزون، وثنائي أكسيد الكربون، والميثان. أما النيتروجين والأكسجين، فتعد نسبهما ثابتة إلى حد ما. وتسهم العديد من الظروف الطبيعية مثل ثوران البراكين، والأنشطة البشرية مثل إزالة الغابات، وحرق الوقود الأحفوري، في تغيير نسب تلك الغازات.

الهباء الجوي Aerosols

بالإضافة إلى الغازات، يحتوي الغلاف الجوي للأرض على **الهباء الجوي Aerosols** وهو مواد صلبة مثل الغبار والأملاح وحبوب اللقاح، ومواد سائلة مثل القطرات الحمضية. تسمح الحركات التي تحدث في الغلاف الجوي لكمية كبيرة من تلك الجسيمات الصلبة، والسائلة بأن تصبح معلقة بداخله، وتبقى العديد منها معلقة ممدداً زمناً طويلاً في الغلاف الجوي. وتشمل هذه الجسيمات أملاح البحر من الأمواج المتكسرة، ودقائق التربة التي تتطاير بفعل الرياح، والدخان الصادر من الحرائق، وحبوب اللقاح، والكائنات الحية الدقيقة التي تحملها الرياح، والأغبرة والغازات المنبعثة من البراكين. أنظر الشكل (2).

✓ **أتحقّق:** أحدّد مكونات الغلاف الجوي.

أبحث:



مستعيناً بمصادر المعرفة المتوافرة لديّ ومنها شبكة الإنترنت، أبحث عن كيفية تشكّل الغلاف الجوي في بداية نشأة كوكب الأرض، وأعرض نتائج بحثي أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

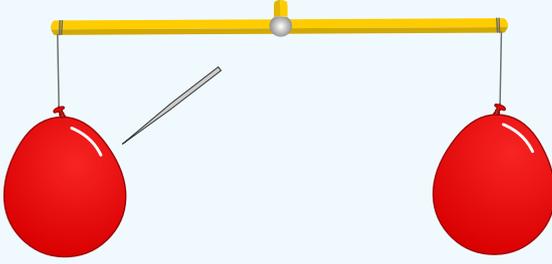
الشكل (2) الأغبرة والغازات المنبعثة من البراكين إلى الغلاف الجوي.

التجربة 1

كتلة الهواء

يتكوّن الغلاف الجويّ من العديد من الغازات، وتختلف خصائص طبقات الغلاف الجويّ ومكوّناته، فهل للهواء في الغلاف الجويّ كتلة؟ وكيف يمكن التحقق من ذلك؟

المواد والأدوات: عصا خشبيّة طولها 40 cm، خيط، بالونان فارغان بالحجم والنوع أنفسهما، دبوس، دبوس تثبيت.



إرشادات السلامة:

- الحذر من انفجار البالون في أثناء نفخه.
- الحذر من جرح اليدين في أثناء استخدام الدبوس.

خطوات العمل:

- 1 أثبت أحد طرفي الخيط في منتصف العصا الخشبيّة عن طريق لفّه حول العصا الخشبيّة أو تثبيته بدبوس.
- 2 أنفخ البالونين، حيث أحصل على بالونين لهما الحجم نفسه تقريبًا.
- 3 أربط فوهة البالون بشكل جيّد بالخيط، حيث يكون طول الخيط المتبقي في كلا البالونين متساويًا.
- 4 أربط الخيط المتصل بالبالون الأول بأحد طرفي العصا الخشبيّة، وأربط الخيط المتصل بالبالون الثاني بالطرف الآخر للعصا الخشبيّة.
- 5 ألاحظ العصا الخشبيّة، هل هي بوضع أفقيّ، أم مالت للأسفل نحو أحد البالونين؟
- 6 أثقب أحد البالونين بالدبوس، وألاحظ العصا الخشبيّة، هل مالت للأسفل نحو أحد البالونين؟

التحليل والاستنتاج:

1. **أفسّر:** لماذا تمّ استخدام بالونين لهما الحجم والنوع أنفسهما؟
2. **أستنتج:** لماذا مالت العصا الخشبيّة للأسفل في الطرف الذي يحتوي على البالون المملوء بالهواء؟

الشكل (3) يقسم الغلاف الجوي إلى طبقات عدة. أستتج الطبقة التي تشهد أعلى درجة حرارة فيها.

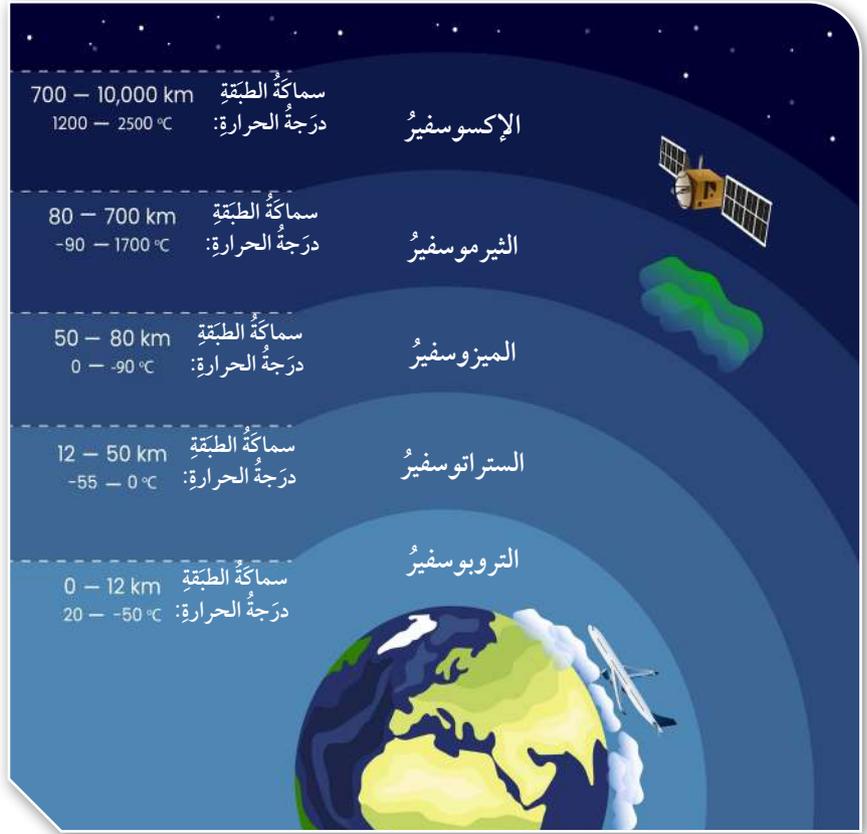
أفكر

هل يختلف سمك طبقة التروبوسفير من مكان إلى آخر؟ لماذا؟

الربط بالكيمياء



يتكوّن الأوزون (O₃) من اتحاد ذرة أكسجين نشطة (O) مع جزيء أكسجين (O₂). حيث تعمل الأشعة فوق البنفسجية على تكسير الرابطة التساهمية الثنائية في جزيء الأكسجين. فينتج عن ذلك ذرتي أكسجين نشطتين، وتتحد كل ذرة منهما مع جزيء أكسجين (O₂)، ويتكوّن الأوزون كما في المعادلتين الآتيتين:



طبقات الغلاف الجوي Layers of the Atmosphere

يقسم الغلاف الجوي بشكلٍ رأسيٍّ اعتمادًا على التغيّر في درجة الحرارة إلى خمس طبقاتٍ رئيسية، تتميز كل منها بخصائصٍ محددة، وهي من الأسفل إلى الأعلى كالآتي: التروبوسفير، والستراتوسفير، والميزوسفير، والثيرموسفير، والإكسوسفير. أنظر الشكل (3).

التروبوسفير Troposphere

تمتدُّ طبقة التروبوسفير Troposphere من سطح الأرض، وحتى ارتفاع يصل إلى 12 km، وتحتوي على معظم كتلة الغلاف الجوي. تسمى طبقة التروبوسفير بالطبقة المتغيرة، أو الطبقة المناخية، حيث تحدث فيها أحوال الطقس المختلفة. تقلُّ درجة الحرارة في هذه الطبقة مع زيادة الارتفاع بمعدل 6.5 °C لكل 1 km. وتصلُّ درجة الحرارة في أعلى طبقة التروبوسفير إلى (-50) °C.

الستراتوسفير Stratosphere

تمتدُّ طبقةُ الستراتوسفير Stratosphere من نهايةِ طبقةِ التروبوسفير إلى ارتفاعٍ يصلُ 50 km فوقَ سطحِ الأرضِ. يتميَّزُ الجزءُ السفليُّ من طبقةِ الستراتوسفير بانخفاضِ درجةِ الحرارةِ التي تصلُ إلى $(-55)^\circ\text{C}$ بينما يتميَّزُ الجزءُ العلويُّ منها بارتفاعِ درجةِ الحرارةِ التي قد تصلُ إلى 0°C ، ويرجعُ سببُ ذلكِ إلى وجودِ طبقةٍ تحتوي على غازِ الأوزونِ تقعُ بينَ 15-30 km ضمنَ طبقةِ الستراتوسفير، حيثُ يمتصُّ الأوزونُ الأشعةَ فوقَ البنفسجيةَ من الشمسِ ما يؤدي إلى ارتفاعِ درجةِ الحرارةِ.

الميزوسفير Mesosphere

تقعُ طبقةُ الميزوسفير Mesosphere أو (الطبقةُ الوسطى) فوقَ طبقةِ الستراتوسفير عندَ ارتفاعِ 50 km ، حيثُ تبدأُ عندها درجةُ الحرارةِ بالانخفاضِ مع الارتفاعِ حتى تصلَ إلى $(-90)^\circ\text{C}$ ، وتستمرُّ هذه الطبقةُ حتى ارتفاعِ 80 km تقريباً فوقَ سطحِ الأرضِ. وتتميَّزُ هذه الطبقةُ بالانخفاضِ الكبيرِ في درجاتِ الحرارةِ، وبقلَّةِ تركيزِ الغازاتِ. ولهذه الطبقةُ أهميةٌ كبيرةٌ، فهي تحمي سطحَ الأرضِ من سقوطِ النيازكِ عليه.

الثيرموسفير Thermosphere

تسمَّى الطبقةُ الرابعةُ من الغلافِ الجويِّ **الثيرموسفير** Thermosphere أو (الطبقةُ الحرارية) وهي طبقةٌ ذاتُ تركيزٍ قليلٍ من الغازاتِ؛ لذلك تشكِّلُ نسبةً قليلةً من كتلةِ الغلافِ الجويِّ. تقعُ طبقةُ الثيرموسفير بينَ 85 km إلى 700 km تقريباً، وتتميَّزُ بارتفاعِ درجةِ حرارتها، حيثُ تزدادُ درجةُ حرارتها؛ لتصلَ إلى 1700°C تقريباً. وتوجدُ في نهايةِ طبقةِ الميزوسفير، وداخلَ طبقةِ الثيرموسفير طبقةٌ من الجسيماتِ المشحونةِ كهربائياً تسمَّى الأيونوسفير Ionosphere أو (الطبقةُ المتأينة)، ولطبقةِ الأيونوسفير أهميةٌ كبيرةٌ؛ لأنها تقومُ بعكسِ أمواجِ الراديو وإبقائها داخلَ الغلافِ الجويِّ. أنظرُ الشكلَ (4). كذلك تحمي الأرضُ من وصولِ الأشعةِ السينيةِ الضارةِ.

لطبقةِ الأوزونِ أهميةٌ كبيرةٌ للإنسانِ؛ لأنها تحمي الأرضَ من وصولِ الأشعةِ فوقَ البنفسجيةِ الضارةِ إليها، فهي تسبِّبُ عند وصولها إلى سطحِ الأرضِ حدوثَ سرطاناتِ الجلدِ، وإضعافَ الجهازِ المناعيِّ في الجسمِ، وتدميرَ المادةِ الوراثيةِ (DNA)، كما أنه يسبِّبُ مرضَ تليِّفِ عدسةِ العينِ.

أفخز

ما سببُ تأيِّنِ الذرَّاتِ في طبقةِ الأيونوسفير؟

أبحثُ:

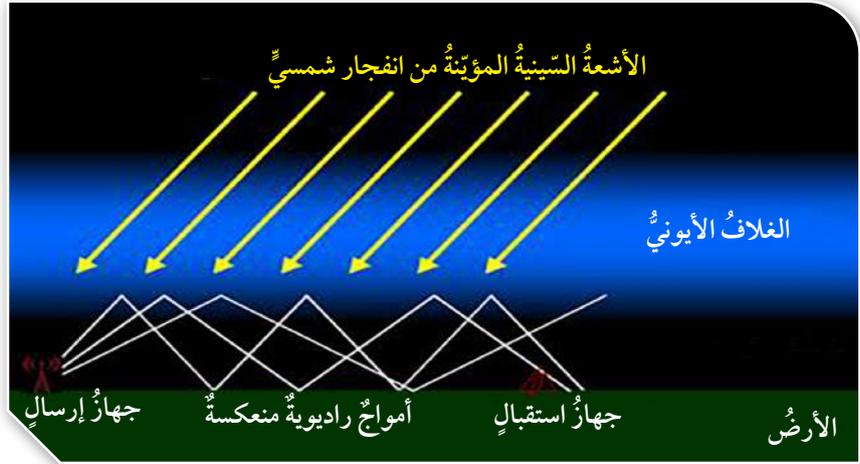
مستعيناً بمصادرِ المعرفةِ المختلفةِ ومنها شبكةُ الإنترنت، أبحثُ عن أسبابِ ثقبِ طبقةِ الأوزونِ، ثمَّ أعدُّ عرضاً تقديمياً مدعماً بالصورةِ يوضِّحُ تلكَ الأسبابِ، وأعرضه أمامَ زملائي / زميلاتي في الصفِّ.

الشكل (4) تُعدُّ طبقة الأيونوسفير مهمةً في الاتصالات؛ لأنها تعمل على عكس الأشعة الراديوية الصادرة من أجهزة الإرسال نحو أجهزة الاستقبال الموجودة على سطح الأرض.

أبحث:



يوجد عددٌ من العلماء لا يُعدُّ طبقة الأيونوسفير إحدى طبقات الغلاف الجويّ، مستعيناً بمصادر المعرفة المختلفة ومنها شبكة الإنترنت، أبحث عن أسباب ذلك، ثم أعدّ عرضاً تقديمياً مدعماً بالصور يوضح تلك المسوّغات، وأعرضه أمام زملائي / زميلاتي في الصفّ.



الإكسوسفير Exosphere

تمتدُّ طبقة الإكسوسفير Exosphere أو (الطبقة الخارجيّة)، من نهاية طبقة الثيرموسفير إلى أكثر من 10000 km فوق سطح الأرض، حيث تتلاشى عند حدود الفضاء الخارجي، وتحتوي طبقة الإكسوسفير على تركيز قليل من ذرات عنصرَي الهيدروجين، والهيليوم، ويقلُّ عدد الذرات مع زيادة الارتفاع.

✓ **أنتحقّق:** أفسّر: لماذا يكون الجزء العلوي من طبقة الأوزون أكثر دفئاً من الجزء السفليّ؟

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أرتب طبقات الغلاف الجويّ من الأسفل إلى الأعلى.
2. أرتب الغازات الآتية من الأكثر وفرة، إلى الأقل وفرة (الأكسجين، ثاني أكسيد الكربون، الأرجون، النيتروجين) في الغلاف الجويّ.
3. أفرّن بين طبقة الميزوسفير والثيرموسفير من حيث درجة الحرارة.
4. أوضّح سبب ارتفاع درجة حرارة الجزء العلويّ من طبقة الستراتوسفير؛ نسبةً إلى الجزء السفليّ منها.
5. أقرؤم صحة ما أشارت إليه الجملة الآتية: (ترتفع درجة حرارة طبقة التروبوسفير كلما ارتفعنا من سطح الأرض إلى أعلى).
6. أحدّد: في أيّ طبقات الغلاف الجويّ توجد طبقة الأوزون؟
7. أفسّر أهمية طبقة الثيرموسفير في الاتصالات.

الطاقة الشمسية Sun Energy

تُعَدُّ الشمسُ مصدرَ الطاقةِ الرئيسَ على سطحِ الأرضِ، وتشعُّ الشمسُ طاقتها في الاتجاهاتِ جميعها، على شكلِ موجاتٍ كهرومغناطيسيةٍ **Electromagnetic Waves** تسمى الإشعاع الشمسي. أنظر الشكل (5). وكما تعلمت سابقاً، فإن الموجات الكهرومغناطيسية شكل من أشكال الطاقة، تنتقل عبر الفراغ، ولا تحتاج إلى وسط ناقل حتى تصل إلى الأرض، وهي موجات مستعرضة تكون على شكل قمة وقاع، لها ترددات وأطوال موجية مختلفة. ويُعرف الطول الموجي للموجة على أنه المسافة بين قمتين متتاليتين، أو قاعين متتاليتين. وتسمى الطاقة التي تنتقل على شكل موجات كهرومغناطيسية إلى الأرض **الإشعاع Radiation**.

يسمى النطاق الكامل للموجات الكهرومغناطيسية بالطيف الكهرومغناطيسي، وتختلف الموجات الكهرومغناطيسية بأطوالها الموجية، وتردداتها، ولكن ما الأطوال الموجية التي تصل من الشمس إلى الأرض؟ وهل جميعها متشابهة؟

الفكرة الرئيسة:

تعمل مكونات الغلاف الجوي على امتصاص جزء من الإشعاع المنبعث من الشمس، وجزء من الإشعاع المنبعث من سطح الأرض، ما يؤدي إلى تسخين الغلاف الجوي.

نتائج التعلم:

- أتوصل إلى أن الشمس هي المصدر الرئيس للطاقة في الغلاف الجوي.
- أحسب التدفق المنبعث من الشمس.
- أشرح كيف يسخن الغلاف الجوي.
- أقدر أهمية الطاقة الشمسية بوصفها مصدر رئيس للطاقة على سطح الأرض.

المفاهيم والمصطلحات:

موجات كهرومغناطيسية

Electromagnetic Waves

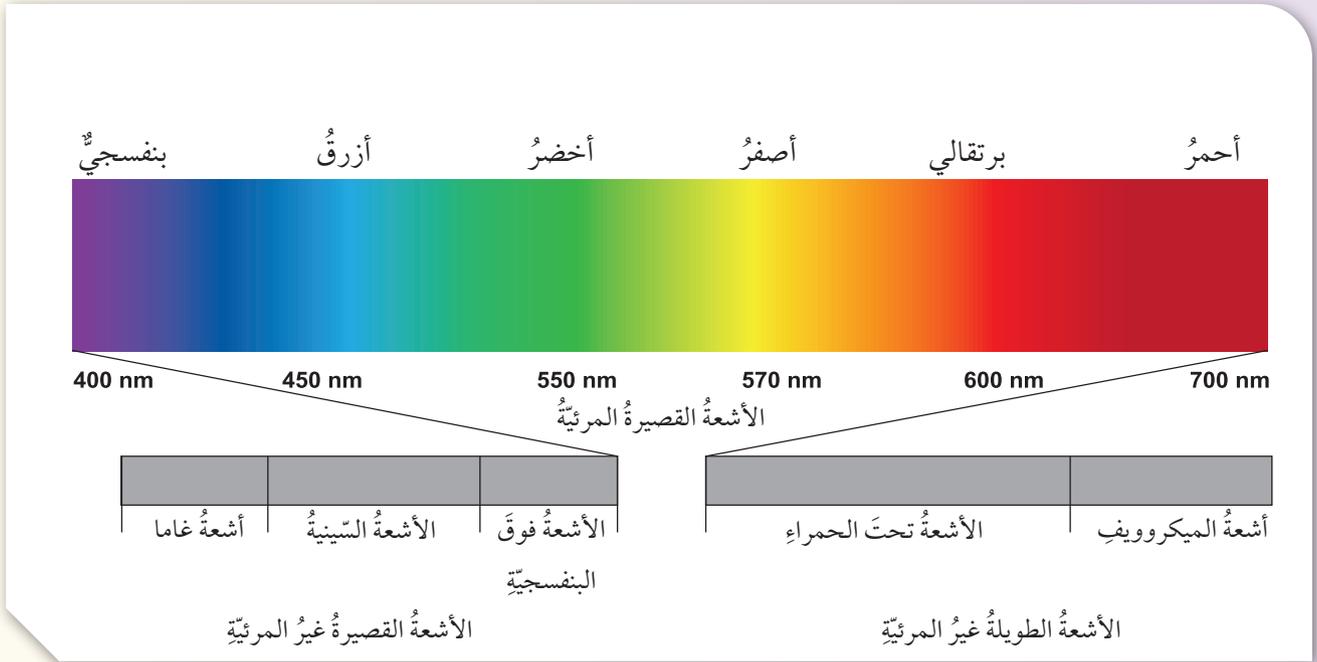
Radiation

إشعاع

الشكل (5): تشع الشمس طاقتها في الاتجاهات جميعها، وتسمى المسارات التي تسلكها الطاقة بالأشعة.

الأشعة القصيرة المرئية

تختلف موجات الطيف الكهرمغناطيسي للإشعاع الشمسي في أطوالها الموجية، وتردداتها، وكذلك كمية الطاقة التي تحملها. ولتعرف أنواع الموجات الكهرمغناطيسية المكونة للإشعاع الشمسي، أدرس الشكل الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



التحليل والاستنتاج:

1. أحدد: ما أنواع الأشعة المكونة للطيف الكهرمغناطيسي الشمسي؟
2. أبين الأطوال الموجية للأشعة المرئية بوحدة (nm).
3. **أقارن** بين الأشعة الطويلة غير المرئية، والأشعة القصيرة غير المرئية من حيث الطول الموجي.
4. أذكر أمثلة على كل من الأشعة الطويلة غير المرئية، والأشعة القصيرة غير المرئية.
5. **أستنتج**: إذا علمت أن العلاقة بين تردد الموجات وطولها الموجي علاقة عكسية؛ فأبي الموجات ذات تردد أكبر؟
6. **أتوقع**: أي الأشعة تحمل طاقة أكبر؟

الطيف الكهرمغناطيسي الشمسي

Solar Electromagnetic Spectrum

يتكوّن الطيف الكهرمغناطيسي للشمس من العديد من أنواع الأشعة، منها الأشعة المرئية وتحت الحمراء وفوق البنفسجية، ويمكن تقسيم الإشعاع في الطيف الكهرمغناطيسي إلى قسمين رئيسيين.

الأشعة المرئية (الضوء المرئي) Visible Radiation

تتكوّن الأشعة المرئية من ألوان متعددة هي: الأحمر، البرتقالي، الأصفر، الأخضر، الأزرق، البنفسجي. ولكل لون منها طول موجي خاص به، إذ يتراوح الطول الموجي للأشعة المرئية بين 400 - 700 nm، ويُعدّ اللون الأحمر أكثر الموجات طولاً موجياً، ويقلّ الطول الموجي كلما اتجهنا نحو اللون البنفسجي. أنظر الشكل (6).

الأشعة غير المرئية Non-Visible Radiation

تقسّم الأشعة غير المرئية إلى قسمين؛ اعتماداً عن الطول الموجي، وهما:

- الأشعة الطويلة غير المرئية: يزيد طولها الموجي على 700 nm، ومن أمثلتها الأشعة تحت الحمراء الطويلة، وأشعة الميكروويف.
- الأشعة القصيرة غير المرئية: يقلّ طولها عن 400 nm، ومن أمثلتها الأشعة فوق البنفسجية، والأشعة السينية، وأشعة غاما.

الرّبط بالفيزياء

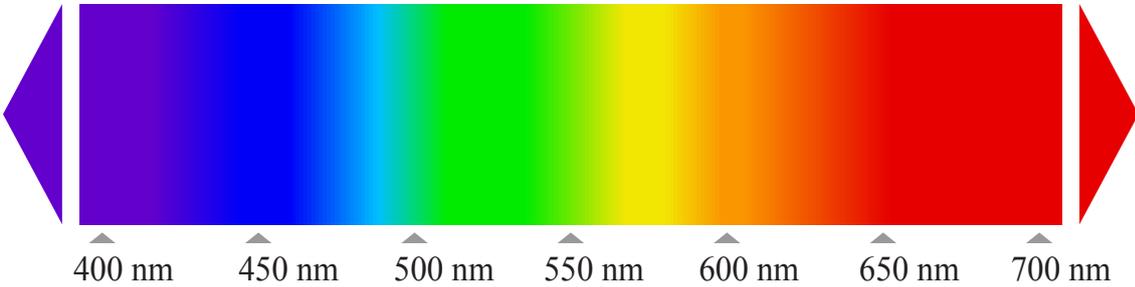


يقاس الطول الموجي للموجات بوحدات مختلفة منها وحدة النانومتر (nm) إذ أن (1nm) يساوي $(10^{-9} m)$.

الرّبط بالصحة



يسبب التعرّض المستمرّ لأشعة الشمس الإصابة بسرطانات الجلد، وقد تسبب في حدوث أضرار في العيون؛ لذا ينصح الأطباء بعدم التعرّض لأشعة الشمس المباشرة مُدداً طويلاً خاصة في وقت الذروة.



الشكل (6): الضوء المرئي.

أستنتج: ما الطول الموجي للضوء المرئي بوحدة (nm)؟

تمتصُّ الغازاتُ والأبخرةُ
في الغلافِ الجويِّ جزءًا من
الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ المنبعثِ
من الشمسِ إلى الأرضِ ما يعملُ
على تسخينِ الغلافِ الجويِّ.
أفكّرُ بالاستعانةِ بالشكلِ (7)
هل لسطحِ الأرضِ دورٌ في
عمليةِ تسخينِ الغلافِ الجويِّ؟



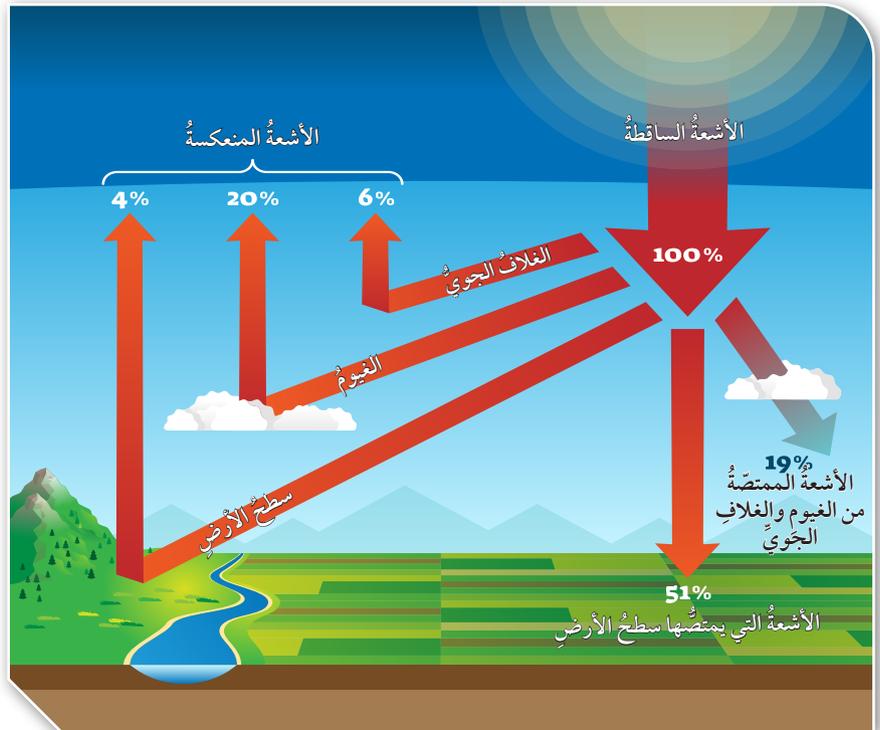
أعملُ فيلمًا

قصيرًا باستخدام
برنامجِ صانعِ الأفلامِ
(movie maker) يوضِّحُ
أقسامَ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ،
وأحرصُ على أن يشملَ الفيلمُ
صورًا توضيحيَّةً، ثمَّ أشاركهُ
زملائي / زميلاتي في الصفِّ.

الشكلُ (7): يعكسُ الغلافُ الجويُّ
جزءًا من الإشعاعِ الشمسيِّ، ويمتصُّ
جزءًا منه.
أحدّدُ نسبةَ الإشعاعِ الشمسيِّ الذي
ينعكسُ بفعلِ الغيومِ.

عندما يصلُ الإشعاعُ الشمسيُّ إلى الغلافِ الجويِّ، فإنَّ الغيومَ
والغازاتِ والهباءَ الجويَّ الموجودةَ في الغلافِ الجويِّ تعكسُ حوالي
26% تقريبًا منه إلى الفضاءِ الخارجيِّ، بينما تمتصُّ بعضُ مكوناتِ
الغلافِ الجويِّ 19% تقريبًا من ذلك الإشعاعِ. ويصلُ باقي الإشعاعِ
الشمسيِّ إلى سطحِ الأرضِ. عندها يعكسُ سطحُ الأرضِ حوالي 4%
من ذلك الإشعاعِ إلى الغلافِ الجويِّ، ويمتصُّ سطحُ الأرضِ باقيَ
الإشعاعِ الساقطِ ومقداره 51% تقريبًا. أنظرُ الشكلَ (7).

معظمُ الإشعاعِ المنبعثِ من الشمسِ الذي يصلُ إلى الغلافِ
الجويِّ يكونُ على شكلِ موجاتٍ مرئيةٍ وأشعةٍ تحتَ الحمراء، وأشعةٍ
فوقَ بنفسجيةٍ، بينما يكونُ الإشعاعُ المنبعثُ من الأرضِ على شكلِ
أشعةٍ تحتَ حمراءٍ. تعملُ الأشعةُ المنبعثةُ من الشمسِ، والأشعةُ
المنبعثةُ من سطحِ الأرضِ على تسخينِ الغلافِ الجويِّ. حيثُ يقومُ
غازُ الأوزونِ في طبقةِ الستراتوسفيرِ بامتصاصِ الأشعةِ فوقَ البنفسجيةِ،
بينما تمتصُّ غازاتُ كلِّ من ثاني أكسيدِ الكربونِ والميثانِ وبخارِ الماءِ
الأشعةَ تحتَ الحمراء المنبعثةَ من الشمسِ، وسطحِ الأرضِ.



الطاقة في الغلاف الجويّ Energy in the Atmosphere

ينبعثُ من المترِ المربعِ الواحدِ من السطحِ الخارجيّ للشمسِ في ثانيةٍ واحدةٍ طاقةٌ مقدارها $(6.5 \times 10^7) \text{ W/m}^2$ ، ويطلقُ على هذه الطاقةِ تدفقُ الأشعةِ المنبعثةِ من الشمسِ، ويحسبُ من العلاقةِ الآتية:

$$\Phi = p / A$$

Φ : تدفقُ الأشعةِ المنبعثةِ من الشمسِ (W/m^2)

P : القدرةُ الإشعاعيةُ للشمسِ (W)

A : مساحةُ سطحِ الشمسِ (m^2)

وتُعرفُ القدرةُ الإشعاعيةُ بأنها المعدلُ الزمنيُّ لانتقالِ الطاقةِ من كاملِ مساحةِ السطحِ الخارجيّ للشمسِ، وتساوي $W (4 \times 10^{26})$ تقريبًا.

ويمكنُ حسابُ مساحةِ السطحِ الخارجيّ للشمسِ عن طريقِ العلاقةِ:

$$\text{surface area of sun} = 4 \times \pi \times r^2$$

حيث إن:

r : نصف القطرِ

$\pi : 3.14$

مثال

أحسبُ التدفقَ المنبعثَ من سطحِ الشمسِ، إذا علمتُ أن مساحةَ سطحِ الشمسِ ($616 \times 10^{10} \text{ km}^2$)، وقدرتها الإشعاعيةَ ($4 \times 10^{26} \text{ W}$).

$$\Phi = p / A$$

$$\frac{4 \times 10^{26}}{616 \times 10^{10}} = 6.5 \times 10^7 \text{ W/m}^2$$

تمرين؟

أحسبُ قدرةَ الشمسِ الإشعاعيةَ إذا علمتُ أن مساحةَ سطحها ($616 \times 10^{10} \text{ km}^2$) وتدفقَ الأشعةِ المنبعثةِ منها ($6.5 \times 10^7 \text{ W/m}^2$)

مراجعةُ الدرس

1. الفكرةُ الرئيسيَّةُ: أحدِّدُ أنواعَ الأشعةِ التي يمتصُّها الغلافُ الجويُّ من الإشعاعِ الشمسيِّ، وتعملُ على تسخينه.
2. أتتبعُ: ماذا يحصلُ للأشعةِ الشمسيَّةِ عندما تصلُ إلى الغلافِ الجويِّ للأرضِ؟
3. أقارنُ بينَ الإشعاعِ المنبعثِ من الأرضِ، والإشعاعِ المنبعثِ من الشمسِ من حيثُ الأطوالِ الموجيَّةِ لكلِّ منها.
4. أحدِّدُ: أيُّ مكوِّناتِ الغلافِ الجويِّ لها القدرةُ على امتصاصِ الأشعةِ فوقِ البنفسجيَّةِ بكفايةٍ عاليةٍ؟
5. أحدِّدُ نوعَ الأشعةِ التي يمتصُّها بخارُ الماءِ H_2O في الغلافِ الجويِّ.
6. أحسبُ التدفقَ المنبعثَ من سطحِ الشمسِ، إذا علمتُ أن قُطرَ الشمسِ (139,268 km)، وقدرتها الإشعاعيَّةَ ($4 \times 10^{26} W$).
7. أقارنُ بينَ أجزاءِ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ من حيثُ: (الطولُ الموجيُّ، الأشعةُ المكوَّنةُ منها).

الاحتباس الحراري Global Warming

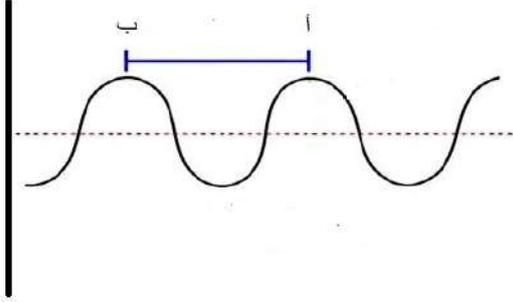
الإثراء والتوسع

يحتوي الغلاف الجوي وبشكل طبيعي على العديد من الغازات التي تعمل على امتصاص الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الأرض، منها ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء، والميثان، والأوزون. وتسمى هذه الغازات بغازات الدفيئة. ولكن في الوقت الحاضر وبسبب زيادة عمليات حرق الوقود الأحفوري في الأنشطة الصناعية، ووسائل النقل المختلفة أدى إلى زيادة كميات تلك الغازات في الغلاف الجوي، وخاصة ثاني أكسيد الكربون. وهذا أدى إلى امتصاص الأشعة المنبعثة من الأرض وعدم تمريرها إلى خارج الغلاف الجوي، ما أدى إلى زيادة درجة حرارة الغلاف الجوي، وظهرت مشكلة الاحتباس الحراري، وهي الزيادة التدريجية في درجة حرارة الغلاف الجوي، وخاصة في طبقة التروبوسفير، بسبب امتصاص الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض.

الكتابة في الجيولوجيا

أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة لدي، ومنها شبكة الإنترنت عن مفهوم الاحتباس الحراري، وأسباب تشكله، وكيفية التقليل من آثاره، ثم أصمم عرضاً تقديمياً، وأعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

8. بيّن الشكل الآتي موجةً مستعرضةً، تمثل المسافة بين النقطتين (أ - ب):



(أ) الترددُ. (ب) القمةُ.

(ج) القاعُ. (د) الطولُ الموجيُّ.

9. أحد أنواع الأشعة الآتية يُعدُّ مثلاً على الأشعة القصيرة المرئية:

(أ) أشعة الميكروويف.

(ب) الأشعة تحت الحمراء.

(ج) اللون الأحمر.

(د) الأشعة السينية.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي، بما هو مناسب من المصطلحات:

أ- مزيج من الغازات والهباء الجوي، يحيط بالأرض، يمتد من سطحها إلى الفضاء الخارجي.....

ب- مواد صلبة مثل: الغبار والأملاح وحبوب اللقاح، ومواد سائلة مثل: القطيرات الحمضية.....

ج- طبقة ذات تركيز قليل من الغازات، تقع بين 700-85 km تقريباً، وتتميز بارتفاع درجة حرارتها نسبة إلى باقي طبقات الغلاف الجوي.....

د- تتكوّن الأشعة المرئية من ألوان متعددة منها:

.....،
.....،
.....

السؤال الأول:

أضغ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. ما الغاز الأكثر وفرة في الغلاف الجوي؟

(أ) الأكسجين. (ب) ثاني أكسيد الكربون.

(ج) النيتروجين. (د) الأوزون.

2. أي من الغازات الآتية تُعدُّ من الغازات ثابتة التركيز في الغلاف الجوي؟

(أ) الأوزون. (ب) الأكسجين.

(ج) بخار الماء. (د) ثاني أكسيد الكربون.

3. أي طبقات الغلاف الجوي الآتية الأقل في درجة حرارتها؟

(أ) التروبوسفير. (ب) الستراتوسفير.

(ج) الميزوسفير. (د) الثيرموسفير.

4. أي من طبقات الغلاف الجوي الآتية تحتوي على طبقة الأيونوسفير؟

(أ) التروبوسفير. (ب) الستراتوسفير.

(ج) الثيرموسفير. (د) الإكسوسفير.

5. من الأمثلة على الأشعة طويلة الموجة:

(أ) الأشعة فوق البنفسجية.

(ب) الأشعة تحت الحمراء.

(ج) أشعة غاما.

(د) الأشعة السينية.

6. أي الأطوال الموجية الآتية تمثل الطول الموجي للأشعة المرئية بوحدة (nm):

(أ) أقل من 400 (ب) 400 - 700

(ج) 700 - 950 (د) أكبر من 950

7. تقدّر النسبة المئوية التي تمثل كمية الطاقة الشمسية التي يمتصها سطح الأرض بـ:

(أ) 4% (ب) 15%

(ج) 31% (د) 51%

السؤال الثامن:

أَتتَبَّعُ: كيف يسخن الغلاف الجوي للأرض عن طريق المخطّط المفاهيمي الآتي:

تَشِعُّ الشمسُ طاقتها في الاتجاهات جميعها.

تنتقل الطاقة إلى الأرض على شكل موجاتٍ كهرمغناطيسية.

هـ- المعدّل الزمنيّ لانتقال الطاقة من كامل مساحة السطح الخارجي للشمس وتساوي ($4 \times 10^{26} \text{ W}$) تقريباً.....

ز- تقسم الأشعة غير المرئية إلى قسمين؛ اعتماداً على الطول الموجي هما: و.....

السؤال الثالث:

أقوّم صحّة العبارتين الآتيتين:

1. يُعدُّ الحدُّ الفاصل بين طبقة الإكسوسفير، والفضاء الخارجي حدًّا سهلاً تمييزه بسهولة.
2. يمتصُّ الغلاف الجوي الجزء الأكبر من الإشعاع الشمسي الساقط عليه.

السؤال الرابع:

أقارن بين كلّ من الأزواج الآتية:

1. الجزء العلوي، والجزء السفلي في طبقة التروبوسفير من حيث درجة الحرارة.
2. الأشعة تحت الحمراء، والأشعة فوق البنفسجية من حيث الطول الموجي.
3. اللون الأحمر، واللون البنفسجي من حيث التردد.

السؤال الخامس:

أحسب درجة حرارة الغلاف الجوي على ارتفاع 3500 m إذا كانت درجة حرارة الغلاف الجوي عند سطح البحر تساوي 20°C .

السؤال السادس:

أوضّح أهمية طبقة الميزوسفير للكائنات الحية على سطح الأرض.

السؤال السابع:

أبيّن ماذا يحدث للطاقة الشمسية التي يمتصها سطح الأرض.

مسرّد المصطلحات

(أ)

الإشعاع Radiation: الطاقة التي تنتقل من الشمس على شكل موجاتٍ كهرومغناطيسيةٍ إلى الأرض.
الإكسوسفير Exosphere: إحدى طبقات الغلاف الجويّ، وتُعدُّ الطبقة الخارجيّة منها تمتدُّ من نهاية طبقة الثيرموسفير إلى أكثر من 10000 km فوق سطح الأرض، وتتلاشى عند حدود الفضاء الخارجيّ.
الأوج Aphelion: النقطة التي يكون فيها الكوكبُ أبعداً ما يمكن عن الشمس.

(ت)

التحلل الحيوي Biodegradation: عملية تحويل النفايات العضوية إلى سماءٍ عضويّ، يُطلق عليه اسم الكومبوست؛ بوساطة الكائنات الحيّة الدقيقة مثل البكتيريا. ويُستخدم هذا السماد في زيادة خصوبة التربة، وتحسين بنيتها، وإرجاع المغذيات له.

تدوير النفايات Recycling: عملية إعادة تصنيع النفايات لصنع منتجاتٍ جديدةٍ؛ من أجل تقليل استخدام المواد الخام.

التروبوسفير Troposphere: إحدى طبقات الغلاف الجويّ، وتمتدُّ من سطح الأرض، وحتى ارتفاع يصل إلى 12 km، وتحتوي على معظم كتلة الغلاف الجويّ، وتسمى بالطبقة المتغيرة، أو الطبقة المناخية، حيث تحدث فيها أحوال الطقس المختلفة.

(ث)

الثيرموسفير Thermosphere: الطبقة الرابعة من طبقات الغلاف الجويّ للأرض، تقع على ارتفاع يتراوح بين 80 km إلى حوالي 700 km تقريباً، وتُعدُّ ذات تركيزٍ قليلٍ من الغازات؛ لذلك تشكّل نسبةً قليلةً من كتلة الغلاف الجويّ. وتتميّز بارتفاع درجة حرارتها، حيث تزداد درجة حرارتها؛ لتصل إلى 1700 °C تقريباً.

(ح)

الحضيض Perihelion: النقطة التي يكون فيها الكوكبُ أبعداً ما يمكن عن الشمس.

(س)

الستراتوسفير Stratosphere: إحدى طبقات الغلاف الجويّ، تمتدُّ من نهاية طبقة التروبوسفير، إلى ارتفاع يصل إلى 50 km فوق سطح الأرض. يتميُّز الجزء السفليُّ منها بانخفاض درجة الحرارة التي تصل إلى °C (55-) بينما يتميُّز الجزء العلويُّ منها بارتفاع درجة الحرارة التي قد تصل إلى °C (0).

Nebula السديم: سحابة كونية مكونة أساسًا من الغبار الكوني، والغازات التي يتكوّن معظمها من غازي الهيدروجين والهيليوم، ونسبة ضئيلة من العناصر الأخرى؛ تبعًا لعمر السديم.

(ط)

Sanitary Landfill الطمر الصحي: طريقة حديثة للتخلص من النفايات في مكبّ هندسي، تمّ إنشاؤه وتشغيله؛ وفقًا لتعليمات معتمدة عالميًا لحماية البيئة.

(غ)

Atmosphere الغلاف الجوي: غلاف يحيط بالأرض، يتكوّن من مزيج من الغازات، والهباء الجوي، ويمتدّ من سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي، ويؤثّر في معظم العمليات الحيوية، والتفاعلات الكيميائية، والفيزيائية التي تجري عليها.

(ف)

Giant Impact Hypothesis فرضية الاصطدام العملاق: تنصّ على أنّ "جسمًا صخريًا بحجم كوكب المريخ يسمّى ثيا، اصطدم بالأرض عندما كانت لا تزال منصهرة بمعظمها، مشكّلاً قرصًا من الحطام الصخريّ يحيط بالأرض، ويتكوّن هذا القرص من موادّ من ستار الأرض، إضافةً إلى جزء من اللبّ الحديديّ للجسم الصخريّ الصادم، وتدرجيًا تجمّع هذا الحطام معًا؛ ليشكّل جسمًا صخريًا واحدًا تابعًا للأرض وهو القمر".

Capturing Hypothesis فرضية الالتقاط: تنصّ على أنّ "القمر تشكّل في جزء ما من النظام الشمسيّ، وفي أثناء حركته في الفضاء اقترب من الأرض، وأمسكت به بفعل قوة الجذب المتبادلة، وما زال يدور حول الأرض حتى الآن".

Fission Hypothesis فرضية الانشطار: تنصّ على أنّ "القمر كان جزءًا من الأرض، ثمّ بسبب سرعة دوران الأرض قديمًا، انشطر عنها في بداية تكوّن النظام الشمسيّ".

Accretion Hypothesis فرضية التراكم: تنصّ على أنّ "كلًا من القمر والأرض تكوّنوا في مكانيهما الحاليتين أنفسهما، وما زال القمر يدور حول الأرض منذ أن وُجد".

Nebular Hypothesis الفرضية السديمية: تنصّ على أنّ "الأجرام المكوّنة للنظام الشمسيّ جميعها، كانت سحابة سديمية ضخمة من الغازات والغبار، ناتجة عن انفجار نجم ما. وبفعل قوى خارجية أثرت في أجزاء تلك السحابة أدّى إلى زيادة كثافتها في عدّة مناطق، فتولدت قوة جاذبية أدت إلى زيادة سرعتها ودورانها

حول محورها، فأصبحت بفعل هذا الدوران مثل الصفيحة الغازية، حيث تكون في مركزها كتلة متكتفة كبيرة شكّلت الشمس البدائية".

الفوهات البركانية **Craters**: سهول من الحمم البركانية (اللافا) المتصلبة على سطح القمر.

(ك)

الكواكب الأرضية **Terrestrial Planets**: تسمى أيضًا بالكواكب الداخلية، أو الكواكب الصخرية، وهي الكواكب التي تدور في المدارات الأقرب إلى الشمس، وترتب بحسب بعدها عن الشمس، على النحو الآتي: عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ.

الكواكب العملاقة **The Giant Planets**: كواكب تمتاز باحتوائها على غلاف جوي ضخم، وعميقة، تتكون في معظمها من غازي الهيدروجين والهيليوم. وتقع مدارات هذه الكواكب بعيدًا عن الشمس، وهي على الترتيب: المشتري، وزحل، وأورانوس، ونبوتون. ودرجة حرارتها تتراوح بين 140°C تحت الصفر على المشتري، و 220°C تحت الصفر على نبوتون.

(م)

المعالجة الحرارية **Thermal Treatment**: عملية توليد الطاقة على شكل كهرباء، أو حرارة كليهما معًا من المعالجة الأولية للنفايات، وتستخدم هذه التكنولوجيا في الكثير من دول العالم، خاصة في اليابان.

الميزوسفير **Mesosphere**: إحدى طبقات الغلاف الجوي تسمى (الطبقة الوسطى)، تقع فوق طبقة الستراتوسفير عند ارتفاع 50 km، تتميز بالانخفاض الكبير في درجات الحرارة، وبقلة تركيز الغازات، ولها أهمية كبيرة، فهي تحمي سطح الأرض من سقوط النيازك عليه.

الموجات الكهرومغناطيسية **Electromagnetic Waves**: شكل من أشكال الطاقة، تنتقل عبر الفراغ، ولا تحتاج إلى وسط ناقل حتى تصل إلى الأرض، وهي موجات مستعرضة تكون على شكل قمة وقاع، لها ترددات، وأطوال موجية مختلفة.

(هـ)

الهباء الجوي **Aerosols**: مواد صلبة مثل الغبار، والأملاح، وحبوب اللقاح، ومواد سائلة مثل القطرات الحمضية توجد في الغلاف الجوي، وتكون معلقة بداخله، ويبقى العديد منها معلقًا لفترات زمنية طويلة فيه.

1. برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2015): الاستراتيجية وخطة العمل الوطنية لأغراض تعميم الاستهلاك والإنتاج المستدامين (SCP) في قطاعات الزراعة/ الإنتاج الغذائي والنقل وإدارة النفايات في الأردن (2016-2025)، برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، وزارة البيئة، المملكة الأردنية الهاشمية.
2. البطاينة، بركات (2009): مقدمة في علم الفلك، ط (1)، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
3. بن غضبان، فؤاد (2015): إدارة النفايات الحضرية الصلبة وطرق معالجتها، ط (2) عمان: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.
4. دريس، عمار سيدي (2016): استراتيجية إدارة النفايات الطبية، مجلة التواصل في العلوم الإنسانية والاجتماعية، العدد 47: 95-84، سبتمبر 2016.
5. سفاريني، غازي؛ وعابد، عبد القادر (2020): أساسيات علم البيئة، عمان: دار وائل للطباعة والنشر.
6. سفاريني، غازي؛ وعابد، عبد القادر (2012): أساسيات علم الأرض، ط (1)، عمان: دار الفكر.
7. السعدي، مرتضى (2018): النفايات الصلبة وطرق الاستفادة منها في الصناعات العراقية، مجلة أهل البيت، 14(23): 648-673.
8. الشاعر، ضحى أحمد (2018): تقنيات إعادة التدوير في مواد البناء كأداة لحماية البيئة وتحقيق الاستدامة في المناطق الحارة، مجلة كلية الهندسة، جامعة الفيوم، 1(2): 66-43.
9. صوالحة، حكم (2019): الجيولوجيا العامة، ط (2)، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
10. الصوفي، ماهر (2008): الموسوعة الكونية الكبرى، بيروت: شركة أبناء شريف الأنصاري للطباعة والنشر والتوزيع.
11. عبد الجليل، محمد علي وصبح، محمود محمد، والغيثاني، شوقي الشحات، ومحمد، طه عبد العظيم (2021): استخدام تكنولوجيا حديثة للحد من تراكم المخلفات الصلبة (دراسة تطبيقية على محافظة القاهرة)، مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، 50(6): 429-468، الجزء الرابع، يونيو 2021.
12. عطا الله، ميشيل (2009): أساسيات الجيولوجيا، ط (1)، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
13. غرايبة، سامح؛ والفرحان، يحيى (2000): المدخل إلى العلوم البيئية، رام الله: دار الشروق للنشر والتوزيع.
14. المجلس الأردني للأبنية الخضراء (2016): دليلك المعتمد لإدارة النفايات في الأردن: الكتيب التعليمي لفرز النفايات، عمان، الأردن.

15. ابن عمر، الحاج عيسى (2021): الطُّرُقُ البيئيةُ للتخلُّص من النفايات الخطرة، مجلة آفاق علمية، 13 (1): 525 - 543.

المراجع الأجنبية

1. Al-Ghazawi, Z., & Zboon, O., (2021): **Environmental and Economic Evaluation of Municipal Solid Waste Composting Facility in Irbid Greater Municipality**, Jordan Journal of Civil Engineering, 15 (4): 611-622.
2. Aldayyat, E., Saidan, M., Hamdan, S., & Colette Linton, C., (2019), **Solid Waste Management in Jordan: Impacts and Analysis**, Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 54 (2): 454-462.
3. Gill, A., Foxford, H., & Warren, D., (2017): **Cambridge Lower Secondary Science, STAGE 9: WORKBOOK, Chapter (3): Ecology, (section 3.3 & section 3.4)**, HarperCollins Publishers, London, pages: (32-35).
4. Hawkins, L., Eardley, F., Lloyd, S., Young, G., & Tarpey, S., (2017): Cambridge Lower Secondary Science, **STAGE 9: Student's Book, chapter (3): Ecology, (section 3.4: Human influences on the environment)**, HarperCollins Publishers, London, pages: (55-56), (59-62).
5. Hawkins, L., Eardley, F., Lloyd, S., Young, G., & Tarpey, S., (2017): Cambridge Lower Secondary Science, **STAGE 9: Teacher's Guide, Chapter (3): Ecology, (section 3.4: Human influences on the environment)**, HarperCollins Publishers, London, pages: (72-75).
6. Levesley, M., Meunier, C., Eardley, F., & Young, G., (2017). Collins Cambridge Lower Secondary Science, **Stage 7: Student's Book, Chapter (9): Beyond the Earth**, HarperCollins Publishers, London, pages: (180-188).
7. Lutgens, K. and Tarbuck. (2014): **Foundations of Earth Science**, Pearson; 7th Edition.
8. Tarbuck, E.J. & Lutgens, F.K. (2017): **Earth. An Introduction to Physical Geology**, 12th ed., Pearson Education Limited.

مواقع الانترنت:

1. <http://www.moenv.gov.jo/Default/Ar>
2. https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html
3. https://www.cmap.illinois.gov/documents/10180/62950/Waste+Disposal_PDF.pdf/b10b29c7-1543-41d3-abe2-fcb914e97cbc
4. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/252/4/042028/pdf>
5. <https://www.epa.gov/recycle/recycling-basics>
6. <https://www.sydney.edu.au/research/research-impact/a-new-plastic-recycling-technology-converts-liability-into-asset.html>

تَمَّ بِحَمْدِ اللَّهِ تَعَالَى