وزارة التربيـــة والتعليـــم والتعليـــم العالـــي
Ministry of Education and Higher Education
State of Qatar • دولـــة قطـــر

العلوم

كتاب الطالب – المستوى التاسع

الفصل الدراسي الأول – الجزء الأول

طبعة 1446 - 2024

الاسم: _____

الشعبة: _____

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

وزارة التربيـــة والتعليـــم والتعليـــم العالـــي
Ministry of Education and Higher Education
State of Qatar • دولـــة قطـــر

© وزارة التربية والتعليم والتعليم العالي في دولة قطر

يخضـع هـذا الكتـاب لقانـون حقـوق الطباعـة والنشـر، ويخضـع للاسـتثناء التشـريعي المسـموح بـه قانونًـا ولأحـكام التراخيـص ذات الصلـة.

لا يجـوز نسـخ أي جـزء مـن هـذا الكتـاب مـن دون الحصـول علـى الإذن المكتــوب مــن وزارة التربيــة والتعليــم والتعليــم العالــي فـي دولـة قطـر.

تـم تأليـف هـذا الكتـاب وإعـداده بالتعـاون مـع مطبعـة جامعـة كامبريـدج وشـركة تكنـولاب.

طبعة 1446-2024

النشيد الوطني

قَسَـمًا بِمَــنْ رَفَــعَ السَّــمَاءْ
قَسَـمًا بِمَــنْ نَشَــرَ الضِّــيَاءْ

قَطَــرُ سَتَـبْــقَى حُــرَّةً
تَسْمُــو بِــرُوحِ الأَوْفِــيــاءْ

سِــيرُوا عَــلَى نَـهْـجِ الأُلَــى
وَعَــلَى ضِيَــاءِ الأَنْبِــيَاءْ

قَطَــرُ بِقَــلْــبِي سِــيرَةُ
عِــزٌّ وَأَمْجَــادُ الإِبَــاءْ

قَطَــرُ الرِّجَــالِ الأَوَّلِــين
حُمَــاتُنَــا يَــوْمَ النِّــدَاءْ

وَحَمَــائِــمُ يَــوْمَ السَّــلاَمْ
جَــوَارِحُ يَــوْمَ الفِــدَاءْ

وزارة التربيـــة والتعليـــم والتعليـــم العالـــي
Ministry of Education and Higher Education
State of Qatar • دولـــة قطـــر

المراجعة والتدقيق العلمي والتربوي:

إدارة المناهج الدراسية ومصادر التعلم

إدارة التوجيه التربوي

خبرات تربوية وأكاديمية من المدارس

الإشراف العلمي والتربوي:

إدارة المناهج الدراسية ومصادر التعلم

المقدّمة

ما العلوم؟

العلوم مجموعة من المعارف الّتي تشمل الحقائق والأشكال والنّظريّات والأفكار. ولكنَّ العالِم الجيّد يفهم أنّ "طريقة العمل" في العلوم أكثر أهمّيّة من المعرفة الّتي تحتويها.

سوف تساعد هذه المجموعة من كتب العلوم الطُّلّاب على تقدير جميع هذه الأبعاد واعتمادها ليصبحوا علماء ناجحين. كما أنّ هذا المنهج الدّراسيّ سيعدّ الطّلّاب لا "ليدرسوا" العلوم فقط، إنّما ليواجهوا مجموعة واسعة من التّحدّيات في حياتهم المهنيّة المستقبليّة.

كتاب الطالب والمواصفات المرغوبة

يعدّ كتاب الطّالب موردًا مثيرًا لاهتمام الطلّاب من ضمن سلسلة كتب العلوم لدولة قطر، فهو يستهدف جميع المعارف والمهارات الّتي يحتاجون إليها للنّجاح في منهج مادّة العلوم المطوّر حديثًا في الدّولة والّتي تعدّ أساسًا للمهارات الحياتيّة وبعض المهارات في الموادّ الأخرى.

وبما أنّنا نهدف إلى أن يكون طلّابنا مميّزين، نودّ منهم أن يتّسموا بما يأتي:

- البراعة في العمل ضمن فريق.
- امتلاك الفضول العلميّ عن العالَم من حولهم، والقدرة على البحث عن المعلومات وتوثيق مصادرها.
- القدرة على التّفكير بشكلٍ ناقدٍ وبنّاء.
- الثّقة بقدرتهم على اتّباع طريقة الاستقصاء العلميّ، عبر جمع البيانات وتحليلها، وكتابة التّقارير، وإنتاج المخطّطات البيانيّة، واستخلاص الاستنتاجات، ومناقشة مراجعات الزّملاء.
- الوضوح في تواصلهم مع الآخرين لعرض نتائجهم وأفكارهم.
- التّمرّس في التّفكير الإبداعيّ.
- التّمسّك باحترام المبادئ الأخلاقيّة والقيم الإنسانيّة.

كتاب الطالب والمنهج الجديد

يستند المنهج الجديد، وكتاب الطّالب، إلى خبرات العلماء والمدرّسين الدّوليّين، وذلك في سبيل تحفيز الطّلّاب وحثّهم على استكشاف العالم من حولهم.

يتجسّد في المنهج الجديد العديد من التّوجّهات مثل:

- تطوير المنهج لجميع المستويات الدّراسيّة بطريقة متكاملة، وذلك لتشكيل مجموعة شاملة من المفاهيم العلميّة الّتي تتوافق مع أعمار الطّلّاب، والّتي تسهم في إظهار تقدّمهم بوضوح.
- مواءمة محتوى المصادر الدّراسيّة لتتوافق مع الإطار العامّ للمنهج الوطنيّ القطريّ بغية ضمان حصول الطّلّاب على المعارف والمهارات العلميّة وتطوير المواقف (وهو يُعرف بالكفايات) ممّا يجعل أداء الطّلّاب يصل إلى الحدّ الأقصى.
- الانطلاق من نقطة محوريّة جديدة قوامها مهارات الاستقصاء العلميّ، ما أسّس للتّنوّع الهائل والعدد الكبير للأنشطة بشكلٍ عامّ، وللأنشطة العمليّة وللمشاريع في كتاب الطّالب.
- توزّع المعرفة والأفكار العلميّة المخصّصة لكلّ عام دراسيٍّ ضمن وحدات من الأحياء والكيمياء والفيزياء، بطريقة متسلسلة مصمّمة لتحقيق التّنوّع والتّطوّر.
- تعدّد الدّروس في كلّ وحدة، بحيث يعالج كلّ درس موضوعًا جديدًا، منطلقًا ممّا تمّ اكتسابه في الدّروس السّابقة.
- تميّز الكتب بمحتواها الجديد والمتطوّر الّذي يتضمّن مجموعة واسعةً من السّياقات والأمثلة المحلّيّة والعالميّة.
- إتاحة الفرصة للطّلّاب، في كلِّ درسٍ، للتّحقّق الذّاتيّ من معارفهم ولممارسة قدرتهم على حلّ المشكلات.
- احتواء كلّ وحدة على قسم مراجعة للأسئلة والأنشطة الّتي تمكّن الطّلّاب والأهل والمدرّسين من تتبّع التّعلّم والأداء.

وقد أدرجنا شخصيّة مميّزة في الكتاب وهي الوضيحي، لتكون شعارًا محبّبًا للطّلّاب تذكّرهم ببعض أقسام الدّروس والوحدات. فتظهر في نهاية كلّ درس عندما يكون على الطّالب تطبيق ما تعلّمه، كما تظهر في نهاية كلّ وحدة لمساعدته على التّحقّق من اكتسابه أهداف الدّرس بشكل جيّد أو إن كان بحاجة إلى التّدرّب أكثر أو إعادة تعلّم ما درس.

الكفايات الأساسيّة

الأيقونة	الكفاية الأساسيّة	الوصف
	البحث والاستقصاء	تعتمد الطريقة العلميّة بشكلٍ كبيرٍ على قدرة الفرد على الاحساس بالفضول حول العالَم المحيط بهم، وصياغة الأسئلة والفرضيات، وتطوير طرائق منهجيّة لاكتشاف المعلومات وتحليلها.
	التعاون والمشاركة	في المِهَن العلميّة، كذلك في الحياة بشكلٍ عامّ، يحتاج الفرد إلى العمل التعاونيّ ضمن فِرَق تختلف أحجامها وأنماطها، واحترام وجهات نظر الآخرين وإنماء المهارات القياديّة.
	التّواصل	يُعدّ التواصل الجيّد في الميدان العلميّ، كما في الحياة بشكلٍ عامّ، أمرًا بالغ الأهمّيّة. وهو يشتمل على الإصغاء والفهم والتقدير واستخدام مجموعة واسعة من المهارات اللغويّة وغير اللغويّة.
	التّفكير الإبداعيّ والنّاقد	من خلال الإبداع، يتعامل الطالب مع القضايا والمشكلات من نواحي جديدة ومبتكرة. لا بدّ من التفكير الناقد لتقييم ما إذا كانت المعلومات أو الأفكار أو الحلول صحيحة.
	حلّ المشكلات	تتضمّن المهارات الأكثر تقديرًا في أماكن العمل الحديثة وفي الدراسات الأكاديميّة تطبيق المعارف والمهارات والطرائق لحلّ مشاكل "الحياة الواقعيّة".
	الكفاية العدديّة	تشتمل على العدّ وتسجيل البيانات العدديّة وتحليلها والحساب ورسم الرسوم البيانيّة.
	الكفاية اللّغويّة	تنطوي على تعلّم الكلمات الأساسيّة والتدرّب على المهارات الكتابيّة والتعلّم الهادف للّغة (مثل طريقة صياغة الأسئلة).

الاستقصاء العلميّ

يعزّز هذا الكتاب التّمرّس في نطاقٍ واسعٍ من مهارات الاستقصاء العلميّ. وتتضمّن الأنشطة أيقونات تعبّر عن المهارة الّتي يكتسبها الطّلّاب من خلال النّشاط.

الأيقونة	الفئة	المهارات التي تنمّيها
	الملاحظة والتّجريب	الملاحظة
		الاختبار
		استخدام الأدوات والأجهزة
		تحديد المتغيّرات
		ضبط المتغيّرات
		جمع وتسجيل البيانات الأوّليّة
		الموضوعيّة
	التّواصل وتقديم تقرير	الوصف
		المخططات
		الشّرح
		استخدام المصطلحات العلمية
		تقديم التّقارير
		خطوات تنفيذ العمل
		تقييم التّقارير
	استخدام البيانات الثانويّة	جمع المعلومات
		التّحقّق من مصادر البيانات
		تدوين الملاحظات واستخدامها
		تحديد وجمع أنواع مختلفة من المعلومات
		الاستشهاد بمصادر
	التّحليل والاستنتاج	استخدام المعلومات
		المناقشة
		تعرّف أنماط

الأيقونة	الفئة	المهارات التي تنمّيها
	التّحليل والاستنتاج	بناء النّماذج
		استخدام النّماذج
		رسم رسوم بيانيّة بسيطة
		رسم رسوم بيانيّة معقّدة
		تفسير البيانات البسيطة وتحليلها
		تفسير البيانات المعقّدة وتحليلها
		استخدام الأرقام المعنويّة والمنازل العشريّة
		الاستنتاج – بناءً على ما وجدتُه، ما مدى صحّة أفكاري وإلى ماذا تفتقر؟
	التّصْنيف	تحديد الخصائص الملحوظة وغير الملحوظة
		وضع الخصائص الملحوظة وغير الملحوظة ضمن مجموعات
		تصنيف الأجسام/الكائنات الحيّة/التّفاعلات الكيميائيّة بحسب خصائصها الملحوظة وغير الملحوظة
		استخدام المنظّمات البيانيّة
		بناء تصنيفات معقّدة
	التّخطيط والتّقييم	الأسئلة العلميّة
		طرح الأسئلة
		صياغة الأسئلة
		صياغة الفرضيّات
		التّوقّع (توقّعات معقّدة وشرح أساسها المنطقيّ)
		التّخطيط
		الأمن والسلامة
		التّفكّر
		التّخطيط وتقييم الاستقصاء

أيقونات التّعليمات

وقد اعتمدنا في هذا الكتاب مجموعة أيقونات مختلفة للتّعبير عن التّعليمات الّتي يحتاج الطّلّاب إلى اتّباعها.

الأيقونة	التّعليمات	المعنى
	شاهد محتوى رقميًّا	ستتمّ مشاهدة شريط مصوّر أو محتوى رقميّ عبر هذا الرّابط.
	ناقش	يجب مناقشة بعض الأمور مع الزّملاء.
	نشاط منزليّ	يجب إنجاز هذا النّشاط في المنزل.
	إجراءات الأمن والسّلامة	يجب اتّباع إجراءات الأمن والسّلامة في الأنشطة الّتي تشمل التّجارب العمليّة.
	أسئلة البيزا	يجب الإجابة عن أسئلة، في ختام كلّ وحدة، تختبر معلومات وفهم الطالب، بأسلوب مشابه لاختبارات البيزا العلمية الموضوعة من قِبل منظّمة التّعاون الاقتصادي والتّنمية.

أيقونات أقسام الدَّرس

مخرجات التعلُّم	مشروع الوحدة	تحقَّق ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس
نشاط افتتاحيّ	هذا ما تعلَّمتَه	نشاط منزليّ

محتوى الكتاب

المقدّمة VI

الوحدة 1 التركيب الذرّي والصِّيَغ والرّوابط الكيميائيّة 2

الدّرس 1-1 ما تركيب الذرّة؟ 4

الدّرس 1-2 كيف تصنّف العناصر وتحدّد الصيَغ الكيميائيّة؟ 12

الدّرس 1-3 كيف تتكوّن الروابط الأيونيّة؟ 23

الدّرس 1-4 كيف تتكوّن الروابط التساهميّة؟ 30

الدّرس 1-5 لماذا تُعدّ الفلزّات موصّلات جيّدة للحرارة والتيّار الكهربائيّ؟ 37

الدّرس 1-6 كيف تشرح الفرق بين خصائص المُركّبات الأيونيّة والموادّ التساهُميّة والفلزّات؟ 42

الدّرس 1-7 ماذا تعرف عن التركيب الذرّي والصِّيَغ والروابط الكيميائيّة؟ 50

أسئلة البيزا الخاصة بالوحدة الأولى: أنواع الروابط الكيميائيّة 56

ماذا تستطيع أن تفعل؟ 59

الجدول الدوري 61

الوحدة 2 الجهاز الهيكلي 62

الدّرس 2-1 ما وظائف العظام الرئيسة في الهيكل العظميّ لجسم الإنسان؟ 64

الدّرس 2-2 ما دور العظام في إنتاج خلايا الدم وتوفير بعض المواد للجسم؟ 70

الدّرس 2-3 ما تركيب المفاصل الزلاليّة؟ 76

الدّرس 2-4 كيف تساعدك العضلات الثنائيّة المُتضادّة على الحركة؟ 82

الدّرس 2-5 ماذا تعرف عن الجهاز الهيكليّ؟ 88

أسئلة البيزا الخاصة بالوحدة الثانية: استبدال مفصل الورك 94

ماذا تستطيع أن تفعل؟ 98

الوحدة 3 الصور المُتكوّنة في المرايا الكرويّة 100

الدّرس 3-1 ما نوع الصور التي تُكوِّنها المرايا الكُرويّة؟ 102

الدّرس 3-2 ما المُصطلحات الأساسية للمرايا الكرويّة؟ 111

الدّرس 3-3 ما استخدامات المرايا المستوية والمرايا الكرويّة؟ 121

الدّرس 3-4 ماذا تعرف عن الصور المتكوّنة في المرايا الكروية؟ 128

أسئلة البيزا الخاصة بالوحدة الثالثة: المرايا الكرويّة وأقمار الاتصالات الاصطناعية ... 133

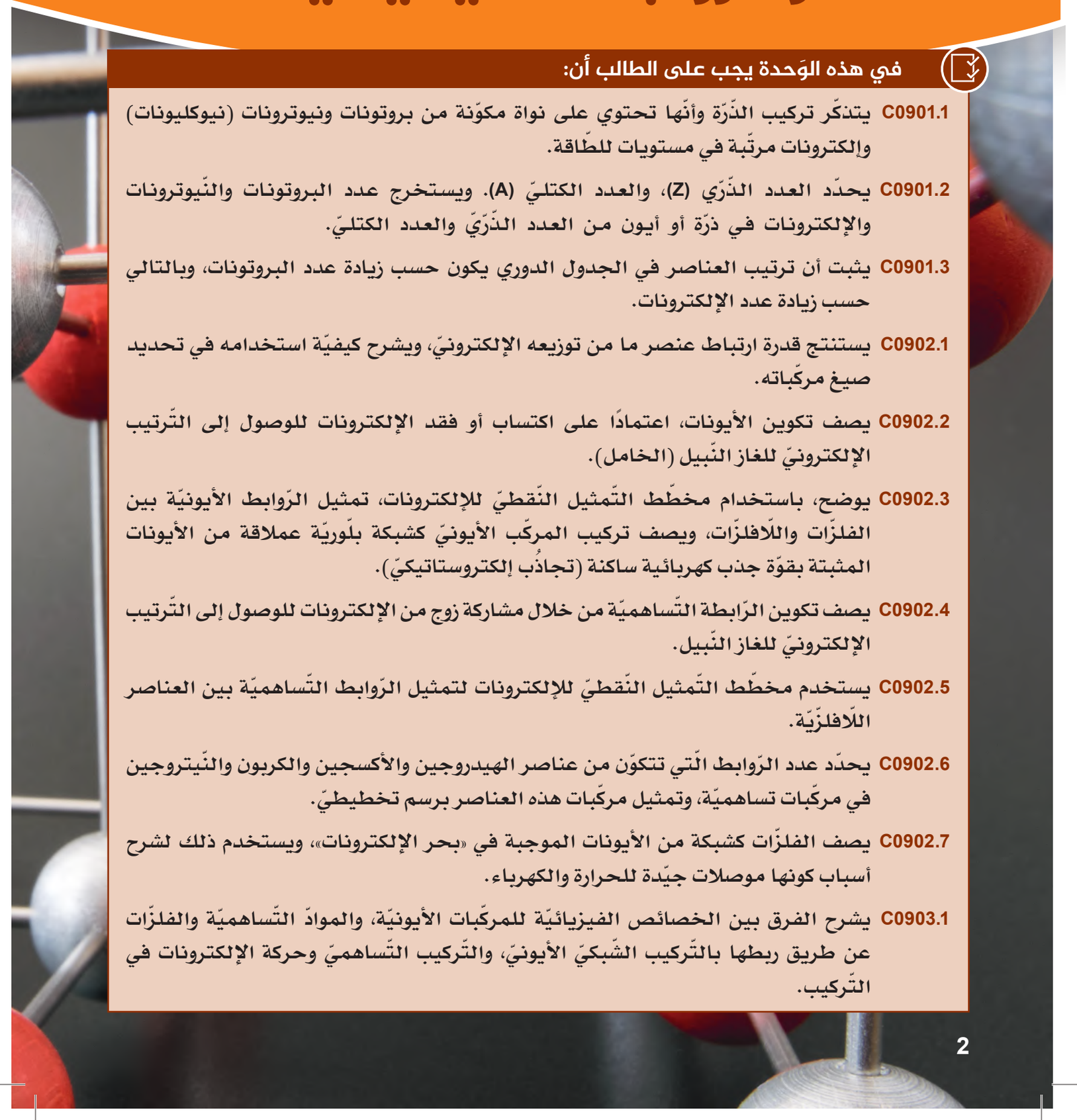
ماذا تستطيع أن تفعل؟ 136

الكفايات الأساسيّة 137

القاموس ..... B 137

الوحدة 1

التركيب الذرّي والصِّيَغ والرّوابط الكيميائيّة



في هذه الوَحدة يجب على الطالب أن:

C0901.1 يتذكّر تركيب الذّرّة وأنّها تحتوي على نواة مكوّنة من بروتونات ونيوترونات (نيوكليونات) وإلكترونات مرتّبة في مستويات للطّاقة.

C0901.2 يحدّد العدد الذّرّي (Z)، والعدد الكتليّ (A). ويستخرج عدد البروتونات والنّيوترونات والإلكترونات في ذرّة أو أيون من العدد الذّرّيّ والعدد الكتليّ.

C0901.3 يثبت أن ترتيب العناصر في الجدول الدوري يكون حسب زيادة عدد البروتونات، وبالتالي حسب زيادة عدد الإلكترونات.

C0902.1 يستنتج قدرة ارتباط عنصر ما من توزيعه الإلكترونيّ، ويشرح كيفيّة استخدامه في تحديد صيغ مركّباته.

C0902.2 يصف تكوين الأيونات، اعتمادًا على اكتساب أو فقد الإلكترونات للوصول إلى التّرتيب الإلكترونيّ للغاز النّبيل (الخامل).

C0902.3 يوضح، باستخدام مخطّط التّمثيل النّقطيّ للإلكترونات، تمثيل الرّوابط الأيونيّة بين الفلزّات واللّافلزّات، ويصف تركيب المركّب الأيونيّ كشبكة بلّوريّة عملاقة من الأيونات المثبتة بقوّة جذب كهربائية ساكنة (تجاذُب إلكتروستاتيكيّ).

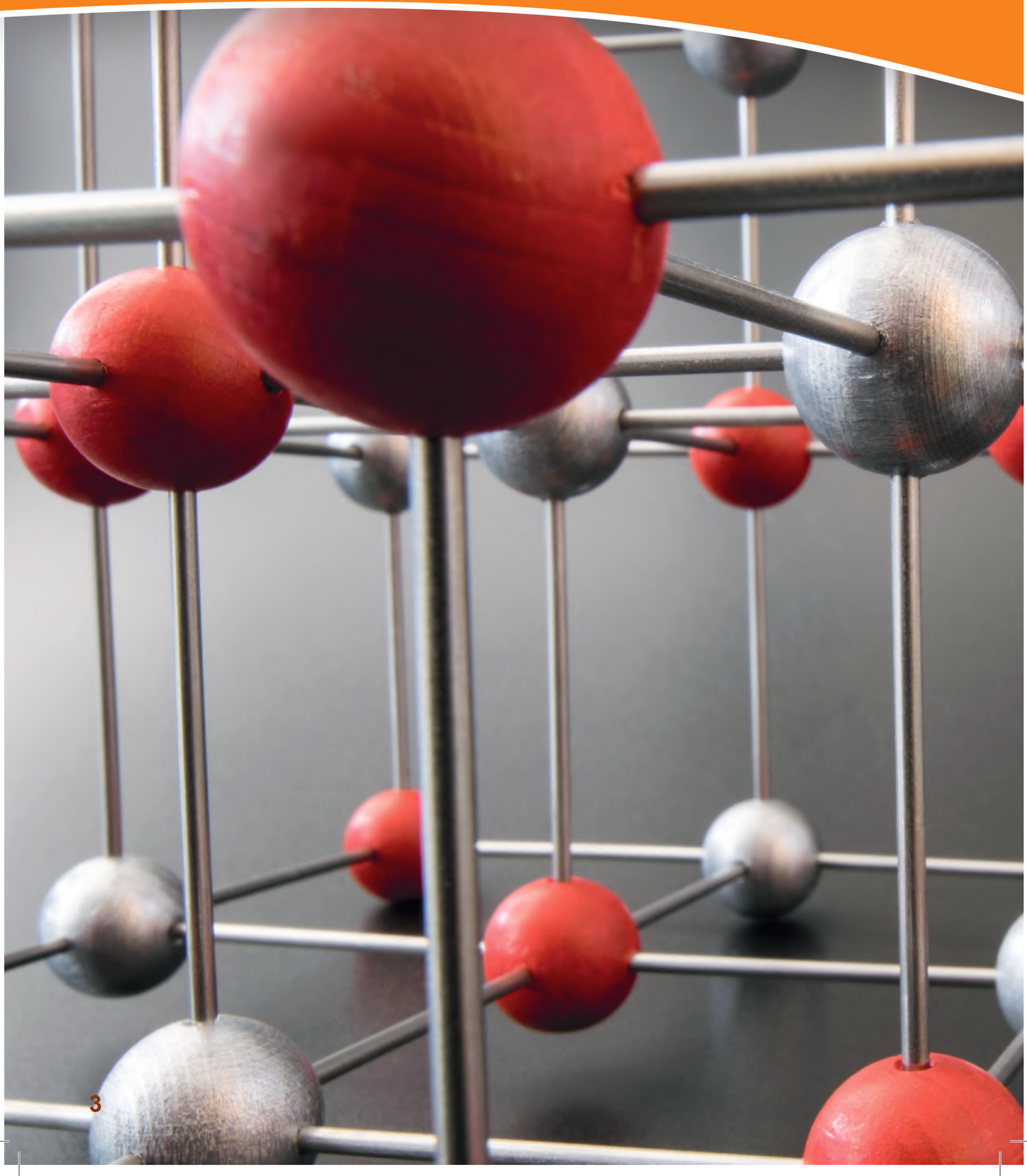
C0902.4 يصف تكوين الرّابطة التّساهميّة من خلال مشاركة زوج من الإلكترونات للوصول إلى التّرتيب الإلكترونيّ للغاز النّبيل.

C0902.5 يستخدم مخطّط التّمثيل النّقطيّ للإلكترونات لتمثيل الرّوابط التّساهميّة بين العناصر اللّافلزّيّة.

C0902.6 يحدّد عدد الرّوابط الّتي تتكوّن من عناصر الهيدروجين والأكسجين والكربون والنّيتروجين في مركّبات تساهميّة، وتمثيل مركّبات هذه العناصر برسم تخطيطيّ.

C0902.7 يصف الفلزّات كشبكة من الأيونات الموجبة في «بحر الإلكترونات»، ويستخدم ذلك لشرح أسباب كونها موصلات جيّدة للحرارة والكهرباء.

C0903.1 يشرح الفرق بين الخصائص الفيزيائيّة للمركّبات الأيونيّة، والموادّ التّساهميّة والفلزّات عن طريق ربطها بالتّركيب الشّبكيّ الأيونيّ، والتّركيب التّساهميّ وحركة الإلكترونات في التّركيب.



الدرس 1-1 ما تركيب الذرّة؟

أشياء تعلّمتَها

1. الذرّة هي أصغر جزء من العنصر.
2. تحتوي الذرّات على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات مُتعادلة الشحنة وإلكترونات سالبة الشحنة.
3. تحتوي جميع ذرّات العنصر نفسه على عدد مُحدَّد من البروتونات.
4. يكون عدد الإلكترونات السالبة مساويًا لعدد البروتونات الموجبة في الذرّة المتعادلة.
5. تُشكِّل البروتونات والنيوترونات معظم كتلة الذرّة.
6. تدور الإلكترونات حول النواة في مستويات طاقة.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تصف تركيب الذرّة.
- تُحدّد العدد الذرّي (Z) والعدد الكتلي (A) للذرّة.
- تحسب عدد الجُسيمات الذريّة في أيون موجب أو سالب.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- تُحلِّل المعلومات وتستخدمها لرسم نموذج للتركيب الداخلي للذرّة.
- تُحلّل وتحسب عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرّة من العدد الذرّي والعدد الكتلي.
- تستنتج عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات لبعض الأيونات.

نشاط افتتاحيّ

- انظر إلى الشكل 1-1. تُمثّل كلّ نقطة داخل الدائرة الحمراء في الصورة ذرّة من عنصر الذهب. أصبحنا الآن نستخدم التكنولوجيا (مثل المجهر النفقي الماسح) لإظهار صورة بعض الذرّات، لكن لا يمكن رؤية ما بداخل الذرّة. ونحن نستخدم التجارب لجمع معلومات عن التركيب الداخلي للذرّات.
- قُمْ مع مجموعتك بإجراء عصف ذهني لوصف التركيب الداخلي للذرّة. فكِّر في الجُسيمات التي تشغل الذرّة وفي كتلتها وشحنتها الكهربائية، وفي كيفية ترتيبها داخل الذرّة، وضَع قائمة بهذه المعلومات.

الشكل 1-1

ذرّات عنصر الذهب.

مُفردات تتعلّمها:

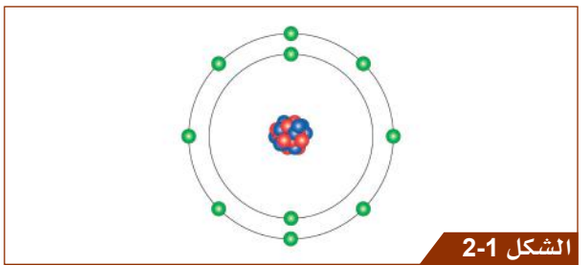
مستويات الطاقة	Energy Levels	العدد الذرّي	Atomic number
جُسيمات الذرّة	Sub-atomic particles	العدد الكتليّ	Mass number
النيوكليون	Nucleon	الأيون	Ion

النشاط 1 هل تستطيع تصميم نموذج للذرّة؟

ستحتاج إلى:
- ورقة
- ملصق

اعمل ضمن مجموعة، لتصميم نموذج ذرّة الفلور يوضّح أفكارك حول تركيب الذرّة.

1. حدِّد المعلومات التي يجب أن يتضمّنها نموذجك. تحتوي ذرّة الفلور على 9 بروتونات و10 نيوترونات. تتوزّع الإلكترونات في مدارات تُسمّى **مستويات الطاقة Energy Levels**. حاول تصميم ترتيب مُماثِل في نموذجك لذلك المبيّن في **الشكل 2-1** لذرّة النيون.



الشكل 2-1

تحتوي ذرّة النيون على 10 بروتونات و10 نيوترونات في نواتها، بينما تتوزّع 10 إلكترونات حول النواة في مستويات طاقة.

2. تعاون مع زميلك لرسم النموذج الذرّي الخاصّ بكما.
3. قدّم عرضًا قصيرًا أمام زملائك في الصّفّ لشرح نموذجك الذرّي.

أسئلة المُتابَعة

1-1 لماذا نستخدم نماذج التركيب الذرّي بدلاً من مراقبة الذرّة الحقيقية؟

.....

2-1 حدّد موقع كلٍّ من جُسيمات الذرّة Sub-atomic particles الآتية:

- **البروتونات:** .....
- **النيوترونات:** .....
- **الإلكترونات:** .....

3-1 لماذا تُعَدّ الذرّة متعادلة الشحنة؟

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تتكوّن الذرّات من نواة تتضمّن عددًا مُحدّدًا من البروتونات الموجبة الشحنة والنيوترونات المُتعادلة الشحنة. وتدور حول النواة إلكترونات سالبة الشحنة.
- تدور الإلكترونات حول نواة الذرّة في مناطق مُحدّدة تُسمّى مستويات الطاقة.
- يكون عدد البروتونات في الذرّة مساويًا لعدد الإلكترونات، لذلك تكون الذرّة متعادلة الشحنة.

تركيب الذرّة

الذرّات صغيرة جدًّا. فذرّة الذهب مثلًا يبلغ قُطرُها $0.000000000144\ m$ ($1.44 \times 10^{-10}\ m$).

تُسمّى الجُسيمات التي تحويها النواة **بالنيوكليونات Nucleons** (البروتونات والنيوترونات) وهي تُشكّل معظم كتلة الذرّة. تدور الإلكترونات السالبة حول النواة في مستويات الطاقة، وهي مناطق محدّدة كرويّة الشكل يُمكن للإلكترونات التواجد فيها.

تُسمّى البروتونات والنيوترونات والإلكترونات بجُسيمات الذرّة.

يوضّح الجدول 1-1 الكتل النسبية والشحنات النسبية لجُسيمات الذرّة.

جُسيمات الذرّة	موقع الجُسَيْم الذرّي	الكتلة النسبية	الشحنة النسبية
البروتون (p^+)	في النواة	1	+1
النيوترون (n)	في النواة	1	0
الإلكترون (e^-)	في مستويات الطاقة	$\frac{1}{1836}$	-1

الجدول 1-1

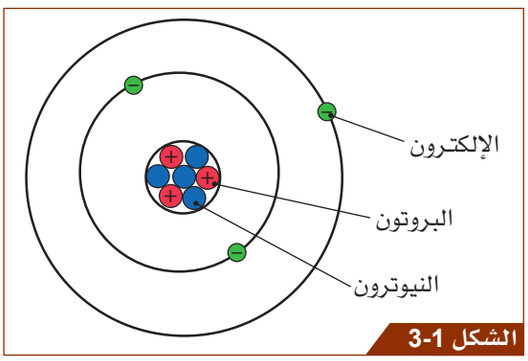
عدد البروتونات في الذرّة هو نفسه عدد الإلكترونات. يعني ذلك أنّ عدد الشحنات الموجبة هو نفسه عدد الشحنات السالبة. وبذلك تكون الذرّة مُتعادلة الشحنة الكهربائية.

النشاط 2 كيف تستخدم العدد الذرّي والعدد الكتلي لحساب أعداد الجُسَيْمات الذرّية؟

سوف تستخدم **العدد الذرّي Atomic number (Z)** و**العدد الكتلي Mass number (A)** لحساب عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرّة.

1. اقرأ المعلومات الآتية:

العدد الذرّي لذرّة ما هو عدد بروتوناتها، ورمزه (Z). فمثلاً يُرمَز إلى ذرّة عنصر الصوديوم بالرمز $^{23}_{11}Na$ حيث يكون العدد الذرّي مكتوبًا أسفل يسار رمز العنصر، (11). ولمّا كان عدد بروتونات الذرّة المتعادلة يساوي عدد إلكتروناتها، فإنّ العدد الذرّي يساوي أيضًا عدد إلكتروناتها.



الشكل 1-3

تحتوي ذرّة الليثيوم هذه على ثلاثة بروتونات وأربعة نيوترونات وثلاثة إلكترونات. يمكن تمثيل هذه الذرّة على النحو الآتي: $^{7}_{3}Li$.

العدد الكتلي للذرّة هو مجموع عدد بروتوناتها وعدد نيوتروناتها، ورمزه (A). فمثلًا في ذرّة عنصر الصوديوم $^{23}_{11}Na$ العدد الكتلي هو الرقم المكتوب أعلى يسار رمز العنصر، (23).

العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

يبيِّن **الشكل 1-3** التركيب الذرّي لذرّة عنصر الليثيوم (Li).

2. كيف تستخدم العدد الذرّي والعدد الكتلي للذرّة من أجل حساب عدد بروتوناتها ونيوتروناتها وإلكتروناتها؟

.....

3. أكمل الجدول الآتي:

الذرّة	العدد الذرّي (Z)	العدد الكتلي (A)	عدد البروتونات (p^+)	عدد الإلكترونات (e^-)	عدد النيوترونات (n)
$^{12}_{6}C$					
$^{39}_{19}K$					
$^{27}_{13}A\ell$					
$^{40}_{18}Ar$					
$^{19}_{9}F$					
$^{1}_{1}H$					

الجدول 1-2

أسئلة المُتابَعة

4-1 كيف تحسب عدد النيوترونات في الذرّة؟

.....

5-1 هل تحتوي كلّ الذرّات على أعداد متساوية من البروتونات والنيوترونات؟ أعطِ أمثلة لتفسير إجابتك.

.....

6-1 بمَ تختلف ذرّتا عنصر الكلور الآتيتان: $^{35}_{17}C\ell$ و $^{37}_{17}C\ell$؟

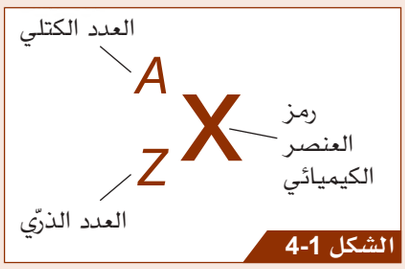
.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- العدد الذرّي (Z) للذرّة هو عدد بروتوناتها.
- العدد الكتلي (A) للذرّة هو عدد النيوكليونات في نواتها ويساوي عدد البروتونات + عدد النيوترونات.
- عدد النيوترونات في الذرّة = العدد الكتلي – العدد الذرّي.

الذرّات والعناصر

تمتلك كلّ ذرّة عددًا ذرّيًا (Z) وعددًا كتليًا (A). يبيِّن الشكل (1-4) الرمز الكيميائي العام لعنصر كيميائي. أضف إلى ذلك أنّ جميع ذرّات العنصر الواحد تمتلك العدد الذرّي نفسه؛ وهي تحتوي على العدد نفسه من البروتونات والإلكترونات؛ ولكلّ عنصر



الشكل 1-4

كيميائي عدد ذرّي خاصّ به. غير أنّ بعض العناصر تحتوي على ذرّات لها عدد كتلي مختلف، لأنّها تحتوي على ذرّات لها أعداد مختلفة من النيوترونات.

النشاط 3 فيمَ تختلف الأيونات عن الذرّات؟

ستحتاج إلى:
- ورقة العمل 1-1-1

تحتوي بعض المُركّبات، مثل ملح الطعام (كلوريد الصوديوم)، على **أيونات Ions**. الأيونات هي ذرّات فقدت أو اكتسبت إلكترونًا واحدًا أو أكثر. سوف تكتشف كيف تُستخدم الرموز للتعبير عن الأيونات، وكيف يمكن حساب عدد جُسيمات الذرّة في الأيون.

1. استعن **بورقة العمل 1-1-1** لتكتشف الآتي:
   - كيف تُكتب رموز الأيونات.
   - ما تُمثّله شحنة الأيونات.
   - كيف يُحسب عدد جُسيمات الذرّة في الأيون.
2. أكمل الجدول الآتي:

الأيون	عدد البروتونات (p^+)	عدد الإلكترونات (e^-)	عدد النيوترونات (n)
$^{1}_{1}H^{+}$			
$^{16}_{8}O^{2-}$			
$^{24}_{12}Mg^{2+}$			
$^{35}_{17}C\ell^{-}$			
$^{27}_{13}A\ell^{3+}$			
$^{32}_{16}S^{2-}$			

الجدول 1-3

أسئلة المُتابَعة

7-1 ما شحنة الأيونات التي تكوّنت عندما:

a. فقدت ذرّة اثنَين من الإلكترونات .....

b. اكتسبت ذرّة إلكترونًا واحدًا .....

c. اكتسبت ذرّة اثنَين من الإلكترونات .....

d. فقدت ذرّة إلكترونًا واحدًا .....

8-1 كيف حسبت عدد الإلكترونات في الأيون $^{24}_{12}Mg^{2+}$؟

.....

9-1 أكمل العبارة الآتية:

تحتوي الذرّة وأيونها على العدد نفسه من ..... و ..... ، ولكن على عدد مختلف من .....

هذا ما تعلَّمتَه:

- يحتوي رمز الأيون على رمز الشحنة مكتوبًا بعد الرمز إلى أعلى يمين الرمز.
- الذرّات التي فقدت إلكترونًا واحدًا أو أكثر تصبح أيونات موجبة الشحنة، وتكون قيمة الشحنة مساوية لعدد الإلكترونات التي فُقدت.
- الذرّات التي اكتسبت إلكترونًا واحدًا أو أكثر تصبح أيونات سالبة الشحنة، وتكون قيمة الشحنة مساوية لعدد الإلكترونات التي اكتُسبت.

النشاط 4 ما هو الأوجانيسون Oganesson؟

الأوجانيسون Oganesson عنصر تم اكتشافه حديثًا. وقد صُنّع لأوّل مرّة عام 2002، صنّعه مجموعة من العلماء في موسكو، كان أحدهم يوري أوجانيسيان Yuri Oganessian (الشكل 1-a5).

سوف تستخدم المعلومات الواردة أدناه للتعرُّف إلى ذرّات الأوجانيسون.

1. اقرأ ما يأتي:

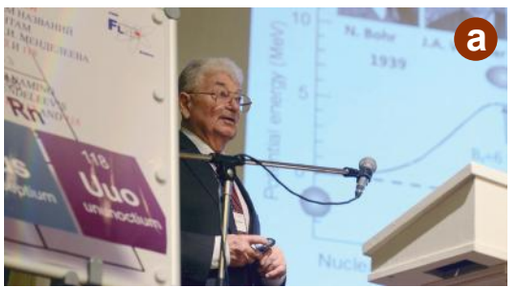
قام عُلماء روس وأمريكيون عام 2002 لأوّل مرّة بتحضير العنصر الصناعي الأوجانيسون Oganesson. وقد أُعطي الرمز Og. أمّا رمزه الكيميائي فهو $^{294}_{118}Og$ **(الشكل 1-b5)**.

2. احسب عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في ذرّة واحدة من الأوجانيسون.

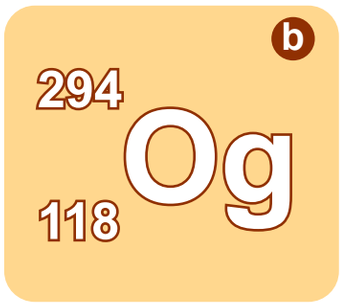
عدد البروتونات = ...

عدد الإلكترونات = ...

عدد النيوترونات = ...



يوري أوجانيسيان في حفل بمناسبة اكتشاف عنصر الأوجانيسون.



رمز عنصر الأوجانيسون Oganesson.

الشكل 1-5

أسئلة المُتابَعة

10-1 **يعتقد العلماء أنّ بعض ذرّات الأوجانيسون Oganesson تمتلك العدد الكتلي 295. ما عدد البروتونات والإلكترونات والنيوترونات لهذه الذرّات؟**

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- يُمكن حساب عدد البروتونات والإلكترونات والنيوترونات لذرّة أيّ عنصر بمعرفة رمزه الكيميائيّ الذي يحتوي على العدد الذرّي والعدد الكتلي. فمثلًا، تحتوي ذرّة الأوجانيسون، التي لها الرمز الكيميائيّ: $^{294}_{118}Og$، على 118 بروتونًا و118 إلكترونًا و176 نيوترونًا.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر رمز الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 7.

1. أين تقع الإلكترونات في الذرّة؟
   - **(A)** في النواة.
   - **(B)** في النيوكليونات.
   - **(C)** في البروتونات.
   - **(D)** في مستويات الطاقة.

2. أيّ زوج من جُسيمات الذرّة يُمثّل النيوكليونات؟
   - **(A)** البروتونات والنيوترونات.
   - **(B)** الإلكترونات والبروتونات.
   - **(C)** الإلكترونات والنيوترونات.
   - **(D)** النيوترونات ومستويات الطاقة.

3. تحتوي ذرّة متعادلة على 12 بروتونًا. كم يجب أن يكون عدد إلكتروناتها؟
   - **(A)** 6
   - **(B)** 11
   - **(C)** 12
   - **(D)** 24

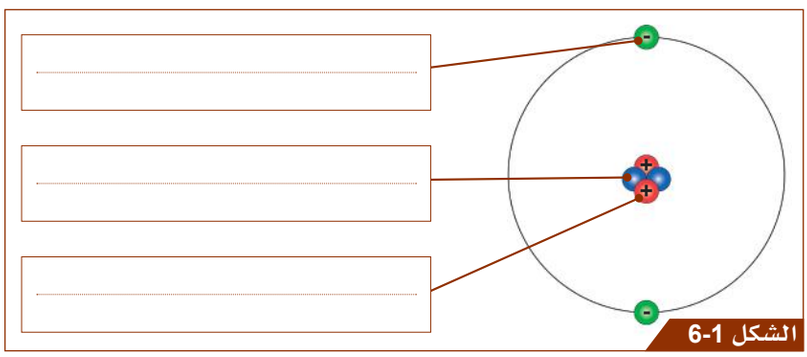
4. أيّ جُسيم ذرّي لديه أقلّ كتلة؟
   - **(A)** النيوكليون
   - **(B)** البروتون
   - **(C)** النيوترون
   - **(D)** الإلكترون

5. كيف نحسب عدد النيوترونات في ذرّة عنصر ما؟
   - **(A)** العدد الذرّي - العدد الكتلي.
   - **(B)** العدد الذرّي + العدد الكتلي.
   - **(C)** العدد الذرّي × العدد الكتلي.
   - **(D)** العدد الكتلي - العدد الذرّي.

6. الرمز الكيميائيّ لعنصر السكانديوم هو $^{45}_{21}Sc$. ما عدد الإلكترونات في ذرّة هذا العنصر؟
   - **(A)** 21
   - **(B)** 24
   - **(C)** 45
   - **(D)** 66

7. الرمز الكيميائيّ لعنصر النيتروجين هـو $^{14}_{7}N$. عندما تُشكّل ذرّة النيتروجين أيون النيتروجين، فإنها تكتسب ثلاثة إلكترونات. ما عدد الإلكترونات التي يحتوي عليها أيون النيتروجين؟
   - **(A)** 4
   - **(B)** 7
   - **(C)** 10
   - **(D)** 14

8. يُبيّن **الشكل 1-6** ذرّة هيليوم. سمِّ جُسيماتها.



الشكل 1-6

9. اشرح سبب تطابُق العدد الكتلي لذرّة الصوديوم $^{23}_{11}Na$ مع العدد الكتلي لأيون الصوديوم $^{23}_{11}Na^{+}$.

10. يُمثّل $^{56}_{26}Fe$ الرمز الكيميائيّ لعنصر الحديد.
   a. ما العدد الذّري لعنصر الحديد؟
   b. ما العدد الكتلي لعنصر الحديد؟
   c. ما عدد بروتونات وإلكترونات ونيوترونات ذرّة عنصر الحديد؟

11. بعض أيونات الحديد $^{56}_{26}Fe^{3+}$ تمتلك شحنة مقدارها (+3).
   a. ما عدد الإلكترونات التي يمتلكها أيون الحديد؟
   b. ما العدد الذرّي والعدد الكتلي لأيون الحديد؟

نشاط منزليّ

12. اختر عنصرًا. اكتشف عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في واحدة من ذرّاته. قم بإعداد ورقة حقائق حول ذرّة من ذرّات العنصر الذي اخترته.

تشمل ورقة الحقائق الخاصّة بك ما يأتي:

- بيانات عن عدد جُسيمات ذرّة واحدة، وأماكن تواجد كلّ نوع من الجُسَيّمات الذرّية.
- مُخطّط ذرّة معنون.
- وصف مكتوب.

ما العدد الذرّي والعدد الكتلي لهذا العنصر؟

C0902.1, C0902.2, C0901.3

الدرس 1-2 كيف تصنّف العناصر وتحدّد الصيَغ الكيميائيّة؟

أشياء تعلّمتَها

1. تتوزّع إلكترونات الذرّة في مستويات طاقة مختلفة .
2. الأيونات هي ذرّات فقدت أو اكتسبت إلكترونًا واحدًا أو أكثر.
3. يُطلق على عدد البروتونات في الذرّة اسم العدد الذرّي.
4. يُطلق على مجموع عدد البروتونات وعدد النيوترونات في الذرّة اسم العدد الكتلي.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تصف كيفية ترتيب العناصر في الجدول الدوري.
- تكتب التوزيع الإلكتروني لذرّات بعض العناصر.
- تُحدّد صيَغ المُركّبات باستخدام أعداد التكافؤ.
- تشرح أنّ الذرّات تصل إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل عندما تتّحد لتكوين المُركّبات.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- تُصنِّف العناصر باستخدام الجدول الدوري.

نشاط افتتاحيّ

- شاهد مقطعًا مُصوّرًا لتتعرّف إلى كيفية ترتيب الإلكترونات في الذرّة.
- يُظهِر المقطع الإلكترونات في ذرّات العناصر الآتية: الصوديوم والكلور والبوتاسيوم.
- ناقش عدد الإلكترونات اللازمة لملء كلّ مستوى طاقة.
- سجّل إجاباتك.

مُفردات تتعلّمها:

الجدول الدوري	Periodic table	التوزيع الإلكتروني	Electron configuration
الفلزّ	Metal	الغازات النبيلة	Noble gases
شبه الفلزّ	Metalloid	التكافؤ	Valency
اللافلزّ	Non-metal	الصيغة الكيميائية	Chemical formula

النشاط 1 ما الجدول الدوري؟

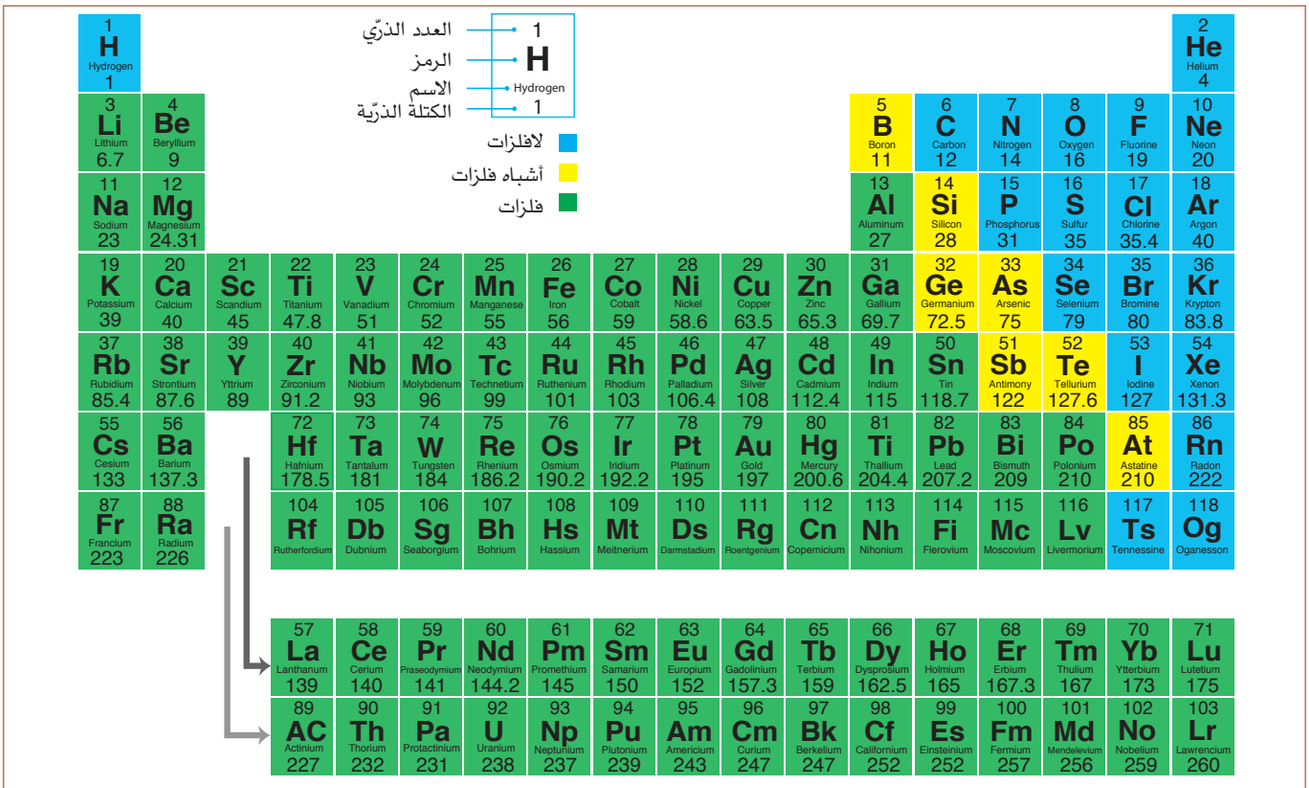
ستحتاج إلى:
- **ورقة العمل 1-2-1**

ستكتشف كيف يتمّ ترتيب العناصر في الجدول الدوري Periodic table.

1. يتمّ ترتيب العناصر في الجدول الدوري (**الشكل 1-7**) بحسب زيادة العدد الذرّي.

شاهد مقطعًا مصوّرًا عن الجدول الدوريّ. تحتوي المربّعات في الجدول على الرموز الكيميائيّة لجميع العناصر المعروفة، بالإضافة إلى أعدادها الذرّيّة وأعدادها الكتليّة. يُطلق على الأعمدة اسم «المجموعات» *groups* وعلى الصفوف اسم «الدورات» *periods*. وتُصنّف العناصر في الجدول الدوريّ إلى ثلاثة أنواع: **فلزّات Metals** و**أشباه فلزّات Metalloids** و**لافلزّات Non-metals**. تقع الفلزّات أقصى اليسار من الجدول الدوري وفي وسطه، أمّا اللافلزّات فتقع أقصى اليمين من الجدول الدوريّ. وتفصل أشباه الفلزّات بين الفلزّات واللافلزّات بشكل متعرّج.

استعن بالمعلومات الواردة في المقطع المُصوّر والمعلومات أعلاه للإجابة عن الأسئلة في **ورقة العمل 1-2-1**.



الشكل 1-7

الجدول الدوري.

أسئلة المُتابَعة

1-2 كيف تتغيّر أعداد البروتونات والإلكترونات في كلّ دورة (صفّ) من الجدول الدوري؟

.....

2-2 ما عدد المجموعات والدورات في الجدول الدوري؟

.....

3-2 ما الأساس الذي اعتُمِد عليه لترتيب العناصر في الجدول الدوري الحديث؟

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- يُطلق على الصفوف في الجدول الدوري اسم الدورات periods. ويُطلق على الأعمدة اسم المجموعات groups.
- يحتوي الجدول الدوريّ على 18 مجموعة و7 دورات.
- تحتوي الدورة الأولى من الجدول الدوري على عنصرَين، وتحتوي كلّ من الدورة الثانية والدورة الثالثة على ثمانية عناصر.
- العناصر في الجدول الدوري مُرتَّبةٌ بحسب الزيادة في العدد الذرّي.
- يزداد عدد البروتونات (كذلك عدد الإلكترونات) في ذرّات العنصر بروتونًا واحدًا (أو إلكترونًا واحدًا) كلّما اتّجهنا من اليسار إلى اليمين خلال الدورة الواحدة في الجدول الدوري للعناصر.
- تقع الفلزّات إلى يسار الجدول الدوري، بينما تقع اللافلزّات إلى يمينه . وتفصل أشباه الفلزّات بين الفلزّات واللافلزّات.

النشاط 2 ما الرابط بين التوزيع الإلكتروني للذرّة والجدول الدوري؟

ستحتاج إلى:
- ورقة العمل 2-2-1

يوضّح **التوزيع الإلكتروني Electronic configuration** ترتيب الإلكترونات في الذرّة. يُمكن أن يشغل مستوى الطاقة الأوّل إلكترونان كحدٍّ أقصى، أمّا مستوى الطاقة الثاني فيمكن أن تشغله ثمانية إلكترونات. في حين يمكن أن تشغل مستوى الطاقة الثالث ثمانية إلكترونات (يمكن تطبيق هذه القاعدة على أوّل عشرين عنصرًا في الجدول الدوري).

قُمْ برسم التوزيع الإلكتروني لأول عشرين عنصرًا من الجدول الدوري.

1. تُمثّل ورقة العمل 2-2-1 مربّعات للعناصر العشرين الأولى من الجدول الدوري. املأ كلّ مُربّع برمز كلّ عنصر.
2. ارسم مخطّطات لإظهار التوزيع الإلكتروني لكلّ عنصر. يبيّن الشكل 1-8 التوزيع الإلكتروني لعنصر الصوديوم.
3. يُمكن كتابة التوزيع الإلكترونيّ عدديًّا. على سبيل المثال، التوزيع الإلكتروني لعنصر الصوديوم هو 2,8,1 ممّا يعني أنّه يوجد إلكترونان في مستوى الطاقة الأوّل، وثمانية إلكترونات في مستوى الطاقة الثاني، وإلكترون واحد في مستوى الطاقة الثالث. أَضِف الكتابة العدديّة للتوزيع الإلكترونيّ لكلّ عنصر.

الشكل 1-8
التوزيع الإلكتروني لذرّة عنصر الصوديوم.

أسئلة المُتابَعة

4-2 أكمل الجدول لتوضح عدد الإلكترونات التي تشغل مستوى الطاقة الخارجيّ في المجموعات 1، 2، 13، 14، 15، 16، 17، 18.

رقم المجموعة	1	2	13	14	15	16	17	18
عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي								

الجدول 1-4

5-2 بمَ يتميّز التوزيع الإلكتروني لمستوى الطاقة الأخير لعناصر المجموعة 18؟

.....

6-2 ما العلاقة بين رقم الدورة وعدد مستويات الطاقة لعنصر ما؟

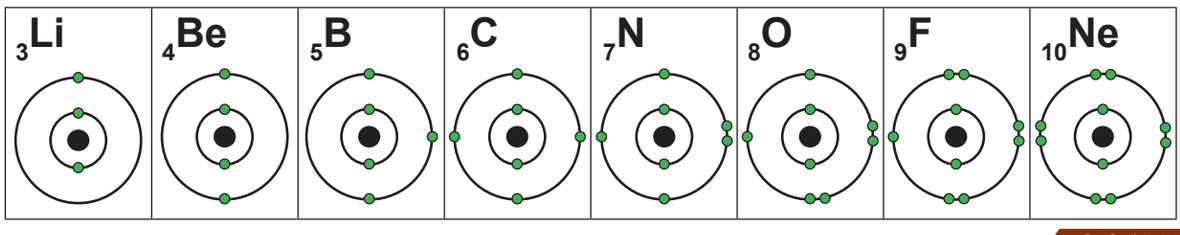
.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- يكون عدد مستويات الطاقة في ذرّة عنصر هو نفسه رقم الدورة التي يتواجد فيها العنصر.
- يبلغ العدد الذرّي للكالسيوم 20. يحتوي الكالسيوم على إلكترونَين في مستوى الطاقة الأوّل، وعلى ثمانية إلكترونات في مستوى الطاقة الثاني، وعلى ثمانية إلكترونات في مستوى الطاقة الثالث، وعلى إلكترونَين في مستوى الطاقة الرابع. لذلك يقع الكالسيوم في المجموعة الثانية والدورة الرابعة.

الجدول الدوري

- يزداد عدد البروتونات في الذرّة بروتونًا واحدًا عند الانتقال من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة، وكذلك عدد الإلكترونات. يوضّح الشكل 1-9 التوزيع الإلكترونيّ لعناصر الدورة 2.



الشكل 1-9

التوزيع الإلكترونيّ لعناصر الدورة 2.

- يكون عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجيّ (أو ما يسمّى بإلكترونات التكافؤ) نفسه لدى عناصر المجموعة الواحدة في الجدول الدوريّ كما يوضّح الجدول أدناه.

المجموعة	عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجيّ (إلكترونات التكافؤ)
1	1
2	2
13	3
14	4
15	5
16	6
17	7
18	8 (ما عدا الهيليوم)

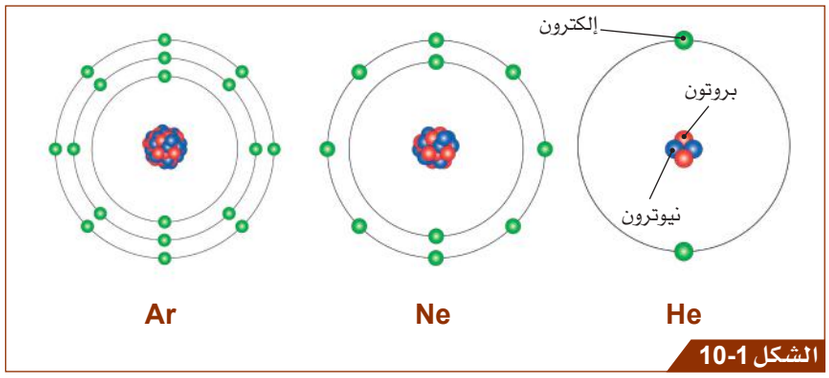
الجدول 1-5

- يُمكن تصنيف العناصر في الجدول الدوري إلى ثلاثة أنواع: فلزّات ولافلزّات وأشباه فلزّات. أشباه الفلزّات عناصر لها خصائص الفلزّات واللافلزّات. في الشكل 1-7، لُوِّنت أشباه الفلزّات باللون الأصفر.

- يمكن تحديد موقع العنصر في الجدول الدوري بمعرفة رقم مجموعته ورقم دورته.
- يُحدَّد رقم الدورة بمعرفة رقم مستوى الطاقة الأخير الذي تتواجد فيه إلكترونات تكافؤ العنصر.
- يُحدَّد رقم المجموعة بمعرفة عدد إلكترونات مستوى الطاقة الأخير (إلكترونات التكافؤ).
- تمتلك جميع عناصر المجموعة 18، مثل النيون، مستويات خارجية ممتلئة كلّيًا بالإلكترونات. يُطلق على عناصر هذه المجموعة اسم **الغازات النبيلة Noble gases**، وهي عناصر مستقرّة كيميائيًّا للغاية.

النشاط 3 كيف تصل ذرّات العناصر إلى حالة الاستقرار؟

تميل ذرّات العناصر دائمًا للوصول إلى حالة الاستقرار. فعندما تتّحد الذرّات معًا في تفاعُلات كيميائية لتكوين مُركّبات جديدة، تتمّ إعادة ترتيب الإلكترونات. وغالبًا ما تكون النتيجة ذرّات ذات توزيع إلكتروني مماثل لأحد عناصر المجموعة 18، أي الغازات النبيلة (الشكل 1-10). ويكون التوزيع الإلكتروني للغازات النبيلة مُستقرًّا للغاية. ناقش مع أفراد مجموعتك كيف يحدث هذا.



الشكل 1-10

التوزيع الإلكتروني لعناصر الغازات النبيلة الآتية: الهيليوم والنيون والأرجون.

1. رقِّم الطلاب في مجموعتك من 1 إلى 4. سيطرح المُعلّم مجموعة من الأسئلة. لديك دقيقة لمناقشة كلّ إجابة.
2. سيطلب المُعلّم رقمًا من 1 إلى 4. عندما يعلن رقمك، يكون قد حان دورك للإجابة عن السؤال.

أسئلة المُتابَعة

بالرجوع إلى الجدول الدوري للعناصر أجب عن الأسئلة الآتية:

7-2 تصل بعض الذرّات إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل من خلال فقد الإلكترونات. سمِّ ثلاث ذرّات تفقد الإلكترونات، وحدِّد عدد الإلكترونات التي يجب أن تفقدها.

1. .....
2. .....
3. .....

8-2 تصل بعض الذرّات إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل من خلال اكتساب الإلكترونات. سمِّ ثلاث ذرّات تكتسب إلكترونات، واذكر عدد الإلكترونات التي يجب أن تكتسبها.

1. .....
2. .....
3. .....

هذا ما تعلَّمتَه:

- عناصر المجموعات 1 و 2 و 13 (الفلزّات) تصل إلى حالة الاستقرار (توزيع إلكتروني يشبه أقرب غاز نبيل) من خلال فقد الإلكترونات وتصبح أيونات موجبة.
- عناصر المجموعات 15 و16 و17 (اللافلزّات) تصل إلى حالة الاستقرار (توزيع إلكتروني يشبه أقرب غاز نبيل) من خلال اكتساب الإلكترونات وتصبح أيونات سالبة.

النشاط 4 ما التكافؤ؟ وكيف نستخدمه؟

سوف تستخدم التكافؤ Valency لكتابة الصيَغ الكيميائية Chemical formulas.

1. قمتَ في النشاط 2 برسم التوزيع الإلكتروني لأوّل عشرين عنصرًا في الجدول الدوري. التكافؤ هو عدد الإلكترونات التي تفقدها أو تكتسبها أو تشارك بها ذرّة العنصر حتى تصل إلى توزيع إلكتروني يشبه أقرب غاز نبيل.
2. فكِّر في كيفية استخدام التكافؤ لكتابة الصيغة الكيميائية للمُركَّب. فكِّر في الصيغة الكيميائية لمُركّب كلوريد الصوديوم. ما تكافؤ كلّ من الصوديوم والكلور؟ ماذا يعني ذلك من حيث إعادة ترتيب الإلكترونات؟

من أجل كتابة الصيغة الكيميائيّة، وبالاستعانة بالجدول الدوري للعناصر، نتّبع الخطوات الآتية:

1. نكتب رموز العناصر الكيميائيّة، وعادة ما يكتب رمز الفلزّ (الأيون الموجب) إلى اليسار ورمز اللافلزّ (الأيون السالب) إلى اليمين.
2. نكتُب التوزيع الإلكتروني العددي لكلّ عنصر.
3. نحدّد تكافؤ كلّ عنصر وندوّنه أسفل الرمز الخاص به.
4. نُقم بقسمة قِيَم التكافؤ، إن أمكن، للحصول على أبسط صيغة.
5. نُبدّل التكافؤ بين العنصرين وندوّن التكافؤ كرموز سفليّة (أسفل يمين الرمز).

الرمز	Ca	P
التكافؤ	2	3
تبديل	3	2
قسمة	القسمة غير ممكنة في هذه الحالة	
الصيغة	Ca_3P_2	

الشكل 1-11

مثال: إيجاد صيغة المركّب فوسفيد الكالسيوم.

تسمية المركّبات:

6. لبعض المركّبات أسماء علميّة تُشتقّ من صيغتها الكيميائيّة. في حالة الأيونات السالبة الأحادية الذرّة (الأيونات السّالبة الّتي تتكوّن من أيون واحد فقط)، يُشتقّ اسم الأيون من اسم العنصر مضافًا إليه المقطع «-يد». مثلًا:

أكسجين ← أكسيد

كلور ← كلوريد

فوسفور ← فوسفيد

7. لاحظ **الشكل 1-11** الذي وُضع كمثال. باستخدام الخطوات السابقة، اكتب الصيغة الكيميائية للمُركَّبات الآتية:

كلوريد الليثيوم	كبريتيد المغنيسيوم
أكسيد الصوديوم	كبريتيد الألومنيوم

أسئلة المُتابَعة

9-2 **اشرح لماذا يكون تكافؤ عناصر المجموعة 18 هو 0.**

.....

10-2 **قارن بين قِيَم تكافؤ عناصر المجموعات 1 و 2 و 13 وتكافؤ عناصر المجموعات 15 و 16 و 17.**

.....

11-2 **استنتج الاسم العلميّ للمركّبات الآتية:**

a. $KC\ell$

.....

b. MgO

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- **يُمكن كتابة الصيغة الكيميائيّة من خلال كتابة الرموز الكيميائيّة لكلّ عنصر وتحديد تكافؤها من خلال التوزيع الإلكترونيّ، ثمّ تبديل التكافؤ بين العناصر.**
- **على سبيل المثال، يبلغ تكافؤ المغنيسيوم 2، وتكافؤ الكلور 1، وتكون الصيغة الكيميائية لكلوريد المغنيسيوم هي $MgC\ell_2$.**

التكافؤ والصيَغ الكيميائية

يوضِّح الشكل 1-12 تكافؤ عناصر المجموعات الرئيسيّة (أول عشرين عنصر فقط) في الجدول الدوريّ.

التكافؤ	0	1	2	3	4	3	2	1
	He							H
	Ne	F	O	N	C	B	Be	Li
	Ar	Cℓ	S	P	Si	Aℓ	Mg	Na
							Ca	K

مقطع من الجدول الدوري يحتوي على المجموعات الرئيسية وتكافؤ هذه المجموعات.

الشكل 1-12

مثال: ما الصيغة الكيميائية لمركّب فلوريد الكالسيوم؟

العنصر: الكالسيوم (Ca_{20})
التوزيع الإلكتروني: Ca: 2,8,8,2
التكافؤ: 2

العنصر: الفلور (F_9)
التوزيع الإلكتروني: F: 2,7
التكافؤ: 1

الصيغة الكيميائية هي CaF_2.

مثال آخر: ما الصيغة الكيميائية لمركّب أكسيد المغنيسيوم؟

العنصر: المغنيسيوم (Mg_{12})
التوزيع الإلكتروني: Mg: 2,8,2
التكافؤ: 2

العنصر: الأكسجين (O_8)
التوزيع الإلكتروني: O: 2,6
التكافؤ: 2

قسمة كِلا رقمَي التكافؤ على 2 للحصول على أبسط صيغة:

الصيغةَ الكيميائية هي MgO.

النشاط 5 ماذا تعرف عن أكسيد الألومنيوم؟

البوكسيت معدن يُستخدم لاستخراج الألومنيوم. وقد تمّ العثور عليه واستخراجه في أماكن كثيرة من العالم (الشكل 1-13). الاسم الكيميائي للبوكسيت هو أكسيد الألومنيوم.

الشكل 1-13 منجم للبوكسيت يقع في غامبيا.

1. أكمل الجدول الآتي لكتابة الصيغة الكيميائية لمُركَّب أكسيد الألومنيوم بالاستعانة بالجدول الدوري للعناصر.

التوزيع الإلكتروني لذرّة عنصر الألومنيوم	
التوزيع الإلكتروني لذرّة عنصر الأكسجين	
تكافؤ عنصر الألومنيوم	
تكافؤ عنصر الأكسجين	
الرمز الكيميائي لأيون الألومنيوم	
الرمز الكيميائي لأيون الأكسيد	
الصيغة الكيميائية لأكسيد الألومنيوم	

الجدول 1-6

أسئلة المُتابَعة

12-2 كيف استخدمت الجدول الدوريّ من أجل تحديد تكافؤ الألومنيوم والأكسجين؟

.....

13-2 اشرح سبب اختلاف شحنة أيون الألومنيوم عن شحنة أيون الأكسيد.

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

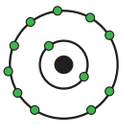
- يُمكن استخدام الجدول الدوري لتحديد التوزيع الإلكترونيّ لذرّة ما.
- يُمكن تحديد تكافؤ العنصر من خلال التوزيع الإلكترونيّ.
- يُستخدم التكافؤ لكتابة الصيَغ الكيميائيّة.
- الصيغة الكيميائية لأكسيد الألومنيوم هي Al_2O_3.

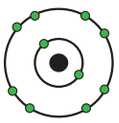
تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

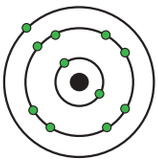
اختر رمز الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 4.

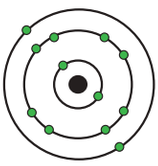
1. كيف يتمّ ترتيب العناصر في الجدول الدوري؟
   - **(A)** بحسب الزيادة في عدد النيوترونات.
   - **(B)** بحسب الزيادة في العدد الذرّي.
   - **(C)** بحسب الزيادة في التكافؤ.
   - **(D)** بحسب الترتيب الأبجدي.

2. ما التوزيع الإلكتروني الصحيح لذرّة المغنيسيوم ($_{12}Mg$)؟

   (A)
   

   (B)
   

   (C)
   

   (D)
   

3. أيّ ممّا يأتي يُنتِج أيونًا بتوزيع إلكتروني مماثل لأقرب غاز نبيل؟
   - **(A)** اكتساب ذرّة الكالسيوم ($_{20}Ca$) إلكترونَين.
   - **(B)** فقد ذرّة الكلور ($_{17}C\ell$) إلكترونًا واحدًا.
   - **(C)** اكتساب ذرّة الفلور ($_{9}F$) إلكترونًا واحدًا.
   - **(D)** فقد ذرّة المغنيسيوم ($_{12}Mg$) إلكترونًا واحدًا.

4. ما الصيغة الكيميائية الصحيحة لمُركّب كبريتيد البوتاسيوم، علمًا أنّه يتكوّن من: البوتاسيوم ($_{19}K$) والكبريت ($_{16}S$)؟
   - **(A)** KS
   - **(B)** K_2S
   - **(C)** K_2S_2
   - **(D)** KS_2

5. اكتب جملة تشرح فيها كيف يُستخدم التكافؤ لكتابة بعض الصيَغ الكيميائية.

6. عنصر يقع في المجموعة 13.
   - **a.** ما تكافؤ هذا العنصر؟
   - **b.** ما عدد ذرّات الكلور التي يمكن أن يتَّحد معها العنصر؟
   - **c.** إذا كان «X» هو رمز هذا العنصر، فما صيغة أُكسيده (أي عندما يتّحد مع عنصر الأكسجين $_{8}O$)؟

7. ارسم مُخطّطات لتوضيح التوزيع الإلكتروني:
   - **a.** لذرّة كبريت ($_{16}S$).
   - **b.** لأيون الكبريتيد ($_{16}S^{2-}$).

8. اكتب الصيغة الكيميائية:

a. لكبريتيد الليثيوم.

b. لفلوريد المغنيسيوم.

نشاط منزليّ

9. لمُركَّب أكسيد الكالسيوم استخدامات صناعية متعدّدة. ارسم مُخطّطات لإظهار التوزيع الإلكتروني:

- لذرّة الكالسيوم.
- لذرّة الأكسجين.
- لأيون الكالسيوم.
- لأيون الأكسيد.

اكتب الصيغة الكيميائية لمُركَّب أكسيد الكالسيوم، واشرح كيف يتشكّل أيون الكالسيوم وأيون الأكسيد.

الدرس 1-3 كيف تتكوّن الروابط الأيونيّة؟

أشياء تعلّمتَها

1. يُمكن كتابة التوزيع الإلكترونيّ للذرّة (مثلًا، Na: 2, 8, 1)، أو رسمه ليُبيّن مستويات الطاقة.
2. استخدام تكافؤ الذرّة لكتابة بعض الصّيَغ الكيميائية.
3. تتشكّل الأيونات عندما تكتسب الذرّات إلكترونات أو تفقدها للوصول إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تصف كيفية تشكيل الروابط الأيونية.
- تشرح كيف تُكوّن الأيونات شبكة بلّوريّة عملاقة.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- توضِّح الروابط الأيونية باستخدام التمثيل النقطي للإلكترونات.

نشاط افتتاحيّ

- تُعدّ الروابط الأيونية نوعًا من الروابط الكيميائية. شاهد المقطع المُصوّر لتتعرّف إلى كيفية تشكُّل **الروابط الأيونية Ionic bonds**.
- ناقش ما يحدث.
- سجِّل استنتاجاتك.

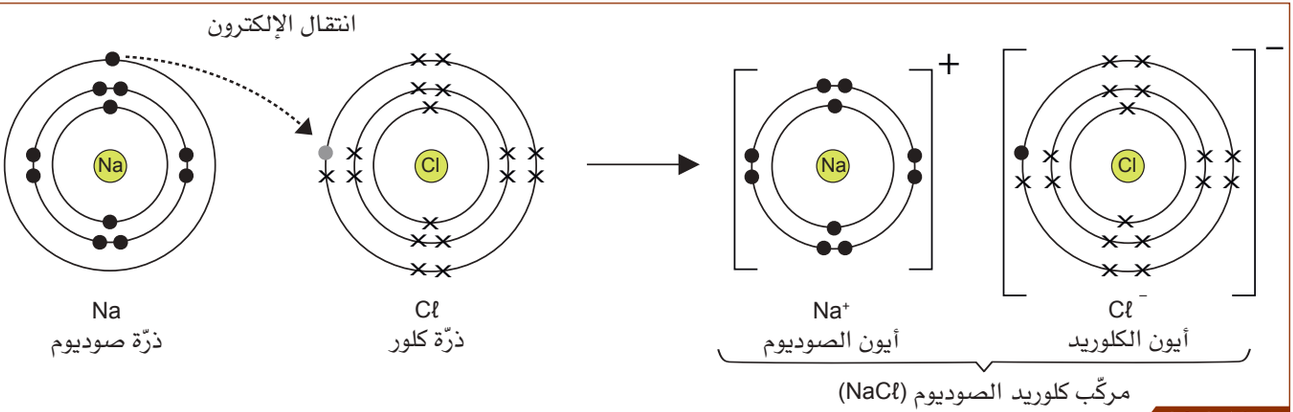
مُفردات تتعلّمها:

الرابطة الأيونية	Ionic bond
التمثيل النقطي للإلكترونات	Dot and cross diagram
التجاذُب الكهربائيّ الساكن (الإلكتروستاتيكيّ)	Electrostatic attraction
الشبكة البلّوريّة العملاقة	Giant crystal lattice

النشاط 1 كيف يتمّ استخدام التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الروابط الأيونية؟

سوف تستخدم التمثيل النقطي للإلكترونات Dot and cross diagram من أجل بناء نموذج الروابط الأيونية.
تظهر الإلكترونات من إحدى الذرّات كنقاط dots (●)، وتظهر من ذرّة أخرى على شكل تقاطعات crosses (×).
سوف ترسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار بعض الروابط الأيونية.

تتشكّل الرابطة الأيونية عندما ينتقل الإلكترون الخارجي في ذرّة الصوديوم (فلز) إلى ذرّة الكلور (لافلز). فيتكوّن أيون الصوديوم ذو الشحنة (+1)، ويتكوّن أيون الكلوريد ذو الشحنة (-1).
انظر إلى التمثيل النقطي للإلكترونات الذي يوضّح طريقة تكوين مُركَّب كلوريد الصوديوم (**الشكل 1-14**).

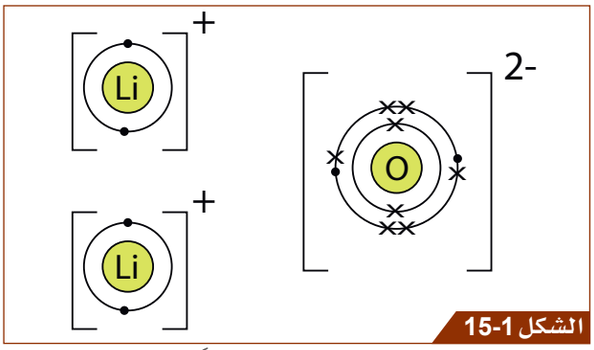


الشكل 1-14

شرح التمثيل النقطي للإلكترونات لمُركَّب كلوريد الصوديوم.

تُستخدم النقاط (●) في التمثيل النقطي لإلكترونات ذرّة الصوديوم، والتقاطعات (×) لتمثيل إلكترونات ذرّة الكلور.
تُستخدم الأقواس المُربّعة لإظهار تأثير الشحنة على الأيونات بأكملها.
يوضّح **الشكل 1-15** التمثيل النقطي للإلكترونات لتمثيل المُركّب الأيوني أكسيد الليثيوم.

1. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الرابطة الأيونية في مركّب فلوريد الليثيوم ومركّب كلوريد المغنيسيوم.



الشكل 1-15

تمثيل نقطي للإلكترونات لتمثيل المُركَّب الأيوني أكسيد الليثيوم. يوضّح الشكل أنّ ذرّتَين من الليثيوم تعطي كلّ منهما إلكترونًا واحدًا لملء مستوى الطاقة الخارجي لذرّة الأكسجين.

المركّب الكيميائيّ	التمثيل النقطيّ للإلكترونات	الصيغة الكيميائية
فلوريد الليثيوم		
كلوريد المغنيسيوم		

الجدول 1-7

أسئلة المُتابَعة

1-3 a. بالاستعانة بالجدول الدوري للعناصر، حدّد أيّ من هذه المُركّبات يحتوي على رابطة أيونية؟ ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، الأمونيا (NH_3)، ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)، كبريتيد البوتاسيوم (K_2S).

.....

b. أعطِ سببًا لتفسّر إجابتك عن (a).

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تتكوّن الروابط الأيونيّة عند انتقال إلكترون واحد أو أكثر من ذرّة الفلزّ إلى ذرّة اللافلزّ.
- الشحنة الكليّة للمركّب الناتج تساوي صفرًا.

الرابطة الأيونية

تتكوَّن الروابط الأيونية بين عنصر فلزّي وعنصر لافلزّي. حيث تفقد ذرّة الفلز إلكترونًا واحدًا أو أكثر لتكوين أيون موجب. وتكتسب ذرّة اللافلزّ إلكترونًا واحدًا أو أكثر لتكوين أيون سالب. يتمّ انتقال الإلكترونات من الفلزّ إلى اللافلزّ، ليصبح لدى كلّ من العنصرَين توزيع إلكترونيّ مشابه لأقرب غاز نبيل.

الرابطة الأيونية تنشأ من التجاذُب بين الأيونات الموجبة الشحنة والأيونات السالبة الشحنة. يُعرَف هذا التجاذُب باسم **التجاذُب الكهربائي الساكن (الإلكتروستاتيكيّ)** **Electrostatic attraction**.

النشاط 2 ماذا ينشأ عن النمط المُتكرِّر في المُركّبات الأيونية؟

ستحتاج إلى:
- علبة أدوات إعداد النماذج الجُزيئيّة
- ورقة العمل 1-3-1

تتجاذب أيونات المادّة الصلبة الأيونية المُتعاكسة الشحنة، وتُشكّل نمطًا مُتكرّرًا منتظمًا على شكل تركيب ثلاثي الأبعاد. حيث يعمل التجاذُب الكهربائي الساكن للأيون في جميع الاتّجاهات.

استخدم أدوات النماذج من أجل تصميم نموذج لكلوريد الصوديوم، ورسم مُخطّط لتبيّن التركيب.

1. ناقش مع مجموعتك كيف يمكن ترتيب الأيونات في كلوريد الصوديوم. لاحظ **الشّكل 1-16** لتجد بعض الأفكار المُساعدة.
2. استخدم أدوات النماذج لبناء نموذج لكلوريد الصوديوم.
3. ارسم مُخطّطًا يوضّح ترتيب الأيونات في كلوريد الصوديوم. يمكنك الاستعانة **بورقة العمل 1-3-1** لترسم التركيب ثلاثيّ الأبعاد.

أسئلة المُتابَعة

2-3 a. ما عدد أيونات الكلوريد التي تُحيط بأيون الصوديوم في نموذجك؟

.....

b. ما عدد أيونات الصوديوم المُحيطة بأيون الكلوريد في نموذجك؟

.....

3-3 صِف شكل النموذج الذي بنيته لكلوريد الصوديوم.

.....

4-3 ما نسبة أيونات الصوديوم إلى أيونات الكلوريد في نموذجك؟

.....

5-3 النموذج وسيلة لإظهار خصائص مادّة أيونيّة ما. اذكر خاصيّتَين مختلفتَين لا يستطيع النموذج إظهارهما.

1. .....

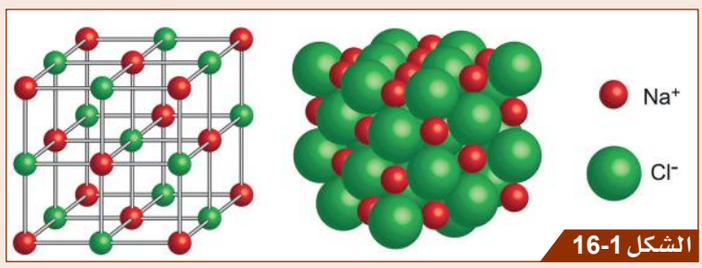
2. .....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تُشكّل أيونات الصوديوم والكلوريد في كلوريد الصوديوم الصلب تركيبًا ضخمًا.
- تُحيط بأيونات الصوديوم الموجبة الشحنة أيونات كلوريد سالبة الشحنة. وتُحيط بأيونات الكلوريد السالبة الشحنة أيونات صوديوم موجبة الشحنة.

الشبكة البلّوريّة العملاقة

يُسمّى التركيب الكبير الضخم الذي يتكوّن بين أيونات الصوديوم وأيونات الكلوريد **بالشبكة البلّوريّة العملاقة Giant crystal lattice** التي قد تحتوي على بلايين الأيونات. ينتج عن الترتيب المُنتظم للأيونات تكوين بلّورة. تكون البلّورات مُكعّبة الشكل، لأنّ الأيونات تُشكّل روابط على شكل مُكعّب (الشكلان 1-16 و 1-17). ليس في البلّورة عدد مُحدّد من الأيونات؛ وكلّما ازداد عدد الأيونات، ازداد حجم البلورة.



الشكل 1-16

طريقتان لتمثيل شبكة كلوريد الصوديوم.

الشكل 1-17

بلّورات من كلوريد الصوديوم لها الشكل المُكعّب، وهي مثال على الشبكة البلّوريّة العملاقة.

النشاط 3 ما الرابطة الكيميائية والتركيب الكيميائي لمُركّب أكسيد الكالسيوم؟

تُعدّ الخرسانة والأسمنت من المواد الضرورية لتشييد المباني والجسور والأنفاق (الشكل 1-18). يشكّل مُركّب أكسيد الكالسيوم واحدًا من مُكوّنات الأسمنت. استخدم معرفتك السابقة وأفكارك للإجابة عن الأسئلة المُتعلّقة بأكسيد الكالسيوم.

1. أكمل الجدول الآتي بالاستعانة بالجدول الدوري للعناصر:

الشكل 1-18

مبان وجسور مصنوعة من الخرسانة والأسمنت.

	أكسيد الكالسيوم
الصيغة الكيميائية	
نوع الرابطة	
تمثيل نقطيّ للإلكترونات، يُبيّن الرابطة في مركّب أكسيد الكالسيوم	
رسم تخطيطيّ لشبكة أكسيد الكالسيوم البلّوريّة	

الجدول 1-8

أسئلة المُتابَعة

6-3 فيمَ تختلف الرابطة الأيونية في أكسيد الكالسيوم عن الرابطة الأيونية في كلوريد الصوديوم؟

.....

7-3 **a.** ما شكل بلّورات أكسيد الكالسيوم؟

.....

b. أعطِ سببًا واحدًا لتُفسّر إجابتك.

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تفقد ذرّة الكالسيوم إلكترونَين ليتكوّن أيون الكالسيوم، وتكتسبهما ذرّة الأكسجين ليتكوّن أيون الأكسيد. تُشكّل هذه الرابطة الأيونية المُركّب الأيوني أكسيد الكالسيوم.
- تمتلك بلّورات أكسيد الكالسيوم الشبكية تركيبًا على شكل مُكعّب.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر رمز الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 4.

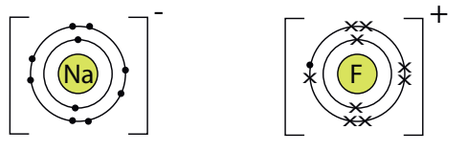
1. أيّ زوج من العناصر يُشكّل مُركّبات ذات روابط أيونية؟
   - **(A)** فلزّ وفلزّ.
   - **(B)** لافلزّ ولافلزّ.
   - **(C)** فلزّ ولافلز.
   - **(D)** غاز نبيل وفلزّ.

2. لماذا نستخدم النقاط dots (●) والتقاطُعات crosses (×) من أجل التمثيل النقطي للإلكترونات في نماذج الروابط الأيونية؟
   - **(A)** لإظهار مصدر الإلكترونات.
   - **(B)** لأنّ هناك أنواعًا مختلفة من الإلكترونات.
   - **(C)** لأنّ الفلزّات تمتلك إلكترونات مختلفة عن اللافلزات.
   - **(D)** لإظهار أنّ الإلكترونات تختلف عن البروتونات.

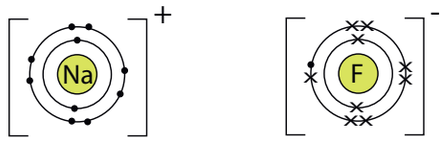
3. ما التمثيل النقطي للإلكترونات الصحيح لتمثيل مُركّب فلوريد الصوديوم ($_{11}Na$)؛ ($_{9}F$)؟

(A)

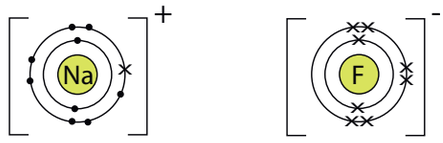
(B)



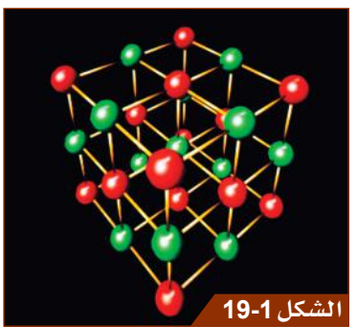
(C)



(D)



4. ماذا يُسمّى التجاذُب بين أيون الصوديوم وأيون الكلوريد في الشبكة البلّوريّة العملاقة؟
   - **(A)** التجاذُب الكهربائي الساكن.
   - **(B)** التجاذُب الكهرومغناطيسي.
   - **(C)** التجاذُب الكهربائي.
   - **(D)** التوزيع الإلكتروني.

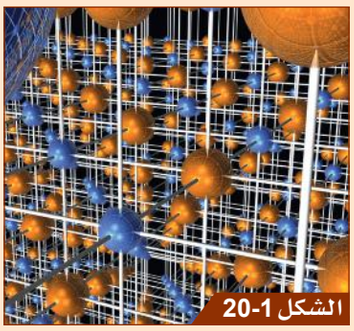

الشكل 1-19

5. يبيّن **الشكل 1-19** نموذجًا لبلّورة المُركّب الأيوني كلوريد الروبيديوم. ما صيغته الكيميائية؟

6. أكمل الجملة الآتية: تكوّن المُركّبات ذات الروابط الأيونية شبكات بلّوريّة عملاقة، لأنّ .....

نشاط منزليّ

7. تخيّل أنّك تمشي داخل الشبكة البلّوريّة العملاقة لمركّب كلوريد الصوديوم كما في **الشكل 1-20**. ماذا ترى من حولك؟ اكتب فقرة لوصف الشبكة.



الشكل 1-20

جزء من الشبكة البلّوريّة العملاقة لمركّب كلوريد الصوديوم.

الدرس 1-4 كيف تتكوّن الروابط التساهميّة؟

أشياء تعلّمتَها

1. تتكوّن الروابط الأيونية بين ذرّة فلزّ وذرّة لافلزّ.
2. تُكوّن المُركّبات الأيونية شبكات بلّوريّة عملاقة.
3. تترابط الأيونات مُكوّنة شبكة بلّوريّة عملاقة بسبب التجاذُب الكهربائي الساكن (الإلكتروستاتيكيّ).

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تصف كيفية تكوّن الروابط التساهُمية.
- تشرح الفرق بين الروابط التساهمية الأحادية والثنائية والثلاثية.
- تستنتج عدد الرّوابط التي تكوّنها بعض العناصر المختلفة.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- توضّح الروابط التساهمية باستخدام التمثيل النقطي للإلكترونات.

نشاط افتتاحيّ

- الصيغة الكيميائية لغاز الكلور هي $C\ell_2$. إذ ترتبط ذرّتان من الكلور معًا. ناقش مع أفراد مجموعتك ما إذا كانت الرابطة المتكوّنة بين ذرّتي الكلور هي رابطة أيونيّة. استخدم رسوم التوزيع الإلكتروني كي تشرح اختيارك.
- شاهد المقطع المُصوّر الذي يوضّح كيفية تكوُّن **الرابطة التساهُمية Covalent bond**.

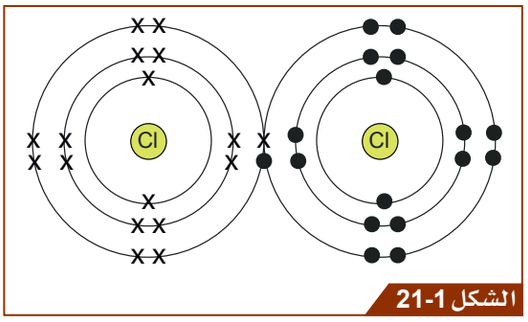
مُفردات تتعلّمها:

الرابطة التساهُميّة	Covalent bond
الرابطة التساهُميّة الأحاديّة	Single covalent bond
الرابطة التساهُميّة الثنائيّة	Double covalent bond
الرابطة التساهُميّة الثلاثيّة	Triple covalent bond

النشاط 1 كيف يتم استخدام التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الروابط التساهُمية؟

يُستخدم التمثيل النقطي للإلكترونات لإظهار الروابط التساهُمية بين اللافلزّات.

سوف ترسم التمثيل النقطي لإلكترونات مجموعة من المواد.



الشكل 1-21

1. يبيِّن **الشكل 1-21** التمثيل النقطي لإلكترونات **رابطة تساهُمية أحادية Single covalent bond** في جُزيء الكلور. حيث تتمّ مشاركة زوج من الإلكترونات بين ذرّتَين من الكلور.

تبادل أنت وزميلك طرح الأسئلة لتقرّر كيف وصلت كلّ ذرّة كلور في **الشكل 1-21** إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل.

2. اعملا معًا على رسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الروابط التساهُمية الأحاديّة في المواد الآتية (علمًا بأنّ $_{1}H$؛ $_{8}O$؛ $_{7}N$):

جُزيء الهيدروجين (H_2)	جُزيء الماء (H_2O)	جُزيء الأمونيا (NH_3)

3. تمتلك بعض المواد **رابطة تساهُمية ثنائية Double covalent bond** حيث تتشارك ذرّتان بزوجَين من الإلكترونات. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الروابط التساهُمية الثنائية في الجُزيئات الآتية (علمًا بأنّ $_{8}O$؛ $_{6}C$):

جُزيء الأكسجين (O_2)	جُزيء ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

4. تمتلك جُزيئات النيتروجين (N_2) **رابطة تساهُمية ثلاثية Triple covalent bond** حيث تتشارك ذرّتان بثلاثة أزواج من الإلكترونات. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الرابطة التساهمية الثلاثية في جُزيء النيتروجين.

أسئلة المُتابَعة

1-4 كيف تصل ذرّات الكلور إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل عند تكوين جُزيء الكلور؟

.....

2-4 ما عدد أزواج الإلكترونات المشتركة بين ذرّتَين في:

a. رابطة تساهُمية أحاديّة؟ .....

b. رابطة تساهُمية ثنائية؟ .....

c. رابطة تساهُمية ثلاثية؟ .....

3-4 كيف تحصل ذرّات النيتروجين على توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل في:

a. جُزيء الأمونيا NH_3 .....

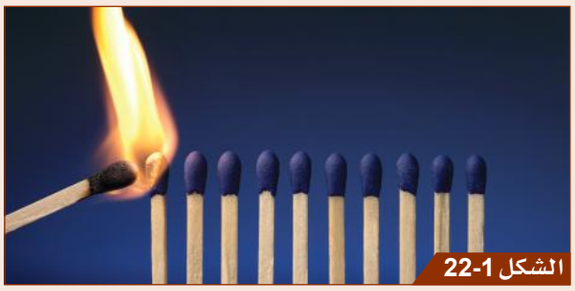
b. جُزيء النيتروجين N_2 .....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تتكوّن الرابطة التساهمُية الأحاديّة بين ذرّات العناصر اللافلزّية عندما تتشارك الذرّتان بزوج واحد من الإلكترونات (إلكترون من كلّ ذرّة).
- تُساهم الإلكترونات المُشتركة في الرابطة التساهُمية بين ذرّتَين في توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل لكلتا الذرّتَين.
- يوجد زوج واحد من الإلكترونات مُشتركٌ بين الذرّتَين في الرابطة التساهُميّة الأحاديّة، وزوجان من الإلكترونات مشتركان في الرابطة التساهُميّة الثنائيّة، وثلاثة أزواج من الإلكترونات مُشتركة في الرابطة التساهُميّة الثلاثيّة.

الرابطة التساهُميّة

عندما يترابط عنصران من اللافلزّات لتكوين رابطة تساهُمية، تتمّ مشاركة الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي للوصول إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل. يتمّ تحديد عدد الإلكترونات المُشتركة بين ذرّتَين من خلال التوزيع الإلكتروني لكلّ ذرّة.



الشكل 1-22

المادّة اللافلزّيّة: الكبريت، هو إحدى المواد الكيميائيّة الموجودة في رأس عود الثقاب. عندما نقوم بإشعال عود الثقاب، تتشكّل الروابط التساهُميّة بين ذرّات الكبريت وذرّات مادّة الأكسجين اللافلزّيّة الموجودة في الهواء.

النشاط 2 ما تركيب المُركّبات التساهُمية؟

ستحتاج إلى:
- **علبة أدوات إعداد النماذج الجُزيئية**

رسمت في النشاط 1، التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الروابط التساهُمية في عدّة جُزيئات.

وأنت الآن بصدد استخدام أدوات النماذج الجُزيئيّة لبناء نماذج للجُزيئات.

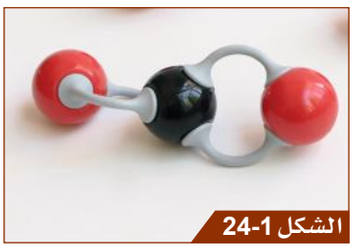
1. استخدم أدوات النماذج الجُزيئيّة لبناء نماذج لكلٍّ من:
   - الهيدروجين H_2
   - الأكسجين O_2
   - الماء H_2O
   - ثاني أكسيد الكربون CO_2
   - الأمونيا NH_3
   - النيتروجين N_2

استخدم **الأشكال 1-23** و**1-24** و**1-25** لتعرف كيف تُستخدم مجموعات النماذج لتكوين روابط تساهُمية أحاديّة وثنائية وثلاثية.

2. ارسم لكلّ نموذج رسمًا من أجل إظهار شكله.

الشكل 1-23

عصا توصيل واحدة تُمثّل رابطة تساهُمية أحادية.



الشكل 1-24

اثنتان من عصيّ التوصيل المرنة تمثّلان رابطة تساهُمية ثنائية.

الشكل 1-25

ثلاث من عصيّ التمثيل المرنة تُمثّل رابطة تساهُمية ثلاثية.

أسئلة المُتابَعة

4-4 أيّ الجُزيئات تُشكّل ذرّاتها خطًّا مستقيمًا؟

5-4 صِفْ شكل جُزيء الأمونيا الذي تمّ تكوينه باستخدام النماذج الجُزيئية.

هذا ما تعلَّمتَه:

- يمكن تحديد شكل الجُزيء من نموذجه. فمثلًا، يوضح نموذج جُزَيء الهيدروجين أنّ شكله خطّيّ.

النشاط 3 ما عدد الروابط التي تكوّنها بعض العناصر؟

استخدم التمثيل النقطي للإلكترونات لاستنتاج عدد الروابط التي يمكن أن يكوّنها العنصر.

1. اعتمد على التمثيلات النقطية للإلكترونات، كي تُحدِّد عدد الروابط التساهُمية التي تكوّنها هذه العناصر:
   a. الهيدروجين
   b. الأكسجين
   c. النيتروجين
   d. الكربون
2. أكمل الجدول الآتي لإظهار نتائجك.

العنصر	التوزيع الإلكترونيّ	التمثيل النقطيّ للإلكترونات	التكافؤ	عدد الروابط التي يكوّنها العنصر
$^{1}_{1}H$				
$^{16}_{8}O$				
$^{14}_{7}N$				
$^{12}_{6}C$				

الجدول 1-9

أسئلة المُتابَعة

4-6 ما العلاقة بين عدد الروابط التساهُمية التي يكوّنها العنصر وتكافؤه؟

.....

4-7 توقّع عدد الروابط التساهُمية التي تكوّنها العناصر الآتية:

a. الفلور F_9 .....

b. الكبريت S_{16} .....

c. الفوسفور P_{15} .....

هذا ما تعلَّمتَه:

- يكوّن الهيدروجين رابطة تساهُمية أحاديّة، ويكوّن الأكسجين رابطتَين تساهميّتَين (مثلًا يمكن أن يكوّن الأكسجين رابطة تساهمية ثنائية كما في جُزيء غاز الأكسجين O_2 أو رابطتَين تساهميّتَين أحاديّتَين كما في جُزيء الماء H_2O)، ويكوّن النيتروجين ثلاث روابط تساهمية (مثلًا يمكن أن يكوّن النيتروجين رابطة تساهمية ثلاثية كما في جُزيء غاز النيتروجين N_2، أو ثلاث روابط تساهمية أحادية كما في جُزيء الأمونيا NH_3)، ويكوّن الكربون أربع روابط تساهُمية أحادية.

النشاط 4 ما نوع الروابط في جُزيء الميثان؟

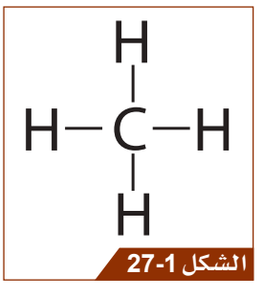
ستحتاج إلى:

- علبة أدوات إعداد النماذج الجُزيئية

تُعدّ احتياطات الغاز الطبيعي في دولة قطر واحدة من أكبر احتياطات الغاز في العالم (الشكل 1-26). والغاز الطبيعي مخلوط من عدّة غازات، بما فيها الميثان. سوف تستخدم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل وصف الروابط في الميثان، وإعداد نموذج للجُزيء ورسم الشكل.

الشكل 1-26

حفّارة الغاز القطري في الخليج العربي تحفر في قاع البحر للوصول إلى احتياطات الغاز.



الشكل 1-27

ترتيب الذرّات في جُزيء الميثان.

1. الصيغة الكيميائية لمُركّب الميثان CH_4. يتمّ ترتيب الذرّات كما في **الشكل 1-27**.

ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الروابط التساهُمية في الميثان.

2. استخدم أدوات النماذج الجُزيئية من أجل بناء نموذج لجُزيء الميثان. ارسم مخطّطًا لإظهار شكل الجُزيء الخاصّ بك.

أسئلة المُتابَعة

8-4 حدِّد نوع وعدد الروابط في جُزيء الميثان.

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- يمتلك الميثان أربع روابط تساهُمية أحاديّة.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر رمز الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 4.

1. ما الرابطة التساهُمية؟

(A) رابطة كيميائية تنتقل فيها الإلكترونات من ذرّة إلى أخرى.

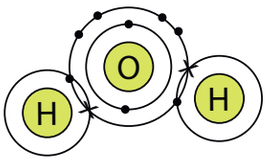
(B) رابطة كيميائية تتشكّل فيها الأيونات.

(C) رابطة كيميائية تتمّ فيها مشاركة الإلكترونات بين ذرّتَين.

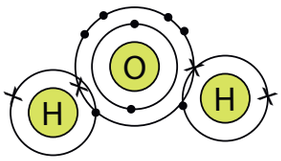
(D) رابطة كيميائية تتمّ فيها مشاركة البروتونات بين ذرّتَين.

2. ما التمثيل النقطي الصحيح لإلكترونات جُزيء الماء؟

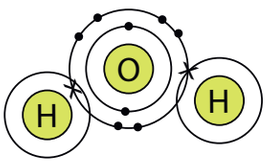
(A)



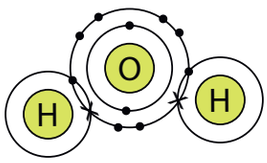
(C)



(B)



(D)



3. ما عدد أزواج الإلكترونات المُشتركة في رابطة تساهُمية ثنائية؟

(A) 1 **(C)** 3

(B) 2 **(D)** 4

4. ما عدد الروابط التساهمية التي تكوّنها ذرّة كربون عند ارتباطها مع ذرّات الهيدروجين؟

(A) 1 **(C)** 3

(B) 2 **(D)** 4

5. تحتوي ذرّة الفلور على تسعة إلكترونات: اثنان في مستوى الطاقة الأول، وسبعة في مستوى الطاقة الثاني. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الرابطة التساهُمية في جُزيء الفلور F_2.

6. يبيّن **الشكل 1-28** نموذجًا لجُزيء الأمونيا NH_3. ما عدد إلكترونات ذرّة النيتروجين التي شاركت بها في الرابطة التساهميّة؟

الشكل 1-28

نموذج لجُزَيء الأمونيا.

7. يتفاعل عُنصرا الفوسفور ($_{15}P$) والكلور ($_{17}C\ell$) معًا لتكوين مُركّب ثلاثيّ كلوريد الفوسفور $PC\ell_3$. ارسم التمثيل النقطيّ للإلكترونات لتُبيّن الرابطة في مركّب ثلاثيّ كلوريد الفوسفور.

نشاط منزليّ

8. صيغة الإيثين هي C_2H_4. يحتوي الإيثين على رابطة تساهُمية ثنائية بين ذرّتَين من الكربون.

a. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الروابط في الإيثين.

b. تخيّل أنّ لديك مجموعة نماذج جُزيئية في المنزل. ارسم النموذج الذي أعددته.

C0902.7

الدرس 1-5

لماذا تُعدّ الفلزّات موصّلات جيّدة للحرارة والتيّار الكهربائيّ؟

أشياء تعلّمتَها

1. تتكوّن الروابط الأيونية بين ذرّات الفلزّات وذرّات اللافلزّات.
2. تتكوّن الروابط التساهُمية بين ذرّات اللافلزّات.
3. تكوّن المُركّبات الأيونية تركيبات شبكية بلّوريّة عملاقة. وتُكوّن معظم المُركّبات التساهُمية جُزيئات.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تصف الرابطة الفلزية.
- تشرح سبب كون الفلزّات موصّلات جيّدة للحرارة والتيار الكهربائي.

نشاط افتتاحيّ

- انظر إلى الشكل 1-29 الذي يبيّن الجزء السفليّ من طائرة. يُشكّل الألومنيوم إحدى الموادّ العديدة المُستخدمة في تصنيع الطائرة. شاهد المقطع المصوّر لكي تكتشف خصائص الفلزّات واستخدامًا آخر لعنصر الألومنيوم. للفلزّات خصائص كثيرة تجعل منها موادَّ مُفيدة للغاية، وهذه الخصائص سببها الروابط الكيميائيّة في الفلزّات.
- ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل معرفة بعض الاحتمالات للروابط الكيميائية في الألومنيوم.

الشكل 1-29

الطائرة النفاثة الظاهرة تحتوي على أجزاء مصنوعة من الألومنيوم. والألومنيوم مادّة قويّة وقابلة للسحب، ومع ذلك تتميّز بكثافة منخفضة نسبيًا.

مُفردات تتعلّمها:

الرابطة الفلزّية	Metallic bond
بحر الإلكترونات	Sea of electrons
الإلكترونات حرّة الحركة	Free electrons

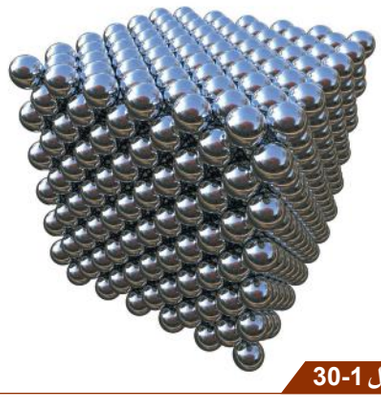
النشاط 1 ما الرابطة الفلزّية؟

ستحتاج إلى:

- ورقة العمل 1-5-1

اكتشف كيف تترابط الجُسيمات الفلزّية معًا، واستخدم نموذجًا لتوضيح الروابط.

1. ضمن مجموعتك، اختر فردًا ليجلس في الكرسيّ الساخن.
2. يقرأ الطالب الذي يجلس في الكرسيّ الساخن معلومات عن **الروابط الفلزيّة Metallic bonds** من **ورقة العمل 1-5-1**. أمّا بقيّة أفراد المجموعة فيقومون بتحضير أسئلة عن الروابط الفلزّية، وطرحها.
3. استخدم النموذج المُبيّن **بالشكل 30-1** لشرح الرابطة الفلزية لزميلك.



الشكل 30-1

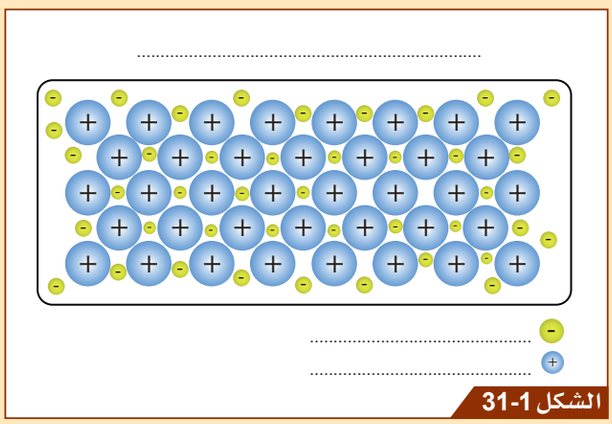
الجُسيمات الفلزّية في هذا النموذج مُثبّتة في مكانها بواسطة روابط فلزّية قوية.

أسئلة المُتابَعة

1-5 ما نوع الجُسيمات المُمثّلة بالدوائر رماديّة اللون والتي تظهر في الشكل 30-1؟

.....

2-5 سمِّ الرسم التخطيطي المُبيّن بالشكل 1-31. وعَنْوِن الجُسيمات.



الشكل 31-1

3-5 ما الذي يربط بين أيونات الفلزّات في قطعة فلزّية؟

.....

4-5 أيّ الخصائص الآتية للرّابطة الفلزّيّة تمّ تمثيلها بوضوح في النموذجَين الموضحَين في الشّكلَين 30-1 و 31-1؟

a. أيونات فلزيّة.
b. إلكترونات حرّة.
c. شبكة بلوريّة فلزيّة ثلاثيّة الأبعاد.
d. التجاذُبات الكهربائيّة الساكنة بين أيونات الفلز والإلكترونات الحرّة.

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تتكوّن الفلزات من شبكة من أيونات فلزّية موجبة الشحنة محاطة بـ «بحر من **الإلكترونات حرّة الحركة Free electrons**».
- يُطلق على التجاذُب الكهربائي الساكن (الإلكتروستاتيكيّ) القويّ بين أيونات الفلزّات المُوجبة الشحنة والإلكترونات السالبة الشّحنة، حرّة الحركة، اسم الروابط الفلزّية.

الروابط الفلزّية

تُغادر الإلكترونات الخارجية ذرّات الفلزّ التي تشكّل قطعة فلزّية، وتتحرّك بحرّية عبر الشبكة البلّورية الفلزّية، مُكوّنة «**بحر الإلكترونات Sea of electrons**». لا ترتبط هذه الإلكترونات بذرّات الفلزّ، لذلك تسمى إلكترونات حرّة الحركة.

النشاط 2 هل تُفسّر الرابطة الفلزّية خصائص الفلزّ؟

اعمل في مجموعة ثنائية، تذكّر خصائص الفلزّات، واستخدم الأفكار المتعلّقة بالروابط الفلزّية لشرحها.

1. أعدّ في مجموعتك الثنائية قائمة بخصائص الفلزّات، تشمل:
   - الصّلَابة.
   - التوصيل الكهربائي.
   - درجة الانصهار.
   - قابلية الطرْق.
   - التوصيل الحراري.
   - قابلية السحب.
2. اطرح أسئلة على زميلك لتقرّر كيف تفسّر الرابطة الفلزّية خصائص الفلزّ.
3. أكمل الجدول الآتي:

الخصائص	خاصّية الفلزّ	التفسير
الصّلابة		
درجة الانصهار		
التوصيل الحراري		
التوصيل الكهربائي		
قابلية الطرْق		
قابلية السحب		

الجدول 1-10

أسئلة المُتابَعة

5-5 حدّد بعض استخدامات الفلزّات حيث تكون كلّ خاصيّة من خصائص الفلزّات الآتية مهمّة:

a. التوصيل الحراري: .....

b. التوصيل الكهربائي: .....

6-5 اشرح لماذا يستغرق طهي الطعام وقتًا أطول إذا لم تكن الإلكترونات حُرّة الحركة في شبكة فلزّية.

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تُعدّ الفلزّات مواد صلبة ومُتماسكة لأنّ الروابط الفلزية المُكوّنة للشبكة الفلزّية هي روابط قوية.
- تمتلك الفلزّات درجات انصهار مُرتفعة بسبب الحاجة إلى الكثير من الطاقة لكسر الروابط الفلزّية القوية.
- تُعدّ الفلزّات موصّلات جيدة للحرارة، لأنّ الإلكترونات تظلّ في حركة مستمرة، فتنقل الحرارة.
- تُعدّ الفلزّات موصّلات جيدة للكهرباء، لأنّ الإلكترونات تتحرّك في كلّ الشبكة الفلزّية فتسمح بمرور التيار الكهربائي.
- تُعدّ الفلزّات قابلة للطرق والسحب، إذ يمكن تحويلها إلى صفائح عند طرقها أو أسلاك عند سحبها، بسبب سهولة انزلاق الأيونات الموجبة في الفلزّ بعضها فوق بعض، عند التأثير عليها بقوّة خارجية، دون كسر الروابط الفلزّية.

النشاط 3 لماذا يُستخدم النحاس في التمديدات الكهربائية؟

يحتوي المنزل المُتوسّط على 200 Kg من النحاس. حيث يُستخدم الكثير منه في الأسلاك الكهربائية (الشكل 1-32). استخدم معرفتك بالروابط الفلزّية التي يحتوي عليها فلزّ النحاس، لتشرح سبب ذلك.

الشكل 1-32

تُصنع الأسلاك الكهربائية من النحاس، لأنّه موصِّل جيّد للتيار الكهربائي.

1. أيونات النحاس هي Cu^{2+}. ارسم مخطّطًا لإظهار الروابط في الأسلاك النحاسية وقُم بعنونته وتسمية أجزائه. تأكّد من إظهار النسبة الصحيحة للأيونات موجبة الشحنة وللإلكترونات.
2. استخدم المُخطّط الذي رسمته والذي تظهر فيه الروابط في النحاس، لتشرح سبب توصيل النحاس للتيار الكهربائي.

أسئلة المُتابَعة

7-5 إذا كانت قطعة من فلزّ النحاس تحتوي على 100 أيون نحاس موجب الشحنة، فما عدد الإلكترونات حرّة الحركة الموجودة في «بحر الإلكترونات»؟

.....

8-5 يُعدّ الألومنيوم موصِّلًا جيّدًا للكهرباء. ويكوّن أيونات رمزها Al^{3+}، فإذا كانت قطعة من الفلزّ تحتوي على 100 أيون من أيونات الألومنيوم الموجبة الشحنة، فما عدد الإلكترونات حُرّة الحركة الموجودة في «بحر الإلكترونات»؟

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- الفلزات موصّلة جيدة للكهرباء، لأنّ الإلكترونات حُرّة الحركة في كلّ الشبكة الفلزّية، وتسمح بمرور التيار الكهربائي مثل فلزّ النحاس.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر رمز الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 3.

1. ماذا تُسمّى جُسيمات الفلزّ في قطعة فلزّية؟
   - **(A)** بروتونات فلزّية.
   - **(B)** جُزيئات الفلزّات.
   - **(C)** أيونات الفلزّات الموجبة الشحنة.
   - **(D)** أيونات الفلزّات السالبة الشحنة.

2. ما هو «بحر الإلكترونات»؟
   - **(A)** الإلكترونات في ذرّة فلزّ.
   - **(B)** الإلكترونات التي تتحرّك في الشبكة الفلزّية.
   - **(C)** التجاذُب الكهربائي الساكن.
   - **(D)** أيونات الفلزّات.

3. لماذا تمتلك الفلزّات درجات انصهار مُرتفعة؟
   - **(A)** بسبب الحاجة إلى كمّيات كبيرة من الطاقة لكسر الروابط الفلزّية القوية.
   - **(B)** لأنّ الروابط الفلزّية روابط ضعيفة.
   - **(C)** لأنّ الفلزّات موصّلات جيّدة للحرارة.
   - **(D)** لأنّ الفلزّات موصّلات رديئة للحرارة.

4. اشرح سبب توصيل الفلزّات للتيّار الكهربائي.

5. أكمل العبارة الآتية:
   تُعرف الروابط الفلزّية بأنّها تجاذُب كهربائي ساكن بين ..... و .....

6. يحتوي الصوديوم على إلكترون واحد في مستوى الطاقة الخارجي له، بينما يحتوي المغنيسيوم على إلكترونَين.
   - **a.** أي فلزّ يمتلك روابط فلزّية أقوى؟
   - **b.** أعطِ تفسيرًا لإجابتك.

نشاط منزليّ

7. اختر موادَّ تحتوي على واحد أو أكثر من العناصر الأربعة الآتية: الأكسجين، الليثيوم، الفلور، والمغنيسيوم، وتُكوِّن:
   - **a.** رابطة أيونية
   - **b.** رابطة تساهُمية
   - **c.** رابطة فلزّية

   ارسم المُخطّطات المُناسبة لإظهار الروابط في كلّ منها.

الدرس 1-6

كيف تشرح الفرق بين خصائص المُركّبات الأيونيّة والموادّ التساهُميّة والفلزّات؟

أشياء تعلّمتَها

1. تمتلك المُركّبات الأيونية تركيبات شبكية بلّوريّة عملاقة.
2. تمتلك الجُزيئات روابط تساهُمية.
3. تتكوّن الفلزّات من شبكة من الأيونات موجبة الشحنة في «بحر الإلكترونات».

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تشرح لماذا تمتلك المُركّبات الأيونية خصائص فيزيائية مُشترَكة.
- تشرح سبب اختلاف خصائص المُركّبات التساهُمية عن المُركّبات الأيونية.
- تشرح كيف تؤثّر الروابط الفلزّية على خصائص الفلزّات.

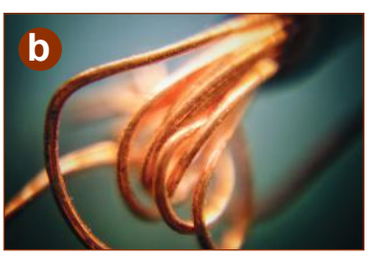
مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- تستقصي الخصائص الفيزيائية للمواد الأيونية والتساهمية والفلزية.

نشاط افتتاحيّ

- شاهد المقطع المصوّر الذي يُبيّن ثلاث موادّ مختلفة.
- اعمل مع زميلك لتتوقّع:
  - أسباب اختلاف التوصيل الكهربائيّ بين الموادّ.
  - نوع الروابط في كلّ مادّة.

ماء



نحاس

كلوريد الصوديوم

الشكل 1-33

مُفردات تتعلّمها:

القوى الجُزيئية البينيَّة	Intermolecular forces

النشاط 1 ما الخصائص الفيزيائية للمواد الأيونية والتساهُمية والفلزّية؟

عاين ثلاث خصائص للمُركّبات الأيونية والمواد التساهُمية والفلزّية.

- لا تلمس كلوريد الكالسيوم.
- لا تلمس الجهاز الكهربائي ويداك مُبتلّتان.
- يجب أن يتمّ العمل في خزانة الأبخرة.
- أغلق مصدر الغاز عندما لا تستخدم موقد بنزن.
- انتظر إلى أن يبرد الموقد قبل لمسه.

ستحتاج إلى:

- **عيّنات من مُركّبات كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم، والماء والشمع والألومنيوم والنحاس**
- **دائرة كهربائية لاختبار التوصيل الكهربائي (لكلّ مجموعة)**
- **(عرض توضيحي) بوتقة واحدة، مثلّث خزفيّ، أقطاب كربون، دائرة كهربائية مع مقياس للتيار الكهربائي، خزانة أبخرة، علبة معدنيّة، كلوريد الخارصين**

1. عاين المواد الآتية:

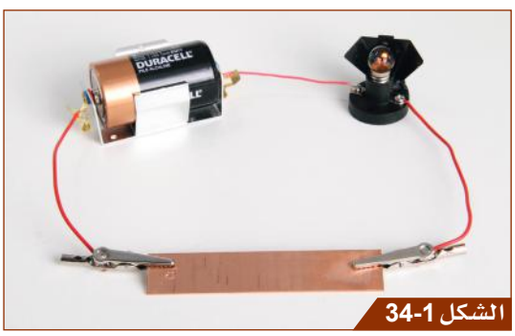
مُركّبات أيونية	مواد تساهُمية	فلزّات
كلوريد الصوديوم	ماء	الألومنيوم
كلوريد الكالسيوم	شمعة	النحاس

الجدول 1-11

لاختبار درجة انصهار المواد، ضع عيّنات من كلّ مادّة، إلّا الماء، في علبة معدنيّة على حامل ثلاثيّ وضعها على موقد بنزن.

قُم بتسخين الموادّ لمدّة دقيقتَين بواسطة شعلة زرقاء من موقد بنزن.

سجّل الموادّ التي تنصهر. ثمّ قرّر أيّ المواد لها درجة انصهار مرتفعة نسبيًا، وأيّها يتميّز بدرجة انصهار منخفضة نسبيًا. سجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.



الشكل 1-34

استخدم هذه الدائرة الكهربائية لاختبار التوصيل الكهربائي.

2. استخدم الدائرة الكهربائية الموضّحة في **الشكل 1-34** لاختبار كلّ مادة على حدة من أجل معرفة ما إذا كانت موصّلة للكهرباء. استخدم بلّورات كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم التي يزيد قُطرها عن 5 mm. اغمس قطبَي الدائرة (أطراف التمساح) في المواد السائلة.
3. إذا كانت المادة قابلة للذوبان في الماء، فعليك تحضير محاليل من المواد باستخدام الماء المقطّر. استخدم الدائرة في **الشكل 1-34** لاختبار التوصيل الكهربائي لهذه المحاليل. سجّل نتائجك في جدول البيانات أدناه.
4. يقوم المعلّم بصهر مُركّب أيوني، ومعرفة ما إذا كان موصِّلًا جيّدًا للتيار الكهربائي. راقب العرض العملي، سجِّل النتيجة في جدول البيانات أدناه.

جدول البيانات			
الخاصّية	المُركّبات الأيونية	المواد التساهُمية	الفلزّات
درجات الانصهار والغليان			
الحالة عند درجة حرارة الغرفة			
التوصيل الكهربائي للمادة			
ذوبان المادة في الماء			

الجدول 1-12

أسئلة المُتابَعة

1-6 في أيّ حالات تكون المواد الأيونية قادرة على توصيل الكهرباء؟

2-6 تمتلك المُركّبات الأيونية والفلزّات درجات انصهار مُرتفعة نسبيًّا. ما أوجُه التشابُه في تركيبهما؟

3-6 أكمل هذه العبارات للتوصُّل إلى استنتاجات عامّة حول الخصائص الفيزيائية للمواد:

تمتلك المُركّبات الأيونية .....

تمتلك المواد التساهُمية .....

تمتلك الفلزّات .....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تمتلك المُركّبات الأيونية والفلزّات درجات انصهار وغليان مُرتفعة نسبيًّا. وتمتلك المواد التساهُمية درجات انصهار وغليان أدنى.
- تكون المُركّبات الأيونية ومعظم الفلزّات صلبة عند درجة حرارة الغرفة.
- توصِّل المُركّبات الأيونية الكهرباء عند صهرها أو عند تكوينها محاليل مائية، في حين أنّ معظم المواد التساهُمية غير موصِّلة للكهرباء. وفي المقابل، توصِّل الفلزّات الكهرباء في الحالة الصلبة أو عند صهرها.

الروابط الكيميائية وخصائص المواد

يُحدّد نوع الروابط العديد من الخصائص الفيزيائية للمادة. وتكون مواد تساهُمية عديدة، مثل الأكسجين (الشكل 1-35)، غازات عند درجة حرارة الغرفة، وتمتلك درجات انصهار وغليان منخفضة جدًا.

يتكوّن الهواء غالبًا من جُزيئات غازيّة ترتبط تساهُميًّا وتمتلك درجات انصهار وغليان منخفضة جدًا.

تحتوي صخور عديدة في الأرض على مُركّبات أيونية. وتكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة، وتمتلك درجات انصهار وغليان مُرتفعة جدًا.

معظم الفلزات لديها درجات انصهار وغليان عالية نسبيًا.

الشكل 1-35

السائل الأزرق داخل الوعاء عبارة عن أكسجين سائل (تبلغ درجة انصهار الأكسجين 219°C-، وتبلغ درجة غليانه 183°C-). تغيّرت درجة حرارة الأكسجين من ما دون 183°C- إلى درجة حرارة الغرفة، ولذا فإنّ الأكسجين يظهر في الصورة وهو يغلي.

النشاط 2 ما العلاقة بين نوع الروابط في المادة وخصائصها وتركيبها؟

ستحتاج إلى:
- ورقة العمل 1-6-1
- ورقة العمل 1-6-2

ستقوم بمطابقة ستّ مواد مع نوع الروابط بين جُسيماتها وخصائصها وتركيبها.

1. قُصّ ورقة العمل 1-6-1 إلى 24 مستطيلاً.
2. طابق كلّ مادة بنوعها الصحيح من الروابط والتركيب والخاصّية. يجب أن يكون لديك 6 مجموعات. ألصقها على ورقة العمل 1-6-2.

أسئلة المُتابَعة

4-6 سمِّ خاصّية أخرى يمكن تضمينها في مجموعات البطاقات.

.....

5-6 يمثّل الجرافيت أحد أشكال الكربون الموجودة في الطبيعة، تربط بين ذرّاته روابط تساهمية، وهو موصِّل جيّد للتيار الكهربائي. لماذا يُعدّ الجرافيت استثناء؟

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تعتمد خصائص المادة وتركيبها على نوع الروابط بين جُسيماتها.

النشاط 3 كيف يُفسّر نوع الرابطة وتركيب المادة خصائصها؟

ستحتاج إلى:

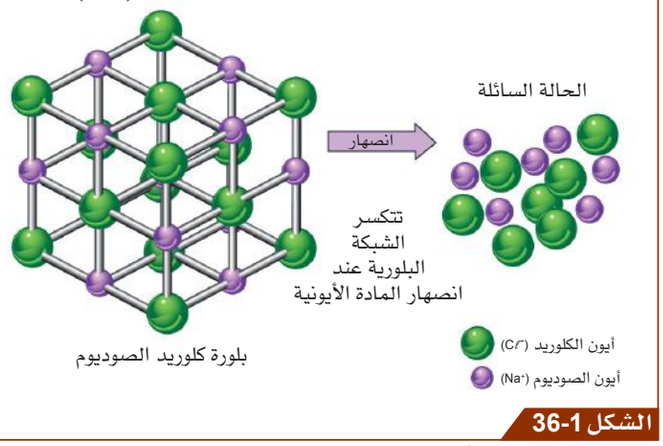
- **ورقة العمل 1-6-3**
- **علبة أدوات لإعداد نماذج جُزيئية**

سوف تكتشف الروابط الكيميائية والتراكيب والخصائص، وتقدِّم عرضًا تقديميًّا قصيرًا.

1. استخدم **ورقة العمل 1-6-3** لتكتشف الآتي:

- لماذا تمتلك المُركّبات الأيونية درجات انصهار وغليان مرتفعة نسبيًّا، ولماذا يمكنها توصيل الكهرباء عند انصهارها أو إذابتها في الماء لتكوّن المحلول، ولا تستطيع ذلك عندما تكون في الحالة الصلبة.
- لماذا تمتلك المواد التساهُمية درجات انصهار وغليان منخفضة نسبيًّا ولا توصّل الكهرباء.
- بناء على ما تعلّمته في الدرس السابق عن الرابطة الفلزّية، لماذا تتمتّع الفلزّات بدرجات انصهار وغليان مرتفعة وموصلية جيّدة للكهرباء.

استند إلى نوع الرابطة في المادة وتركيبها في جميع تفسيراتك.



الشكل 1-36

عندما ينصهر مُركَّب كلوريد الصوديوم، تتحرّك الأيونات بعيدًا عن التركيب الشبكي البلوريّ العملاق.

2. شاهد المقطع المُصوّر لترى ما يحدث عندما تنصهر مادة تساهُمية (الثلج) وتغلي.

3. قُمْ بإعداد وتقديم عرض تقديمي قصير لنتائجك. يمكنك استخدام أدوات النماذج الجُزيئية الخاصّة بك لتُساعدك في تفسيراتك. يوضّح **الشكل 1-36** نموذجًا لانصهار مُركّب كلوريد الصوديوم.

أسئلة المُتابَعة

6-6 **لماذا تمتلك المواد الأيونية درجات انصهار وغليان أعلى من المواد التساهُمية؟**

7-6 **عندما تنصهر المُركّبات الأيونية، تتكسّر الروابط الأيونية. ماذا يحدث عندما تنصهر المواد التساهُمية؟**

8-6 **لماذا تستطيع الفلزّات توصيل الكهرباء بينما لا تستطيع المواد التساهُمية ذلك؟**

هذا ما تعلَّمتَه:

- تمتلك المُركّبات الأيونية درجات انصهار وغليان مُرتفعة، لأنّ التجاذُب الكهربائي الساكن (الإلكتروستاتيكيّ) قويّ جدًّا بين الأيونات، لذلك تحتاج إلى الكثير من الطاقة لتنكسر.
- تمتلك المواد التساهُمية درجات انصهار وغليان منخفضة، لأنّ **القوى الجُزيئية البينيّة Intermolecular forces** الضعيفة تنكسر بسهولة.
- تمتلك الفلزّات درجات انصهار وغليان مُرتفعة، لأنّ الروابط الفلزّية القوية تحتاج إلى الكثير من الطاقة لتنكسر.
- لا تستطيع المُركّبات الأيونية الصلبة توصيل الكهرباء، لأنّ الأيونات ليست حُرّة الحركة.
- تستطيع المُركّبات الأيونية المُنصهرة ، أو المذابة في الماء (أي في حالة المحلول)، توصيل الكهرباء، لأنّ الأيونات حُرّة الحركة.
- لا تحتوي المواد التساهُمية على أيونات أو إلكترونات حُرّة لتحمل شحنة كهربائيّة، ولذلك لا توصّل الكهرباء.

ماذا يحدث عندما تنصهر المواد؟

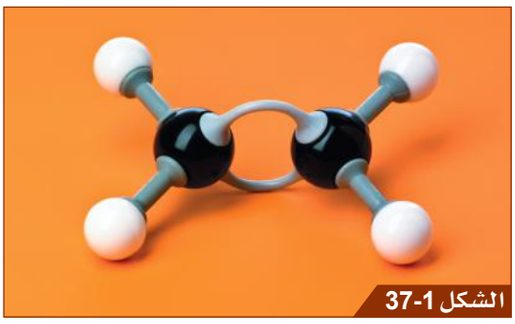
تحتوي كلّ من المُركّبات الأيونية والفلزّات على روابط نشأت بسبب التجاذُب الكهربائي الساكن بين الجُسيمات المشحونة بشحنتين مُتعاكستَين. يُنتج التجاذُب الكهربائي الساكن روابط قوية، تحتاج إلى الكثير من الطاقة لكسرها.

عندما تنصهر مادة تساهُمية جُزيئية، لا تنكسر روابطها التساهُمية. وهي تحتاج إلى طاقة كافية لكسر قوى الجذب الضعيفة بين جُزيئاتها. تُسمّى قوى الجذب هذه بالقوى الجُزيئية البينيّة. وهي تتراوح ما بين 1/10 و 1/100 من قوة الرابطة التساهُمية أو الأيونيَّة. تحتاج هذه القوى إلى القليل من الطاقة لكسرها ولذلك، تمتلك المواد التساهُمية الجُزيئية درجات انصهار وغليان متدنّية نسبيًّا.

النشاط 4 هل يمكنك توقُّع خصائص مُركّب الإيثين؟

سوف تستخدم معرفتك عن الروابط والتركيبات لتتوقّع خصائص مُركّب الإيثين.

1. يمثّل الشكل 1-37 نموذجًا لجُزيء الإيثين (C_2H_4). اعمل في مجموعة ثنائية لمناقشة:
   - نوع الروابط بين ذرّات العناصر المُكوّنة لمُركّب الإيثين.
   - تركيبه.
   - خصائصه الفيزيائية (مثلًا درجة الغليان ودرجة الانصهار والتوصيل الحراري والتوصيل الكهربائي).



الشكل 1-37

نموذج جُزيء الإيثين.

أسئلة المُتابَعة

9-6 ما نوع الروابط في جُزيء الإيثين؟

.....

10-6 توقَّع درجات الانصهار والغليان النسبية للإيثين، وحالة المُركّب الفيزيائية عند درجة حرارة الغرفة.

.....

11-6 هل يوصّل الإيثين الكهرباء؟ فسّر إجابتك.

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- يحتوي جُزيء الإيثين على ذرّات ترتبط بروابط تساهُمية، لذلك يُعدّ مُركّبًا تساهُميًّا.
- يمتلك الإيثين درجات انصهار وغليان منخفضة نسبيًّا، وهو غاز عند درجة حرارة الغرفة.
- لا يمكن للإيثين توصيل الكهرباء، لأنّه لا يحتوي على أيونات أو إلكترونات حُرّة الحركة.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر رمز الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 5.

1. ما تركيب المُركّبات الأيونية؟
   - (A) جُزيئات تتشارك ذرّاتها بالإلكترونات.
   - (B) شبكة من الأيونات موجبة الشحنة مع «بحر الإلكترونات».
   - (C) شبكة ضخمة من الأيونات السالبة الشحنة.
   - (D) شبكة بلّوريّة ضخمة من الأيونات الموجبة الشحنة والأيونات السالبة الشحنة.
2. ما الخاصّية المميّزة للمُركّب الأيوني؟
   - (A) يمتلك درجة انصهار مُرتفعة نسبيًّا.
   - (B) يمتلك درجة انصهار منخفضة نسبيًّا.
   - (C) يكون في العادة سائلًا أو غازيًّا عند درجة حرارة الغرفة.
   - (D) يوصّل الكهرباء فقط عندما يكون صلبًا.
3. أيٌّ من المُركّبات الآتية موصّل جيّد للكهرباء؟
   - (A) كلوريد الصوديوم الصلب.
   - (B) كلوريد الصوديوم المُنصهر.
   - (C) الشمع.
   - (D) الماء المُقطَّر.
4. أيٌّ من المواد الآتية تمتلك أدنى درجة انصهار؟
   - (A) كلوريد الصوديوم.
   - (B) أكسيد المغنيسيوم.
   - (C) الحديد.
   - (D) الشمع.

5. أيٌّ من المواد الآتية يُحتمل أن تكون غازًا عند درجة حرارة الغرفة؟
(A) مُركّب أيوني.
(B) مادة ذات جُزيئات مُرتبطة تساهُميًّا.
(C) عنصر فلزيّ.
(D) عنصر بتركيب شبكي وإلكترونات حُرّة.

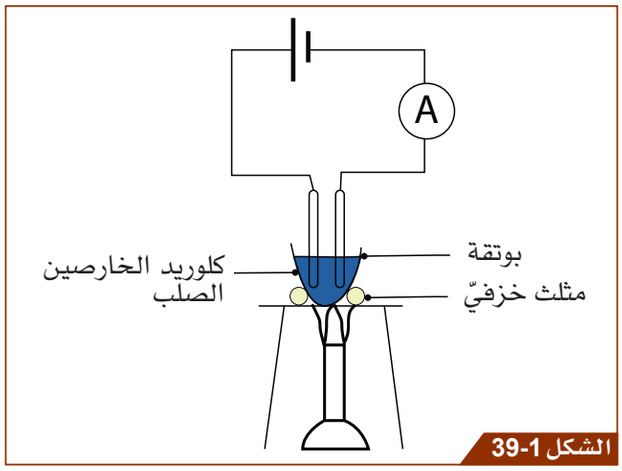
الشكل 1-38

6. a. ما نوع التركيب في **الشكل 1-38**.
b. اقترح اسم هذا المُركَّب الظاهر في **الشكل 1-38**.

7. اشرح لماذا يستطيع محلول كلوريد البوتاسيوم توصيل الكهرباء، ولا يستطيع كلوريد البوتاسيوم الصلب ذلك.

8. اشرح سبب ارتفاع درجة انصهار أكسيد الكالسيوم أكثر من ثاني أكسيد الكبريت.

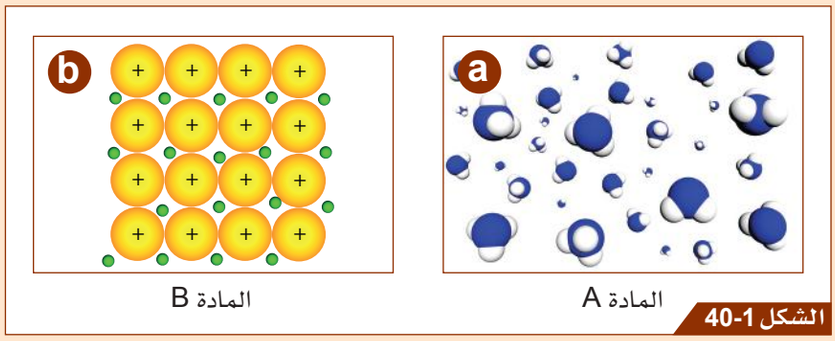
9. اشرح لماذا يقيس مقياس التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية (الأمّيتر) تيارًا كهربائيًّا بعد عدّة دقائق فقط من بدء التسخين (**الشكل 1-39**).



الشكل 1-39

نشاط منزلي

10. يبيّن **الشكل 1-40** نموذجَين من مادتَين A وB.



الشكل 1-40

اكتب فقرة لكلّ مادة تصف ترابُطها وتركيبها وخصائصها.

الدرس 1-7 ماذا تعرف عن التركيب الذرّي والصِّيَغ والروابط الكيميائيّة؟

عنوان المشروع: كيف توضّح كيفيّة تكوّن المركّبات؟

في هذا المشروع سوف:

- تبحث عن العدد الذرّي والعدد الكتلي لعنصر فلزّي وعنصر لافلزّي وتصميم نماذج لمستويات الطاقة الخارجية لكلّ منهما.
- تبحث عن اكتشاف العناصر واستخداماتها، وتقدّمها على شكل عرض.
- تُعدّ نموذجًا للمُركّب المُكوّن من عنصرَين.
- تنشئ قصّة مُصوّرة توضّح كيف يتكوّن المُركّب.

الشكل 1-41

أصبحت الهواتف الذكية من ضرورات التواصل.

ستحتاج إلى:

- شبكة الإنترنت
- أوراق ملوّنة
- مقصّ
- صمغ

المهمات الرئيسة للمشروع:

تعتمد الهواتف الذكية على بطّاريات الليثيوم كمصدر للطاقة. تقوم أيونات الليثيوم التي تتحرّك بين الأقطاب الكهربائية في البطارية بشحنها، ثم تُطلق الطاقة عند الحاجة. يقع الليثيوم، وهو فلزّ، في المجموعة 1 من الجدول الدوري.

1. اختر عنصرَين: أحدهما فلزّ من الجانب الأيسر للجدول الدوري (أي من المجموعتَين 1 أو 2)، وعنصر آخر لافلزّي من الجانب الأيمن للجدول الدوري (أي من المجموعتَين 16 أو 17). يمكنك استخدام الجدول الدوري في الصفحة 61 لمساعدتك على الاختيار.
2. ابحث عن العدد الذرّي والعدد الكتلي للذرّات الأكثر شيوعًا بين العنصرَين. تمتلك جميع ذرّات العنصر الواحد العدد الذرّي نفسه، لكن معظم العناصر تحتوي على ذرّات ذات أعداد كتلية مختلفة. استخدم الذرّات الأكثر شيوعًا.
3. ابنِ نموذجًا لإظهار التوزيع الإلكتروني لذرّة كلّ عنصر. يتوجّب عليك إظهار مستوى الطاقة الخارجي. يمكنك إنجاز رسومات أو استخدام ورق مُلوّن وإعداد ملصق لإظهار نماذجك.
4. أجرِ بحثًا عبر شبكة الإنترنت لمعرفة ما يأتي:
   - مَن اكتشف هذه العناصر، ومتى.
   - أهمّ استخدامات هذه العناصر في عصرنا الحالي. حاول تبرير هذا الاستخدام. يمكنك الإشارة إلى روابط العنصر وتركيباته.
5. اعرض نتائجك. قد تختار أن يكون ذلك في عرض تقديمي شفهي، تضيفه إلى ملصقك أو إلى ملفّ Word.
6. عندما يتّحد العنصران معًا، سيشكّلان مُركبًّا. نفّذ رسمًا لتوضّح كيفية ترتيب الإلكترونات في المُركّب. يمكنك أيضًا إضافة ذلك إلى ملصقك، أو إلى ملفّ Word.
7. أخيرًا، أنتِج سلسلة من الصور لقصّة مُصوّرة، لتوضّح كيف يتشكّل المُركّب خطوة بخطوة.

قُمْ بتقييم عملك باختيار العلامة المناسبة التي توضّح مستوى تحقيق كل معيار من معايير التقييم المطلوبة.

المَعايير	جيّد نوعًا ما (1)	جيّد (2)	جيّد جدًا (3)	مُمتاز (4)	العلامات
تناول أهداف المشروع: • **تكتشف العدد الذرّي الخاصّ بالعنصر الفلزّي واللافلزّي.**	• **العدد الذرّي والعدد الكتلي:** – يحتاج إلى مساعدة لاختيار عنصرَين، والأرقام غير واضحة.	• **العدد الذرّي والعدد الكتلي:** – صحيحان	• **العدد الذرّي والعدد الكتلي:** – صحيحان	• **العدد الذرّي والعدد الكتلي:** – صحيحان	
• **تنتج نموذجًا لمستوى الطاقة الخارجي**	• **نموذج مستوى الطاقة الخارجي:** – يحتوي على إلكترونات في مستويات طاقة، لكن أرقامها غير صحيحة.	• **نموذج مستوى الطاقة الخارجي:** – صحيح	• **نموذج مستوى الطاقة الخارجي:** – صحيح	• **نموذج مستوى الطاقة الخارجي:** – صحيح	
• **تقدّم عرضًا لاكتشاف العناصر واستخداماتها**	• **اكتشاف العناصر واستخداماتها:** – تمّ تحديد بعض جوانب الاكتشاف والاستخدام.	• **اكتشاف العناصر واستخداماتها:** – تم تحديد المكتشف وإعطاء العديد من الاستخدامات.	• **اكتشاف العناصر واستخداماتها:** – تمّ وصف العملية وإعطاء العديد من الاستخدامات.	• **اكتشاف العناصر واستخداماتها:** – تمّ وصف عملية الاكتشاف وإعطاء العديد من الاستخدامات، وشرحها.	
• **تنشئ نموذجًا للمُركّب المُكوّن من عنصرَين**	• **نموذج المُركّب:** – يظهر انتقال الإلكترونات، بدون وضع الشحنات على الأيونات.	• **نموذج المُركّب:** – يوضّح انتقال الإلكترونات، ويعرض محاولات لإظهار الشحنات الموجبة والسالبة على الأيونات.	• **نموذج المُركّب:** – يوضّح انتقال الإلكترونات، بما في ذلك الشحنات الصحيحة على الأيونات.	• **نموذج المُركّب:** – يوضّح انتقال الإلكترونات، ويتضمّن الشحنات الصحيحة والأقواس المُربّعة. وربّما وضع فيه التمثيل النقطي للإلكترونات.	
• **تُعدّ قصّة مُصوّرة لتشرح كيفية تكوين المُركّب**	• **القصّة المُصوّرة:** – تتضمّن صورة توضّح انتقال الإلكترون لتكوين الأيونات وتشكيل تركيب. ولكن يوجد بعض الأخطاء.	• **القصة المُصوّرة:** – تُظهر انتقال الإلكترون خطوة بخطوة وتكوين الأيونات. وتُظهر تشكيل تركيب شبكي عملاق، ولكن بدون بعض التفاصيل.	• **القصّة المُصوّرة:** – تُظهر انتقال الإلكترون خطوة بخطوة وتكوين الأيونات. وتُظهر تشكيل تركيب شبكي عملاق. وتتضمّن عدّة صور.	• **القصة المُصوّرة:** – تُظهر انتقال الإلكترون خطوة بخطوة وتكوين الأيونات؛ وتتضمّن التجاذُب الكهربائي الساكن (الإلكتروستاتيكيّ) بين الأيونات ذات الشحنة المعاكسة وتشكيل تركيب شبكي عملاق. وتتضمّن عدّة صور.	

المَعايير	جيّد نوعًا ما (1)	جيّد (2)	جيّد جدًا (3)	مُمتاز (4)	العلامات
تظهر استخدامًا لمهارات الاستقصاء العلمي الآتية:					
استخدام البيانات الثانوية (جمع المعلومات)	**البحث:** تكتشف استخدام كلّ عنصر ومن اكتشفه.	**البحث:** تكتشف استخدامَين على الأقلّ لكلّ عنصر وتحاول ربطهما بخصائص العناصر. تعطي بعض المعلومات حول اكتشافها.	**البحث:** تجد بعض الاستخدامات لكلّ عنصر وتربط الاستخدامات بخصائص العناصر. تعطي معلومات عن اكتشافها.	**البحث:** تجد العديد من الاستخدامات لكلّ عنصر وتربط الاستخدامات بخصائص العناصر. تعطي معلومات مفصّلة عن اكتشافها.	
التحليل والاستنتاج (رسم اللوحات البيانية)	**التحليل:** تستخدم نماذج بسيطة وتحاول إظهار التوزيع الإلكتروني لذرّات العناصر وأيونات المركّبات. وترتكب بعض الأخطاء.	**التحليل:** تستخدم النماذج بشكل مناسب؛ ويكون التوزيع الإلكتروني لذرّات العناصر وأيونات المركّبات صحيحًا.	**التحليل:** تستخدم النماذج بشكل مناسب، ويكون التوزيع الإلكتروني لذرّات العناصر وأيونات المركّبات صحيحًا مع الشحنات على الأيونات.	**التحليل:** تستخدم النماذج بشكل مناسب؛ ويكون التوزيع الإلكتروني لذرّات العناصر وأيونات المركّبات صحيحًا مع الشحنات على الأيونات والأقواس المُربّعة المُستخدمة.	
تعرض التقرير بشكل واضح وموجز بحيث يسهل فهم المعلومات	– إجراء محاولة غير مكتملة باستخدام الملصق أو الرسومات أو ملفّ Word – العمل ضعيف التنظيم	– إجراء محاولة جيّدة باستخدام الملصق أو الرسومات أو ملفّ Word – العمل منظم ومتسلسل جيدًا	– إجراء محاولة جيّدة جدًا باستخدام الملصق أو الرسومات أو ملفّ Word – العمل منظّم جيّدًا مع بعض الإغفال فحسب. – العمل مُرتّب	– إجراء محاولة ممتازة باستخدام الملصق أو الرسومات أو ملفّ Word – العمل مُرتّب ومُنظّم جيدًا ويسهل فهمه.	
تظهر تفكيرًا مُبتكرًا وإبداعيًا	تقدّم دليلاً ضعيفًا على تفكير مبتكر أو إبداعي محدود.	تقدّم دليلاً على بعض التفكير المبتكر أو الإبداعي المحدود.	تقدم دليلاً على تفكير مبتكر أو إبداعي مقبول.	تقدم دليلاً قويًّا على تفكير مبتكر أو إبداعي.	
عَمِلتَ ضمن مجموعة		(أضِفْ علامة)			
سلّمتَ المشروع في الوقت المُحدّد		(أضِفْ علامة)			
				المجموع	/22
الملاحظات					

ماذا تَعَلَّمتَ في هذه الوحدة؟

- تحتوي كلّ الذرّات على نواة مركزية بداخلها البروتونات والنيوترونات (النيوكليونات)، مع إلكترونات مُرتّبة في مستويات الطاقة.
- العدد الذرّي (Z) للعنصر هو عدد البروتونات في ذرّة واحدة من هذا العنصر.
- عدد الإلكترونات في الذرّة المتعادلة مساوٍ لعدد البروتونات.
- العدد الكتلي (A) للذرّة هو مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات في نواة الذرّة.
- رُتّبت العناصر في الجدول الدوري بحسب الزيادة في العدد الذرّي.
- تكافؤ العنصر هو عدد الإلكترونات التي تفقدها أو تكتسبها أو تشارك بها الذرّة للوصول إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل.
- الأيون هو ذرّة فقدت أو اكتسبت إلكترونًا واحدًا أو أكثر.
- تتكوّن الروابط الأيونية عندما ينتقل إلكترون واحد أو أكثر من ذرّة (فلز) إلى ذرّة أخرى (لافلز).
- تكوّن المُركّبات الأيونية مُركّبات شبكية ضخمة.
- تتكوّن الروابط التساهمية عند مشاركة زوج أو أكثر من الإلكترونات بين ذرّتَين من اللافلزّات.
- تمتلك الجُزيئات روابط تساهمية.
- تتكوّن الروابط الفلزّية من شبكة من الأيونات الموجبة الشحنة في «بحر الإلكترونات».
- تمتلك المواد الأيونية درجات انصهار وغليان مرتفعة، وهي توصّل الكهرباء في حالة المصهور أو المحلول.
- تمتلك المواد التساهُمية درجات انصهار وغليان منخفضة، وهي في معظمها لا توصّل الكهرباء.
- تمتلك معظم المواد الفلزّية درجات انصهار وغليان مرتفعة جدًّا، وهي توصّل الكهرباء.
- تمتلك المواد الموصّلة للكهرباء إلكترونات أو أيونات حُرّة الحركة.

تقويم الوحدة

اختر رمز الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 4.

1. ما عدد النيوترونات في ذرّة واحدة من $^{39}_{19}K$؟

(A) 19 (C) 39

(B) 20 (D) 58

2. ما عدد الإلكترونات في $^{31}_{15}P^{3-}$؟

(A) 15 (C) 18

(B) 16 (D) 31

3. ما الصيغة الكيميائية لبروميد الكالسيوم ($_{20}Ca$؛ $_{35}Br$)؟

(A) CaBr (C) $CaBr_2$

(B) Ca_2Br (D) Ca_2Br_2

4. N هو الرمز الكيميائي للنيتروجين. ما الفرق بين N وN^{3-}؟

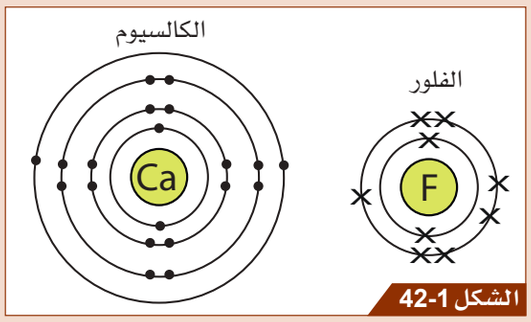
(A) يحتوي N على ثلاثة إلكترونات أكثر من N^{3-}.

(B) يحتوي N^{3-} على ثلاثة إلكترونات أكثر من N.

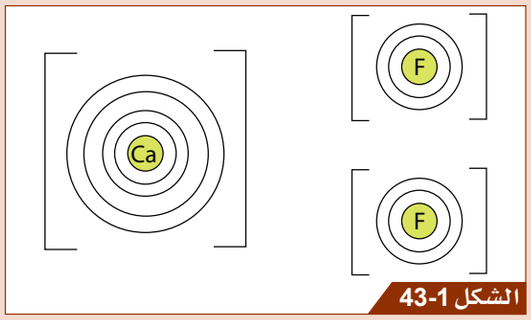
(C) يحتوي N على ثلاثة بروتونات أكثر من N^{3-}.

(D) يحتوي N^{3-} على ثلاثة بروتونات أكثر من N.

5. **يبيّن الشكل 1-42 التالي التوزيع الإلكتروني لذرّة الكالسيوم وذرّة الفلور. أكمل الرسم البياني المُبيّن في الشكل 1-43 لإظهار التوزيع الإلكتروني لمركّب فلوريد الكالسيوم، مضيفًا إلى رسمك شحنات الأيونات.**



الشكل 1-42



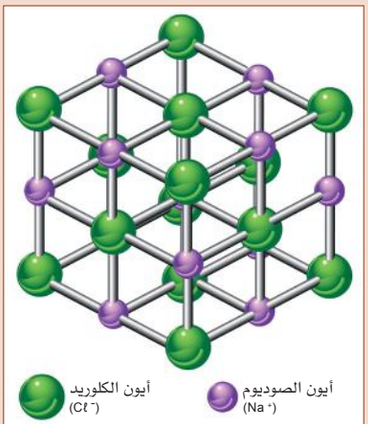
الشكل 1-43

6. **يبيّن الشكل 1-44 نموذج شبكة بلّوريّة عملاقة لمُركّب أيوني. تمثّل الكرات الخضراء أيونات لافلزّية، والكرات الرمادية أيونات فلزّية.**

a. ما القوى التي تربط الأيونات المشحونة بشحنتين مُتعاكستَين؟

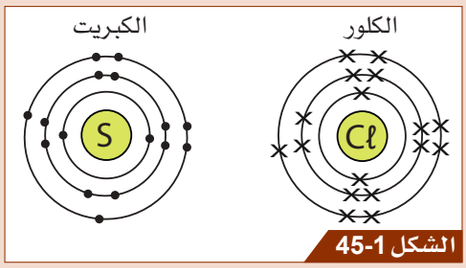
b. ما الصيغة الكيميائية للمُركّب؟

c. صِفْ خاصّيتَين فيزيائيّتَين للمُركّب.



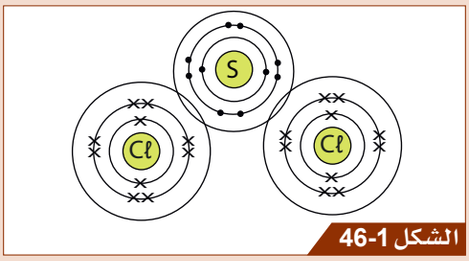
شبكة أيونية
الشكل 1-44

7. **الصيغة الكيميائية لثاني كلوريد الكبريت هي $SC\ell_2$. يبيّن الشكل 1-45 التوزيع الإلكتروني لذرّات الكلور والكبريت.**



الشكل 1-45

a. أكمل **الشكل 1-46** لتبيّن التمثيل النقطي للإلكترونات من أجل إظهار الترابُط في جُزيء $SC\ell_2$.

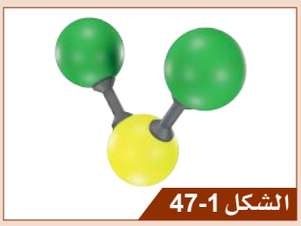


الشكل 1-46

b. ما نوع الروابط في ثاني كلوريد الكبريت؟

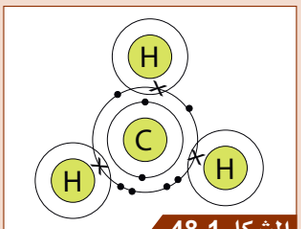
c. عندما يتشكّل جُزيء ثاني كلوريد الكبريت، فإن كلّ ذرّة تصل إلى توزيع إلكترونيّ مشابه لأقرب غاز نبيل. فسّر ذلك.

8. يبيّن الشكل 1-47 نموذج الكرة والعصا لجُزيء ثاني كلوريد الكبريت: توقّع خاصّيتَين لثاني كلوريد الكبريت $SC\ell_2$.



الشكل 1-47

9. رسم أحد الطلاب التمثيل النقطي للإلكترونات المُبيّن في الشكل 1-48، من أجل إظهار الترابُط بين الذرّات المُكوّنة لجُزيء غاز الميثان CH_4. حدّد ثلاثة أخطاء في الرسم التخطيطي.



الشكل 1-48

10. التيتانيوم فلزّ يُستخدم عادةً في صنع إطارات الدرّاجات الهوائيّة والأدوات الجراحيّة.

a. صِفْ نوع الروابط في التيتانيوم.

b. اشرح سبب قدرة التيتانيوم على توصيل الكهرباء.

11. فيما يأتي خمسة عناصر، هي: الأكسجين (O) والكلور ($C\ell$) والبوتاسيوم (K) والليثيوم (Li) والكربون (C).

a. أي من هذه العناصر يمتلك رابطة فلزّية بين ذرّاته؟

b. سمِّ عنصرَين يتّحدان لتكوين جُزيء يمتلك رابطة أيونية.

c. سمِّ عنصرَين يتّحدان لتكوين جُزيء يمتلك رابطة تساهُمية.

12. فيما يأتي خصائص أربع مواد:

المادة	الحالة في درجة حرارة الغرفة	درجة الانصهار °C	درجة الغليان °C	الموصليّة للكهرباء	الذوبان في الماء
W	غازيّة	-210	-196	غير موصّلة	قليلة الذوبان
X	صلبة	2850	3600	توصّل في حالتَي المصهور والمحلول	قابلة للذوبان
Y	صلبة	1085	2562	موصّلة جيّدة	غير قابلة للذوبان
Z	سائلة	-80	138	غير موصّلة	غير قابلة للذوبان

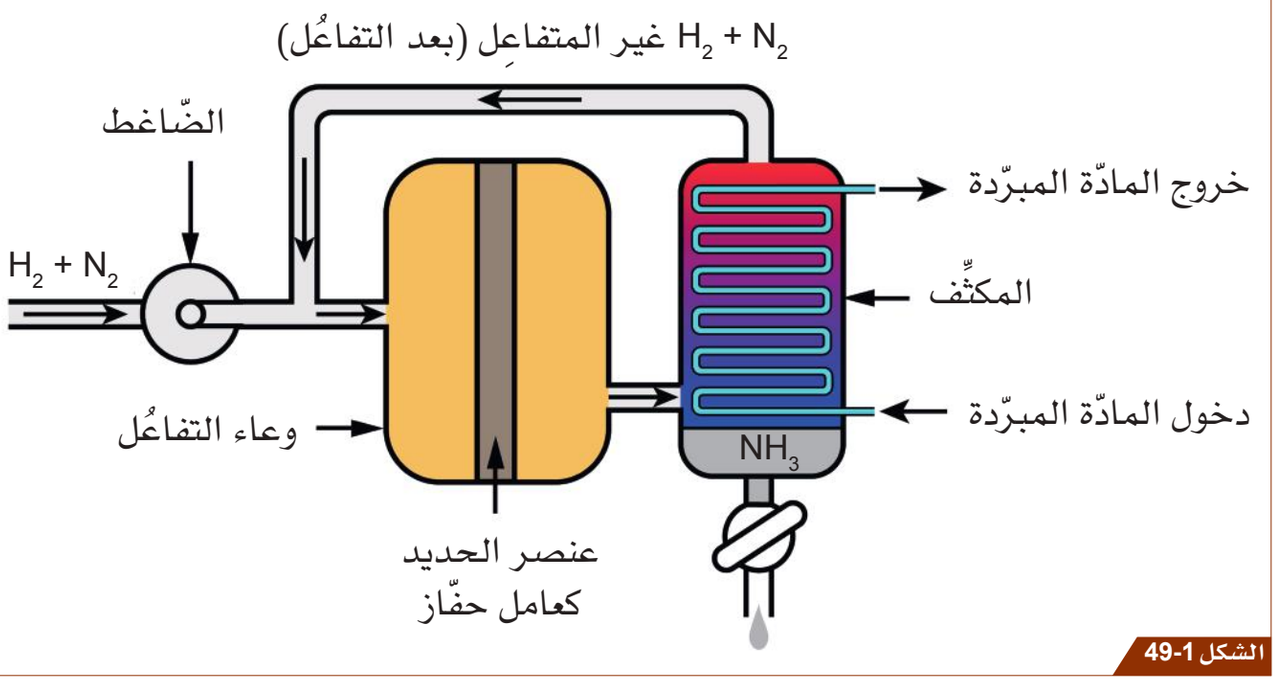
الجدول 1-13

توقّع نوع الروابط في W و X و Y و Z.

أنواع الروابط الكيميائيّة

تمّ تأسيس شركة قطر للأسمدة الكيميائية (قافكو) سنة 1969، وهي أكبر مُنتج في العالم لمادّة الأمونيا الكيميائيّة (NH_3) من موقع واحد، حيث تُنتج الشركة نحو أربعة ملايين طن في السنة الواحدة. والأمونيا مكوّن أساسيّ في الأسمدة يسمح بنموّ محاصيل زراعيّة سليمة وكبيرة الحجم؛ يُستخدم سنويًّا ما يقارب 20 مليون طن من السماد في مختلف أنحاء العالم.

يتمّ إنتاج الأمونيا من النيتروجين (N_2) والهيدروجين (H_2) خلال عملية هابر، باستخدام عنصر الحديد كعامل حفّاز (يساهم العامل الحفّاز في تسريع عملية التفاعُل بين النيتروجين والهيدروجين). يُظهر **الشكل 1-49** مُخططًا يُبيّن هذه العملية.



الشكل 1-49

مخطّط يوضّح طريقة إنتاج الأمونيا بشكلٍ موجز.

السؤال 5/1

ما نوع الرابطة الموجودة في جُزيء النيتروجين؟ اشرح إجابتك.

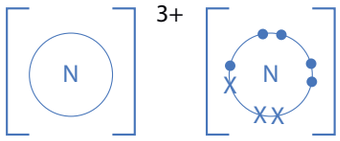
.....

.....

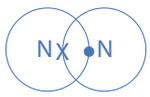
السؤال 5/2

أيٌّ ممّا يأتي هو التمثيل النقطي للإلكترونات الذي يمثّل الرابطة في جُزيء النيتروجين تمثيلًا صحيحًا؟

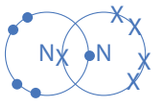
(A)



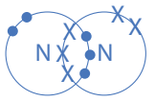
(B)



(C)



(D)



الإجابة: .....

السؤال 5/3

أيّ من الجُمَل الآتية حول استخدام العامل الحفّاز في عمليّة إنتاج مركّب الأمونيا، هي جملة صحيحة؟

(A) للعامل الحفّاز روابط أيونيّة، وهو صلب عند درجة حرارة الغرفة ويوصّل الكهرباء.

(B) للعامل الحفّاز درجة انصهار مرتفعة وروابط فلزية، وهو يوصّل الكهرباء.

(C) للعامل الحفّاز درجة انصهار منخفضة وروابط فلزية، وهو يوصّل الكهرباء.

(D) للعامل الحفّاز درجة انصهار مرتفعة وروابط أيونية، وهو لا يوصّل الكهرباء.

الإجابة: .....

السؤال 5/4

خلال صناعة الأسمدة، يتفاعل مركّب الأمونيا مع أحماض مختلفة لإنتاج أملاح الأمونيوم. تتكوّن الأملاح من أيونات موجبة وأيونات سالبة. ترد في الجدول أدناه أسماء وصيَغ بعض الأيونات التي تكوّن بعض الأملاح المختلفة.

اسم الأيون	صيغة الأيون
أمونيوم	NH_4^+
كبريتات	SO_4^{2-}
فوسفات	PO_4^{3-}
نيترات	NO_3^-
فوسفات هيدروجينية	HPO_4^{2-}

الجدول 1-14

نستخدم الأقواس حول كلّ أيون عند ورود أكثر من أيون واحد في الصيغة.

على سبيل المثال:

صيغة أيون الكربونات هي CO_3^{2-}.

لذلك تُكتب صيغة مركّب كربونات الأمونيوم على النحو الآتي: $(NH_4)_2CO_3$.

استخدم المعلومات الواردة أعلاه لتحديد أيّ من الصيَغ الآتية تُناسب اسم الملح المذكور.

الإجابة	اسم الملح	الصيغة
(A)	نيترات الأمونيوم	$NH_4(NO_3)_3$
(B)	كبريتات الأمونيوم	$NH_4(SO_4)_2$
(C)	فوسفات الأمونيوم	$(NH_4)_3PO_4$
(D)	فوسفات الأمونيوم الهيدروجينية	NH_4HPO_4

الجدول 1-15

الإجابة: .....

السؤال 5/5

ترد فيما يلي معلومات عن درجات الانصهار لكلّ من فوسفات الأمونيوم والأمونيا والحديد.
حدّد اسم المادّة لكلّ درجة انصهار.

درجة الانصهار (°C)	اسم المادة
1538	.....
−78	.....
190	.....

الجدول 1-16

اشرح خياراتك مُستعينًا بأفكار حول الروابط الكيميائيّة والتراكيب.

.....

.....

.....

.....

ماذا تستطيع أن تفعل؟

استعِن بمِفتاح الجدْوَل لتختار الوضيحي الذي يُعبِّر عن مدى اكتسابك لمفاهيم هذه الوحدة أو مهاراتها.

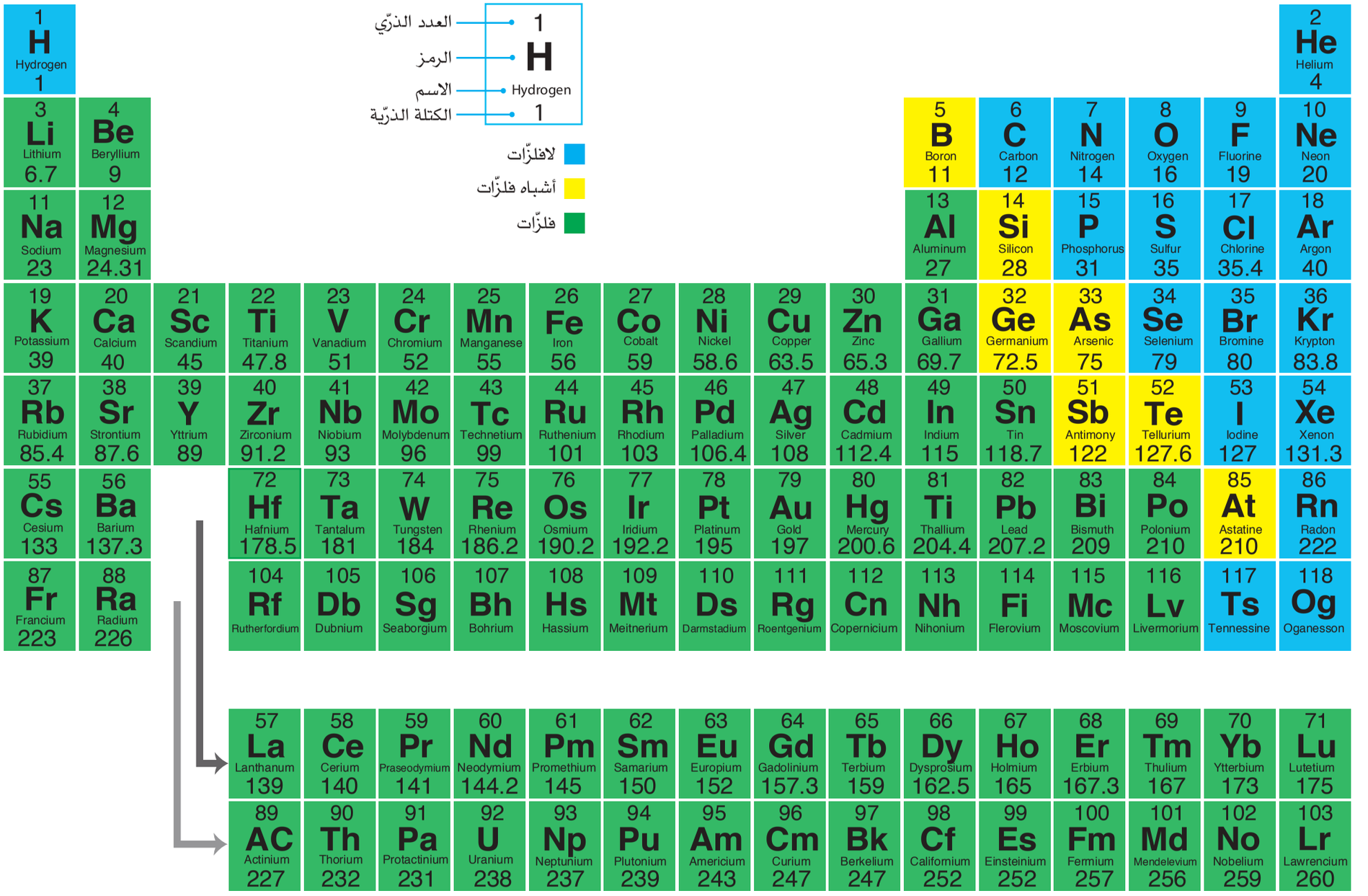
تعرفها جيّدًا	تُريد أن تتدرَّب عليها	تُريد أن تتعلّمها من جديد

ضعْ علامة صحّ (✓) في المُربَّع لتُظهِر ما تستطيع فعله.

الدرس	تستطيع أن			
1-1	تصف التركيب الداخلي للذرّة.			
	تحدّد العدد الذرّي (Z) والعدد الكتلي (A).			
	تحسب عدد الجُسيمات في أيون موجب أو سالب.			
2-1	تصف كيف يتم ترتيب العناصر في الجدول الدوري.			
	تكتب التوزيع الإلكتروني.			
	تحدّد الصيَغ الكيميائية باستخدام التكافؤ.			
	تشرح أنّ الذرّات تصل إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل عندما تتّحد لتكوين المركبات.			
3-1	تصف تكوين الروابط الأيونية.			
	تشرح كيف تصنع الأيونات شبكات بلّوريّة عملاقة.			
4-1	تصف تكوين الروابط التساهُمية.			
5-1	تصف الرابطة الفلزّية.			
	تشرح سبب قدرة توصيل الفلزّات للكهرباء والحرارة.			
6-1	تشرح خصائص المُركّبات الأيونية والمواد التساهُمية والفلزّات.			

ضعْ علامة صحّ (✓) في المُربَّع لتُظهِر ما تستطيع فعله.

استطعت أن	مَهارات الاستقصاء العِلمِيِّ			
تتحقّق من التوصيل الكهربائي للمُركّبات الأيونية.	الملاحظة والتجريب			
تستخدم المعلومات لرسم نموذج للذرّة.	التحليل والاستنتاج			
تحسب عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرّات والأيونات.	التحليل والاستنتاج			
تصنّف العناصر باستخدام الجدول الدوري.	التصنيف			
توضّح الروابط باستخدام التمثيل النقطي للإلكترونات.	التواصل وتقديم تقرير			
تتوقّع خصائص مادة ما من خلال ترابطها وتركيبها.	التخطيط والتقييم			



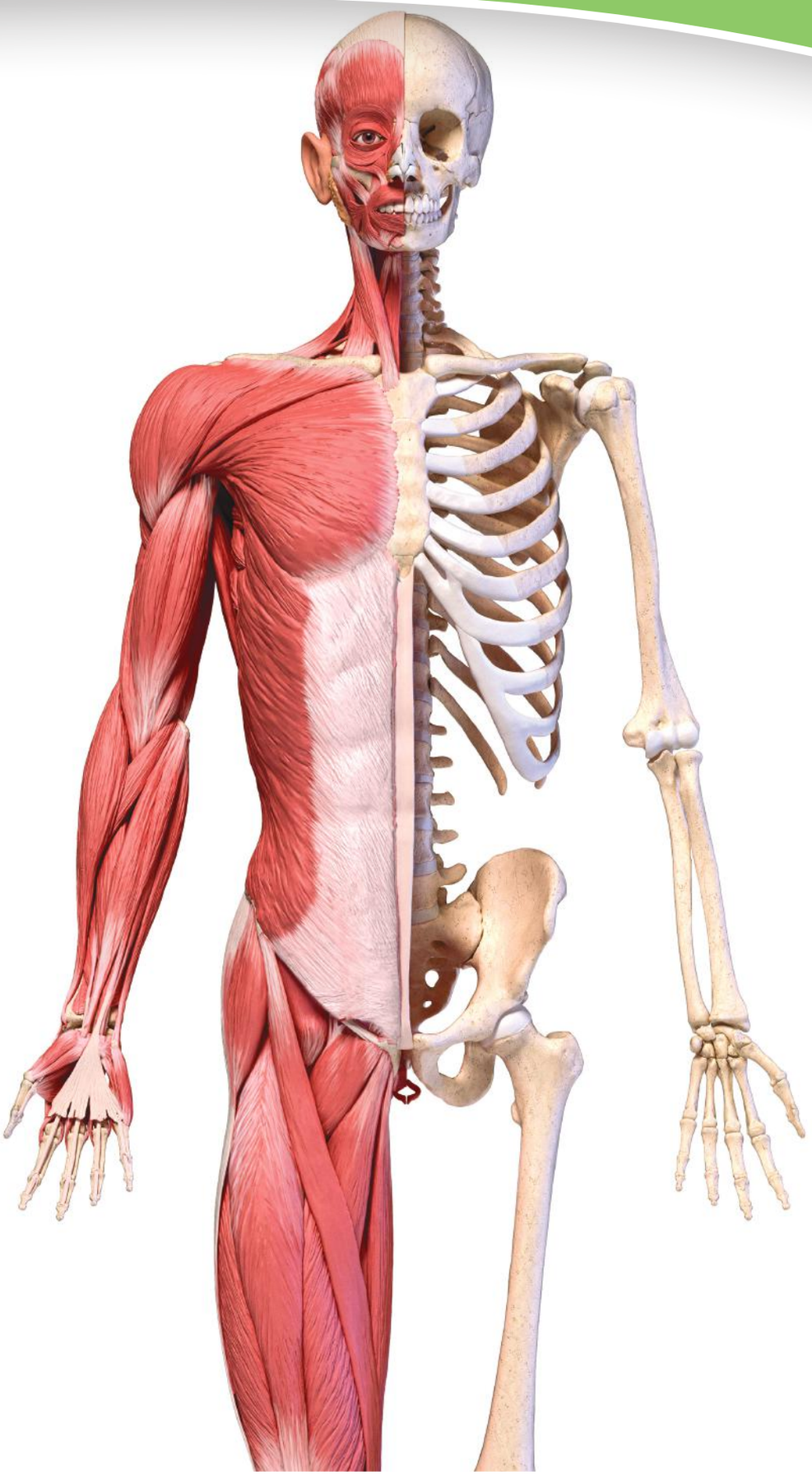
1 H Hydrogen 1																	2 He Helium 4
3 Li Lithium 6.7	4 Be Beryllium 9											5 B Boron 11	6 C Carbon 12	7 N Nitrogen 14	8 O Oxygen 16	9 F Fluorine 19	10 Ne Neon 20
11 Na Sodium 23	12 Mg Magnesium 24.31											13 Al Aluminum 27	14 Si Silicon 28	15 P Phosphorus 31	16 S Sulfur 35	17 Cl Chlorine 35.4	18 Ar Argon 40
19 K Potassium 39	20 Ca Calcium 40	21 Sc Scandium 45	22 Ti Titanium 47.8	23 V Vanadium 51	24 Cr Chromium 52	25 Mn Manganese 55	26 Fe Iron 56	27 Co Cobalt 59	28 Ni Nickel 58.6	29 Cu Copper 63.5	30 Zn Zinc 65.3	31 Ga Gallium 69.7	32 Ge Germanium 72.5	33 As Arsenic 75	34 Se Selenium 79	35 Br Bromine 80	36 Kr Krypton 83.8
37 Rb Rubidium 85.4	38 Sr Strontium 87.6	39 Y Yttrium 89	40 Zr Zirconium 91.2	41 Nb Niobium 93	42 Mo Molybdenum 96	43 Tc Technetium 99	44 Ru Ruthenium 101	45 Rh Rhodium 103	46 Pd Palladium 106.4	47 Ag Silver 108	48 Cd Cadmium 112.4	49 In Indium 115	50 Sn Tin 118.7	51 Sb Antimony 122	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 127	54 Xe Xenon 131.3
55 Cs Cesium 133	56 Ba Barium 137.3		72 Hf Hafnium 178.5	73 Ta Tantalum 181	74 W Tungsten 184	75 Re Rhenium 186.2	76 Os Osmium 190.2	77 Ir Iridium 192.2	78 Pt Platinum 195	79 Au Gold 197	80 Hg Mercury 200.6	81 Ti Thallium 204.4	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 209	84 Po Polonium 210	85 At Astatine 210	86 Rn Radon 222
87 Fr Francium 223	88 Ra Radium 226		104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium	113 Nh Nihonium	114 Fi Flerovium	115 Mc Moscovium	116 Lv Livermorium	117 Ts Tennessine	118 Og Oganesson
			57 La Lanthanum 139	58 Ce Cerium 140	59 Pr Praseodymium 141	60 Nd Neodymium 144.2	61 Pm Promethium 145	62 Sm Samarium 150	63 Eu Europium 152	64 Gd Gadolinium 157.3	65 Tb Terbium 159	66 Dy Dysprosium 162.5	67 Ho Holmium 165	68 Er Erbium 167.3	69 Tm Thulium 167	70 Yb Ytterbium 173	71 Lu Lutetium 175
			89 AC Actinium 227	90 Th Thorium 232	91 Pa Protactinium 231	92 U Uranium 238	93 Np Neptunium 237	94 Pu Plutonium 239	95 Am Americium 243	96 Cm Curium 247	97 Bk Berkelium 247	98 Cf Californium 252	99 Es Einsteinium 252	100 Fm Fermium 257	101 Md Mendelevium 256	102 No Nobelium 259	103 Lr Lawrencium 260

الوحدة 2

الجهاز الهيكلي

في هذه الوَحدة يجب على الطالب أن:

- **B0905.1** يحدّد العظام الرّئيسة في الهيكل العظميّ لجسم الإنسان، ويصف كيف يوفّر الهيكل العظميّ الدّعم والحماية لأنسجة الجسم وأعضائه.
- **B0905.2** يوضّح دور الهيكل العظميّ في تخزين الكالسيوم والبوتاسيوم، ويعرف أنّ نخاع العظم ينتج جميع خلايا الدّم.
- **B0906.1** يصف تركيب المفصل الزلالي، ويشرح أهمّيّة المفاصل في حركة الذّراعين والسّاقين.
- **B0906.2** يشرح كيف يؤدّي انقباض العضلات الثّنائيّة المتضادّة وانبساطها إلى حركة عظام الأطراف.



الدرس 2-1

ما وظائف العظام الرئيسة في الهيكل العظميّ لجسم الإنسان؟

أشياء تعلّمتَها

1. ينتمي الإنسان إلى الفقاريات، يعني ذلك أنّ لديه عمودًا فقريًّا.
2. يمتلك الإنسان هيكلًا عظميًّا يتكوّن من عظام تتضمّن الجمجمة والضلوع وغطاء الركبة والحوض والعمود الفقري.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تُحدّد العظام الرئيسة في الهيكل العظمي لجسم الإنسان.
- تصف كيف يوفِّر الهيكل العظمي الدعم والحماية للجسم.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- تُحَدِّد وظائف العظام الرئيسة في الهيكل العظمي لجسم الإنسان.

نشاط افتتاحيّ

ستحتاج إلى:
- مقطع مُصوَّر

- شاهد مقطعًا مُصوَّرًا عن الهيكل العظمي Skeleton لجسم الإنسان وهو يتحرَّك.
- ناقش ضمن مجموعة ثنائية كيف تسمح العظام Bones للإنسان بالحركة.
- ناقش ضمن مجموعة ثنائية كيف تسمح العظام للإنسان بالوقوف في وضع مستقيم.
- شارِك إجاباتك مع زُملائك في الصف.

مُفردات تتعلّمها:

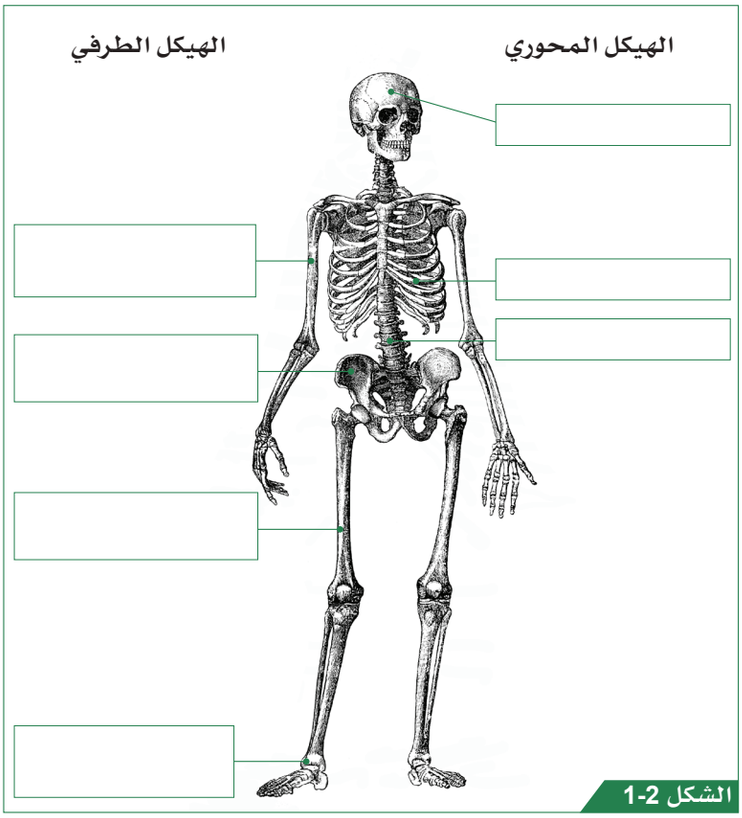
الهيكل العظمي	Skeleton	العظم	Bone

يحتوي الهيكل العظمي في جسم الإنسان البالغ على 206 عظام، وينقسم إلى قسمَين: محوَري وطرفي. والعظم تركيب مُعقّد يحتوي على ألياف الكولاجين، والبروتين، وأيونات المعادن مثل الكالسيوم والفوسفات التي تُعطيه القوة والصلابة وتُكسبه المرونة أيضًا.

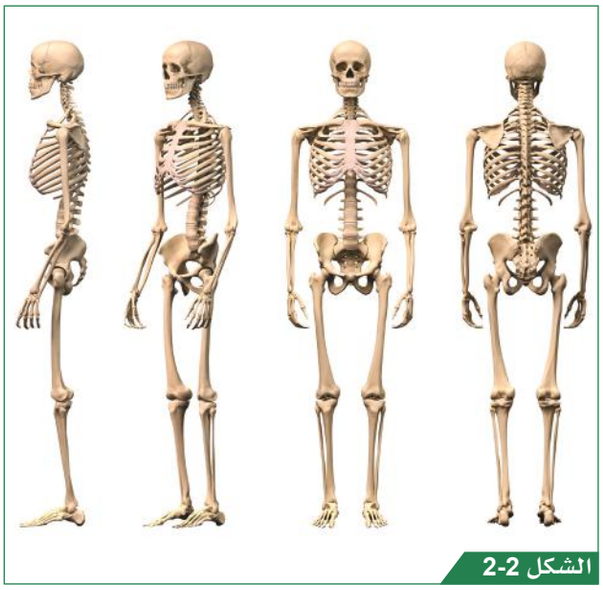
النشاط 1 ما مكوّنات الهيكل العظمي؟ وما وظائفها؟

سوف يعرض عليك المُعَلِّم نموذج هيكل عظمي، لتُحدّد العظام الرئيسة فيه، وتستخدمه لتشرح وظيفة أهم العظام في الهيكل العظمي.

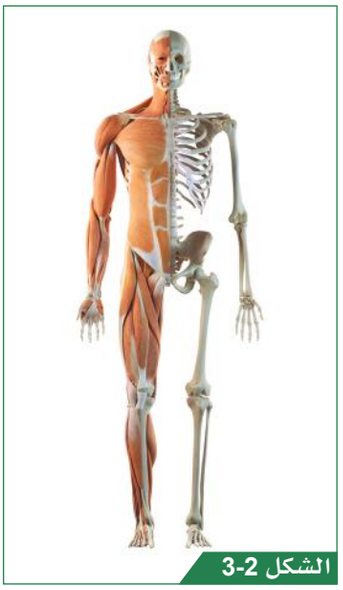
1. شاهِد المقطع المُصوَّر عن الهيكل العظمي لجسم الإنسان والأعضاء التي يتركَّب منها.
2. انظر إلى صورة الهيكل العظمي في **الشكل 2-1**. اكتب ما تعرفه من أسماء العظام المُشار إليها.
3. لاحظ العمود الفقري. ما وظيفته في رأيك؟
4. تحرّك العضلات الهيكل العظميّ حتّى تتحرّك الذراعان والساقان. انظر إلى صورة الهيكل العظميّ والعضلات في **الشكلَين 2-2** و**2-3**. ثم أوضح ما يفعله الهيكل العظميّ لكي يساعد الذراعيَن والساقيَن على التحرّك.
5. لاحظ صور الأعضاء الداخلية في **الشكل 2-4**. اذكر أسماء الأعضاء التي تحيط بها الجمجمة والضلوع.
6. اشرح سبب وجود العظام حول هذه الأعضاء.



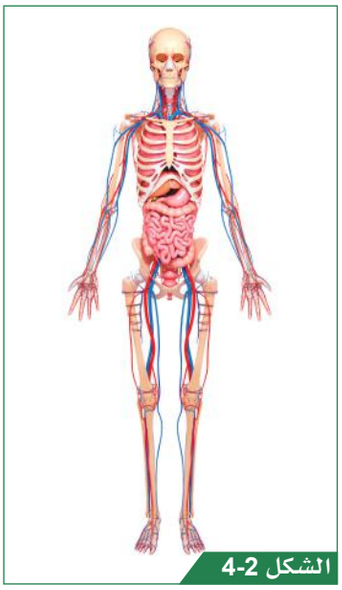
الهيكل العظمي للإنسان.



الهيكل العظمي لجسم الإنسان من جهات مختلفة.



الهيكل العظمي لجسم الإنسان مع العضلات.



الهيكل العظمي لجسم الإنسان مع الأعضاء الداخلية.

أسئلة المُتابَعة

1-1 اذكر وظيفتَين للجهاز الهيكلي.

2-1 وضّح وظيفة الجمجمة والضلوع.

3-1 ما وظيفة عظام الذراع والساق؟

4-1 يُعدّ الهيكل العظمي ضروريًّا للإنسان. اذكر ثلاث حالات يؤدّي غياب العظام فيها إلى إضعاف قدرة الإنسان على العيش.

هذا ما تعلَّمتَه:

- تقوم بعض أجزاء الهيكل العظمي لجسم الإنسان بحماية الأعضاء الداخلية، مثل الدماغ والرئتَين والقلب من أيّ ضرر قد يلحق بها.
- تساعد بعض أجزاء الهيكل العظمي لجسم الإنسان على الحركة مثل عظام الذراع وعظام الساق والحوض.

وظائف الهيكل العظمي

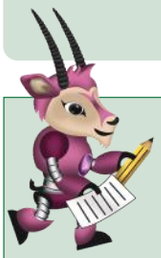
تتمثّل وظائف الهيكل العظمي في كلّ من:

- حماية الأعضاء الداخلية من الأخطار، حيث تحمي الجمجمة الدماغ، والضلوع تحمي القلب والرئتين.
- إعطاء الجسم الدعامة والاستقامة.
- المُساعدة في حركة الجسم.

الشكل 2-5

لا يستطيع الشخص المصاب بكسر في معصمه أن يدعم يده، لذلك يحتاج إلى جبيرة لدعمها.

النشاط 2 ما علاقة ترتيب العظام وشكلها بوظائفها؟

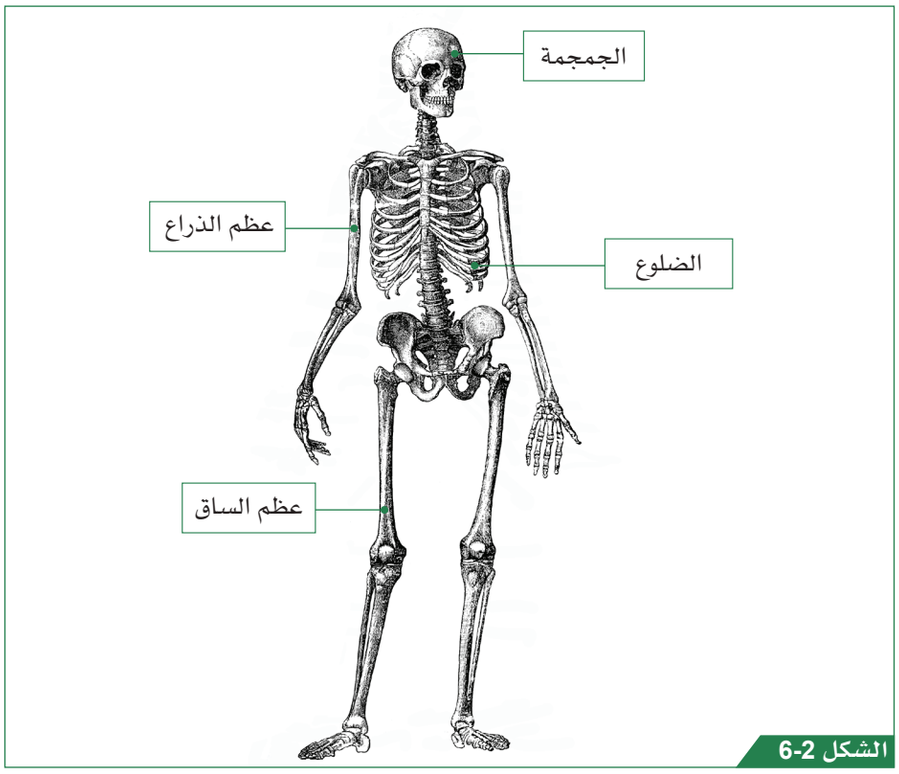


ستحتاج إلى:

- **نموذج الهيكل العظميّ**
- **ورقة العمل 2-1-1: أجزاء الهيكل العظمي**
- **ورقة العمل 2-1-2: وظائف العظام**

يهدف هذا النشاط إلى تحديد وظائف الضلوع والجمجمة وعظام الذراع وعظام الساق وربط ترتيب وشكل هذه العظام بوظائفها.

1. لاحظ نموذج الهيكل العظميّ.
2. بالاستعانة بمعرض الصور و**ورقة العمل 2-1-1**، فكّر في ترتيب وشكل كلّ أجزاء الهيكل العظميّ. لاحظ شكل كلّ جزءٍ منه.
3. استخدم **ورقة العمل 2-1-2** لتربط بين وظائف العظام وترتيبها وشكلها.



الشكل 2-6

عظام جسم الإنسان.

العظم	الوظيفة	شكل وترتيب العظم
عظم العَضُد (عظم الذراع)		
عظم الفخذ (عظم الساق)		
الضلوع		
الجمجمة		

الجدول 2-1

أسئلة المُتابَعة

5-1 ما الأعضاء التي تحميها ضلوع القفص الصدري؟

6-1 كيف تتمكّن الجمجمة من حماية الدماغ؟

7-1 اذكر خاصّية للعظام تسمح لها بدعم أجسامنا.

8-1 تُعدّ هشاشة العظام مرضًا تفقد فيه العظام بعضًا من كتلتها، وتصبح أكثر قابليّة للكسر. اشرح كيف يُؤثّر مرض هشاشة العظام في قدرة الهيكل العظمي على أداء وظائفه.

9-1 من السهل أن يتعرّض الأشخاص المصابون بهشاشة العظام لكسر أحد ضلوعهم. توقّع كيف يُلحِق الضلع المكسور ضررًا بالجسم.

هذا ما تعلَّمتَه:

- إنّ الضلوع قويّة ومقوّسة بحيث تشكّل قفصًا (القفص الصدري) يحمي القلب والرئتين.
- تحمي الجمجمة الدماغ من خلال إحاطته بطبقة من العظم لها شكلٌ مستدير.
- عظام الذراعَين طويلة ومفصليّة لتدعم حركتهما.
- عظام الساقَين طويلة ومفصلية لتدعم حركتهما.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر الإجابة الصحيحة عن السؤالين 1 و 2.

1. ما الأعضاء التي يحميها الجزء المُلَوَّن بالأحمر في **الشكل 2-7**؟
   - **(A)** الدماغ.
   - **(B)** الكليتان.
   - **(C)** المثانة والجزء السفلي من الجهاز الهضمي.
   - **(D)** القلب والرئتان.

الشكل 2-7

جزء من الهيكل العظمي.

2. ما اسم جزء الهيكل العظمي المُلوَّن بالأحمر في **الشكل 2-8**؟
   - **(A)** الجمجمة.
   - **(B)** العمود الفقري.
   - **(C)** الحوض.
   - **(D)** الضلوع (القفص الصدري).

الشكل 2-8

جزء من الهيكل العظمي.

3. وضّح سبب وجود الدماغ داخل الجمجمة.
4. اذكر عظمَين في الهيكل العظمي يقومان بدعم الجسم.
5. من خلال معرفتك بالضلوع (القفص الصدري) كجزء من الجهاز الهيكلي، اشرح كيف يتلاءم شكل وترتيب الضلوع مع أداء وظيفتها.
6. اذكر اثنين من أوجه الاختلاف بين الكائنات الحية التي لها عظام وتلك التي ليس لها عظام.

نشاط منزليّ

7. توقّع عواقب فقدان واحدة من مجموعات العظام الآتية في جسم الإنسان، وصِفها: الضلوع، الجمجمة، عظام الذراع، عظام الساق.

الدرس 2-2 ما دور العظام في إنتاج خلايا الدم وتوفير بعض المواد للجسم؟

أشياء تعلّمتَها

1. يتكوَّن العظم من نسيج عظم كثيف ونسيج عظم إسفنجي ونخاع عظم.
2. يُعدّ الكالسيوم ضروريًّا لسلامة العظام، لأنّه يُشكّل نسبة كبيرة منها.
3. تشمل مُكوِّنات الدم خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية.
4. يوفّر الهيكل العظمي الدعامة لجسم الإنسان، والحماية لأنسجة الجسم وأعضائه.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تحدّد العناصر المهمّة التي يخزنها العظم مثل الكالسيوم والبوتاسيوم.
- تصف كيف يُنتج نخاع العظم الأحمر خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية.
- تصف كيف يحتوي نخاع العظم الأصفر على الأنسجة الدهنيّة التي تُعدّ مصدرًا للطاقة.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- تلاحظ تركيب العظم، وتُحدّد أجزاء العظم المختلفة.

نشاط افتتاحيّ

- فكِّر في مكوّنات العظام. شارك إجابتك مع زميلك.
- ما الذي تحتاج إليه في نظامك الغذائي لتكون عظامك سليمة؟ شارك إجابتك مع زميلك.
- ما مُكوِّنات الدم؟ شارك إجابتك مع زميلك.

مُفردات تتعلّمها:

العظم الكثيف	Compact bone	نخاع العظام	Bone marrow
العظم الإسفنجي	Spongy bone	الخليّة الجذعية	Stem cell

النشاط 1 ممّ يتركب العظم؟

هذا نشاط ملاحظة.

يجب ألّا تلمس أيّ أدوات أو مواد يستخدمها المُعلّم في هذا العرض التوضيحي.

1. شاهد المقطع المُصوَّر عن الهيكل العظمي وهو يركض، والأسود تمضغ عظمًا، والقصّاب يُقطِّع العظم. فكّر في مدى صلابة العظام.

الشكل 2-9

قطعتان من عظم مقطوع.

2. لاحظ العظم، وقد تمّ قطعه بحيث ترى ما في داخله.
3. حدِّد الجزء الصلب في العظم.
4. حدِّد الجزء الذي يتضمّن ثقوبًا في العظم.
5. حدِّد الجزء الأحمر والليّن في العظم.
6. سوف يضيف المعلِّم بعض هيدروكسيد الصوديوم إلى الماء الذي تمّ فيه غلي عظم. يكوّن هيدروكسيد الصوديوم راسبًا أبيض بوجود أيونات الكالسيوم. صِفْ ما يحدث عند خلط المواد معًا.
7. بالاستعانة **بالشكل 2-9**، ارسم مقطعًا عرضيًّا للعظم. عيّن مواقع **العظم الكثيف Compact bone** و**العظم الإسفنجي Spongy bone** و**نخاع العظم Bone marrow**.

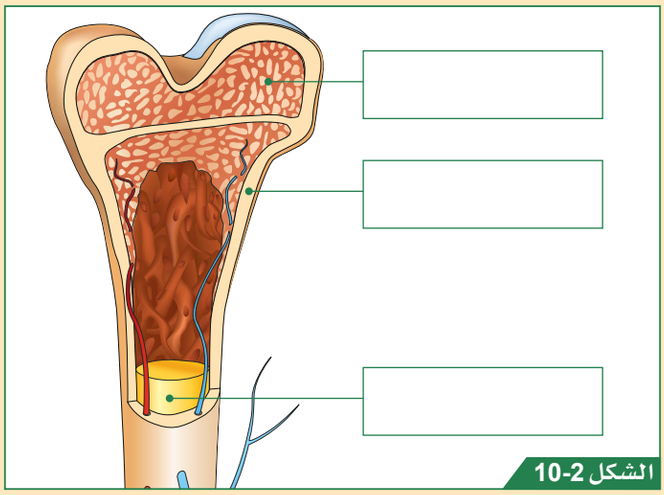
أسئلة المُتابَعة

1-2 a. أكمل الجدول واصفًا موقع كلّ جزء من العظم وتركيبه.

جزء العظم	الموقع	التركيب
العظم الكثيف		
العظم الإسفنجي		
نخاع العظم		

الجدول 2-2

b. دوّن أسماء مكوّنات العظم الرئيسة على الشكل 2-10.


الشكل 2-10

تركيب العظم.

هذا ما تعلَّمتَه:

- يتكوَّن العظم من ثلاثة مُكوِّنات، هي: العظم الإسفنجي والعظم الكثيف ونخاع العَظْم.
- يشغل العظم الكثيف الجزء الخارجي من العظم. ويشغل العظم الإسفنجي داخل العظم وأطرافه. ويشغل نخاع العظم وسط العظم.
- يخزّن العظم الكالسيوم الذي يساهم في تقوية العظم.
- يخزّن العظم البوتاسيوم الذي يساهم في تقوية العظم والمحافظة على صحّة الجهاز العصبيّ.

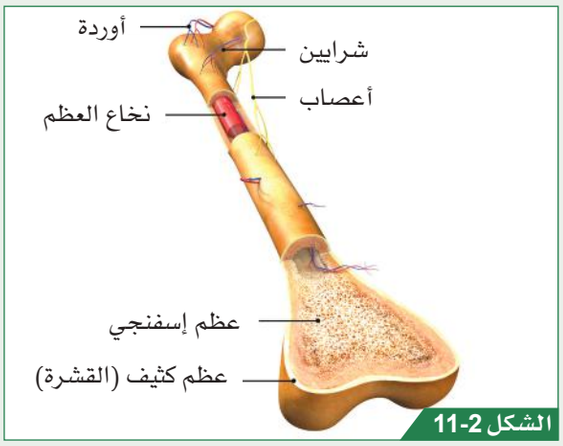
تركيب العظم

يُشكِّل العظم الكثيف قسمًا صغيرًا من حجم الهيكل العظمي، لكنّه في المُقابل يُشكِّل معظم كتلته. العظم الكثيف قاسٍ وثقوبه قليلة جدًّا.

بينما يشغل العظم الإسفنجي داخل العظم وأطرافه. يحتوي العظم الإسفنجي على العديد من الثقوب، وتتمثَّل وظيفته في زيادة مرونة العظام وفي الاحتفاظ بنخاع العظم.

ويوجد نوعان من نخاع العظم:

- نخاع العظم الأحمر، وهو مسؤول عن إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدمويّة.
- نخاع العظم الأصفر الذي يحتوي على الأنسجة الدهنيّة التي تُعدّ مصدرًا للطاقة.



الشكل 2-11
أجزاء العظم.

النشاط 2 ما وظائف أجزاء العظم المختلفة؟

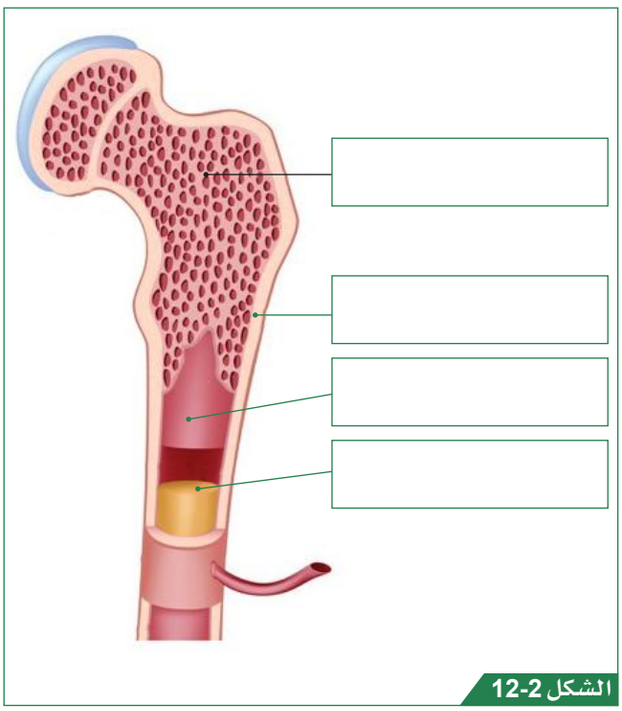
ستحتاج إلى:

- رسم توضيحيّ للعظم
- ورقة العمل 2-2-1: بيانات عن خصائص أجزاء العظم المختلفة ووظائفها

في هذا النشاط، اعمل ضمن مجموعة لتسمّي أجزاء العظم وتذكر وظيفتها.

1. اعمل ضمن مجموعة رباعيّة واستعن **بورقة العمل 2-2-1**. يختار كلّ فردٍ في المجموعة رقمًا لنفسه 1 أو 2 أو 3 أو 4.
2. الطالب رقم 1 يقرأ وصف العظم الكثيف.
3. تأمّل مع أفراد المجموعة في خصائص ووظائف العظم الكثيف، ثمّ حدّد مع أفراد مجموعتك جزءًا من العظم المبيّن في الرسم التوضيحي تنطبق عليه هذه الخصائص والوظائف.
4. يقوم الطالب رقم 1 بدور المتحدّث باسم المجموعة، ويشير لبقيّة زملائه في الصف إلى الجزء من العظم الذي يمثّل العظم الكثيف.

5. الطالب رقم 2 يعيد تنفيذ الخطوات من 2 إلى 4 بشأن العظم الإسفنجيّ.
6. الطالب رقم 3 يعيد تنفيذ الخطوات من 2 إلى 4 بشأن نخاع العظم الأحمر ويذكر وظيفة **الخلايا الجذعيّة Stem cells**.
7. الطالب رقم 4 يعيد تنفيذ الخطوات من 2 إلى 4 بشأن نخاع العظم الأصفر.
8. حدّد وظيفة كلّ جزء على الرسم التوضيحي في **الشكل 2-12**.



الشكل 2-12

مقطع طولي لعظم.

أسئلة المُتابَعة

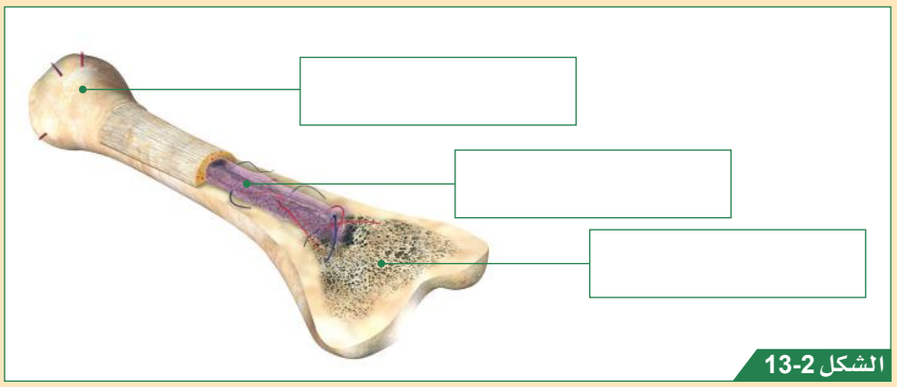
2-2 اذكر نوعَين من الخلايا يقوم نخاع العظم الأحمر بإنتاجهما.

3-2 اذكر الخليّة التي تقع في نخاع العظم، ويمكن أن تتحوَّل إلى كلا النوعَين من الخلايا.

4-2 اذكر مُكوّنًا آخر من الدم يُنتجه نخاع العظم.

5-2 اشرح لماذا يتطلَّب نخاع العظم الكثير من العناصر الغذائية.

6-2 a. دوّن أسماء أجزاء العظم على الرسم التوضيحي الآتي.



الشكل 2-13

أجزاء العظم.

b. حدّد وظيفة العظم الكثيف.

7-2 ما خصائص العظم الإسفنجي؟

8-2 اشرح سبب وجود الكثير من العظم الإسفنجي في أطراف العظام والعمود الفقري.

هذا ما تعلَّمتَه:

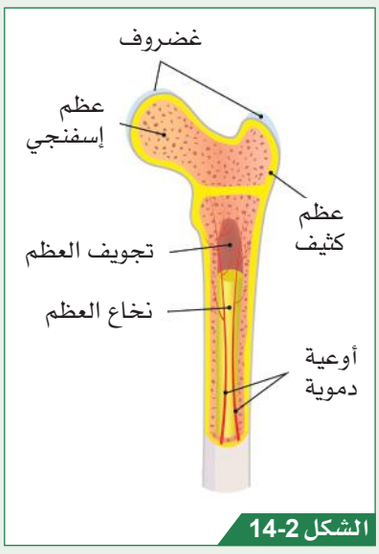
- وظيفة العظم الإسفنجي هي إضافة المرونة إلى العظم، وتخزين نخاع العظم. وهو يؤدّي هذه الوظيفة بواسطة ثقوبه.
- وظيفة العظم الكثيف هي دعم الجسم وحماية العظم الإسفنجي. وهو يُؤدّي هذه الوظيفة بكونه كثيفًا.
- نخاع العظم الأحمر هو موقع إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدمويّة.
- يحتوي نخاع العظم الأصفر على الأنسجة الدهنيّة التي تُعتبر مصدرًا للطاقة.

وظائف أجزاء العظام

وظيفة العظم الكثيف دعم الجسم وحمايته. وهو يؤدّي هذه الوظيفة من خلال كونه تركيبًا صلبًا قليل الثقوب.

أمّا وظيفة العظم الإسفنجي فهي جعل العظام أكثر مرونة، وتخزين نخاع العظم والمعادن. ومع ذلك لا يكون العظم الإسفنجي قويًا بما يكفي لتحمُّل الإجهاد والوزن. وهو يؤدّي هذه الوظيفة من خلال ثقوبه العديدة. ويعمل بطريقة عمل الإسفنج الفعلي نفسها. فالإسفنج مرن ويمكن ضغطه لاحتوائه على ثقوب.

يوجد العظم الإسفنجي في مركز العظام الطويلة وفي أطرافها (لاحظ الشكل 2-14). ومن الجدير بالذكر أنّ العظام المرنة، كالعمود الفقري، تحتوي على نسبة من العظم الإسفنجي أعلى من غيرها.



الشكل 2-14
موقع العظم الإسفنجيّ والعظم الكثيف.

يُشكّل العظم الكثيف % 20 فقط من حجم الهيكل العظميّ. في المقابل، ولأنّ كثافته أعلى من كثافة العظم الإسفنجيّ، فهو يُشكّل % 80 من كتلة الهيكل العظمي.

تتمثّل وظيفة نخاع العظم في إنتاج خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية. وهو يؤدّي هذه الوظيفة من خلال كونه مُركّبًا من نسيج دهنيّ ليّن يحتوي على الكثير من العناصر الغذائية التي تُستخدَم في تكوين الخلايا. تسمّى الخلايا التي تقع في نخاع العظم الخلايا الجذعية. وهي خلايا يمكنها تكوين أنواع مختلفة من الخلايا.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر الإجابة الصحيحة عن السؤالين 1 و 2.

1. ما وظيفة العظم الإسفنجي؟
   - **(A)** دعم الجسم.
   - **(B)** إنتاج خلايا الدم.
   - **(C)** إنتاج الصفائح الدمويّة.
   - **(D)** إعطاء المرونة للعظام.

2. أيّ من العظام الآتية يحتوي على أعلى نسبة من العظم الإسفنجي؟
   - **(A)** عظم الساق.
   - **(B)** العمود الفقري.
   - **(C)** عظم الذراع.
   - **(D)** الجمجمة.

3. **a.** سَمِّ نوعَي نخاع العظم.
   b. صِفْ وظائف كل نوع من نخاع العظم.

4. حدِّد جزء العظم الطويل الذي يتكوَّن من عظم كثيف، ثمّ وضّح وظيفته.

5. وضّح كيف أنّ تركيب العظم الإسفنجي يجعله أكثر مرونة وقدرة على احتواء نخاع العظم.

6. وضّح لماذا يشغل العظم الكثيف % 20 من حجم الهيكل العظمي، لكنّه في المُقابل يشكّل % 80 من كتلته.

نشاط منزليّ

7. يصيب مرض هشاشة العظام العظم الكثيف، فيصبح أقلّ سماكة، ويصبح العظم الإسفنجي أقلّ كثافة. توقَّع نتيجة هذه التأثيرات على وظيفة العظم الإسفنجي والعظم الكثيف. وضّح إجابتك.

الدرس 2-3 ما تركيب المفاصل الزلاليّة؟

أشياء تعلّمتَها

1. تحتوي أطراف العظام على نسبة عالية من العظم الإسفنجي لإكسابها المرونة.
2. تقاوم قوى الاحتكاك قوى الحركة.
3. الرافعات آلات بسيطة تدور حول محور.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تصف تركيب المفاصل الزلاليّة.
- تشرح أهمّية المفاصل لحركة الذراعَين والساقَين.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- تلاحظ كيف تتحرَّك عظام ساق الدجاج، وكيف يرتبط بعضها ببعض.

نشاط افتتاحيّ

- شاهد مقاطع مُصوَّرة لأشخاص يحرِّكون مفاصلهم. فكِّر في كيفيّة تحرُّك تلك المفاصل.
- صف كيفيّة تحرّك المفاصل واتّجاهات حركتها في الحالات الآتية:
  1. لُفّ ذراعَيك حول كتفَيك.
  2. حرِّك مرفقَيك.
  3. حرّك ساقَيك من الورك.
  4. حرّك ركبتَيك.

مُفردات تتعلّمها:

الوَتَر	Tendon
الرباط	Ligament
الغضروف	Cartilage
المفصل الزلالي	Synovial joint
المفصل الكروي	Ball and socket joint
المفصل الرَزّيّ	Hinge joint
السائل الزلالي	Synovial fluid

النشاط 1 كيف تتحرّك المفاصل؟

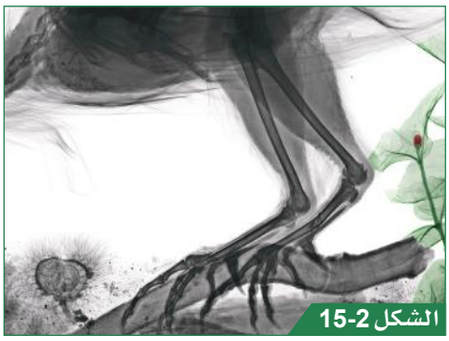
سوف تُشَرِّح رِجل دجاجة لتلاحظ كيف تتّصل العظام بالعضلات وكيف تتحرَّكَ العظام معًا.

ستحتاج إلى:

- ساق دجاجة
- قفّازات
- مشرط
- مقصّ تشريح
- لوح تشريح
- ملقط

- اغسل يدَيك جيّدًا في بداية العمل وعند نهايته. قد يُسبِّب الدجاج النيء إصابتك بالمرض، لاحتوائه على بكتيريا.
- ارتدِ القفازَين أثناء إجراء التشريح.
- تعامَل بعناية مع المشرط والمقصّ لأنّهما حادّان.

1. حرّك الساق لترى كيف تدور حول مفصلها.
2. أزل الجلد. اقطع الجلد بالمشرط ثم بالمقصّ. قد تصادف بعض الأنسجة الصفراء تحت الجلد، تلك هي الأنسجة الدهنية، وهي مُكوّنة من الدهون.
3. انظر إلى النسيج تحت الجلد. الجزء الوردي هو العضلات. ابحث عن المكان الذي ترتبط فيه العظام.
4. قُصّ بعض العضلات باستخدام المقصّ. ابحث عن مادة خيطية بيضاء اللون تربط العضلة بالعظم. تُسمّى هذه المادّة **الأوتار Tendons**. تربط الأوتار العضلات بالعظام حتى تتمكّن العضلات من تحريك العظام.
5. أزل كلّ العضلات. ابحث عن مادة خيطية بين العظام. فهذه المادّة هي **الأربطة Ligaments** التي تُحافظ على تماسُك وترابُط العظام معًا.
6. حرّك ساق الدجاجة لترى كيف يقوم المفصل بالدوران من دون أن يمنعه الجلد والعضلات.
7. قُصّ الأربطة بالمقصّ، وانظر إلى أطراف العظام، تجد **الغضروف Cartilage** وهو طبقة بيضاء اللون تغلّف نهاية العظم. ويُخفّف الغضروف الاحتكاك بين العظام.
8. أزل الغضروف ثمّ أحدث احتكاكًا بين أطراف العظام معًا. لاحظ ما يحدث عند حكّ العظام معًا من دون غضروف، مقارنة بوجود الغضروف.



الشكل 2-15

عظام ساق الدجاج.

أسئلة المُتابَعة

1-3 a. ما اسم النسيج الذي يربط العظام بالعضلات؟

b. توقَّع ما يحدث عند تمزُّق هذا النسيج.

2-3 a. ما النسيج الذي يربط عظمًا بعظم؟

b. توقَّع ما يحدث إذا تمزَّق هذا النسيج.

3-3 a. ما وظيفة الغضروف؟

.....

b. ما خصائصه؟

.....

c. توقَّع ما يحدث عند تلفه.

.....

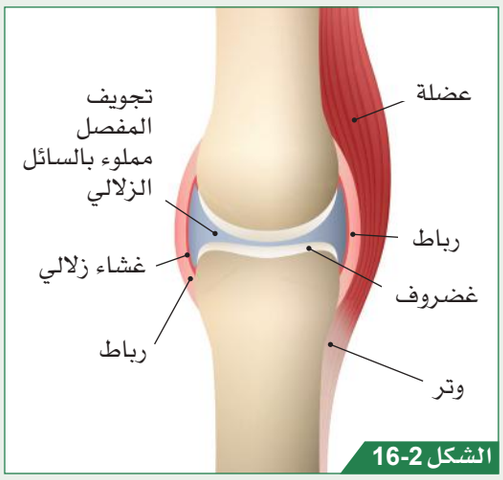
هذا ما تعلَّمتَه:

- تحتوي أطراف العظام على غضروف يُقلِّل من الاحتكاك بين العظام.
- تدور الساقان في جميع الاتّجاهات عند مفصل الحوض، وفي اتّجاه واحد فقط عند مفصل الركبة.
- تربط الأوتار العضلات بالعظام، بينما تحافظ الأربطة على تماسُك العظام وترابُطها معًا.

كيف تعمل المفاصل؟

ترتبط عظام ساقَي الإنسان عند مفصل الركبة، وتحتوي أطراف العظام على بروتين زلق لامع يُعرَف بالغضروف، ممّا يُخفِّف من الاحتكاك بين العظام. تربط الأربطة العظام بعضها ببعض، وتربط الأوتار العضلات بالعظام.

تُشكِّل **المفاصل الزلالية Synovial joints** (لاحظ الشكل 2-16) المكان الذي يكون فيه الهيكل العظمي مرنًا، ويتحرَّك حول محور. وتتوزّع أعداد مختلفة من المفاصل على أجزاء مختلفة من الهيكل العظمي.



الشكل 2-16

تركيب المفصل الزلاليّ.

الجدول 2-3 عدد المفاصل في أجزاء مختلفة من الهيكل العظمي.

الجزء من الجسم	عدد المفاصل
اليد	27
المرفق	3
المعصم	3
العمود الفقري	128
الورك	3
الركبة	2
القدم	33

الجدول 2-3

النشاط 2 ما أنواع المفاصل؟

ستحتاج إلى:
- **ورقة العمل 2-3-1**
- **صور لأشخاص يحرِّكون أذرعهم وسيقانهم**

تأكَّد من وجود متّسع لتحريك ذراعَيك ورجلَيك.

1. حرِّك كتفَيك ومرفقَيك. سجِّل الاتِّجاهات التي يتحركان فيها.
2. حرِّك عظم الفخذ وعظام الساق وركبتك. سجِّل الاتِّجاهات التي تتحرّك فيها.
3. لاحظ **الشكلَين 2-17 و 2-18** أدناه. فكِّر في كيفيّة تحرُّك الكتفَين والمرفقَين والساقَين والفخذَين.

لاعب كرة قدم يركل الكرة.

احتفال شعبي في الدوحة.

4. دوّن تسميات المرفق والكتف والركبة والحوض على الرسم التخطيطي في **ورقة العمل 2-3-1**، وارسم أسهمًا توضّح بها اتّجاهات حركة كلّ منها.
5. اكتب عن كيفيّة تشابُه مفصل الركبة ومفصل المرفق. حدِّد ما إذا كنت تعتقد أنّها مفاصل كروية أو رزّية. وضّح إجابتك.
6. اكتب عن كيفيّة تشابُه مفصلَي الكتف والحوض. حدِّد ما إذا كنت تعتقد أنّهما من **المفاصل الكروية Ball and socket joints** أو **المفاصل الرزّية Hinge joints**. وضّح إجابتك.
7. يتخلّل المفاصل سائل يُسمّى **السائل الزلالي Synovial fluid**. فكِّر فيما يفعله هذا السائل وفيما يحدث من دونه.

أسئلة المُتابَعة

4-3 صِف الحركة في المفصل الرزّي.

.....

5-3 صِف الحركة في المفصل الكروي.

.....

6-3 اشرح سبب الحاجة إلى السائل الزلالي بين المفاصل.

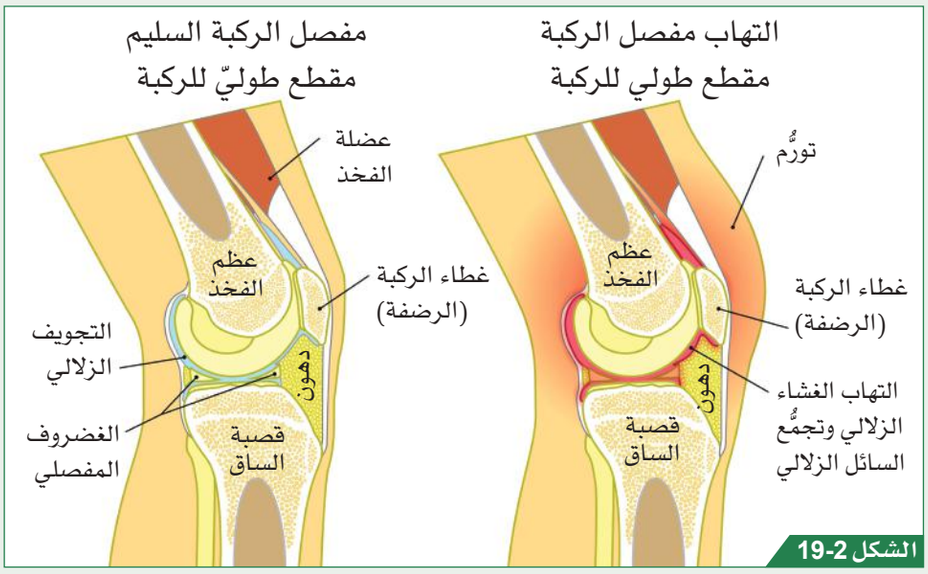
.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- تتحرّك العظام عند المفاصل الكروية في جميع الاتّجاهات.
- تتحرّك العظام عند المفاصل الرزّية في اتّجاه واحد.
- يتخلّل السائل الزلالي المفاصل ويقوم بتليينها لكي تتحرّك من دون احتكاك.

ما أنواع المفاصل؟

- تتحرّك العظام عند المفاصل الكروية في جميع الاتّجاهات، ومن الأمثلة عليها: مفصل الكتف ومفصل الورك. أما العظام عند المفاصل الرزّيّة، فتتحرّك في اتّجاه واحد فقط. يُعدّ مفصل الركبة ومفاصل المرفق من الأمثلة على المفاصل الرزّية.
- يُخفِّف الغضروف والسائل الزلالي من الاحتكاك بين العظام. يُمكن أن يتلف الغضروف من خلال الإصابات الرياضية أو بمرور الزمن، مع الإجهاد والتعب المستمر. تشمل أعراض تلف الغضروف آلام المفاصل وتورُّمها وجفافها. وإذا كنت تعاني من حالة تُقلِّل كمّية السائل الزلالي، فقد تشعر أيضًا بآلام في المفاصل.



آلام المفاصل الناتجة عن تلف الغضروف.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 3.

1. ما النسيج الذي يربط العضلات بالعظام؟
   - (A) الوتر.
   - (B) الرباط.
   - (C) الغضروف.
   - (D) السائل الزلالي.
2. ما النسيج الذي يقلّل من الاحتكاك بين العظام؟
   - (A) الوتر.
   - (B) الرباط.
   - (C) الغضروف.
   - (D) السائل الزلالي.
3. ما النسيج الذي يربط العظام بعضها ببعض؟
   - (A) الأوتار.
   - (B) الأربطة.
   - (C) الغضروف.
   - (D) السائل الزلالي.
4. اشرح لماذا يُسبِّب تمزُّق أحد الأوتار ضعفًا في الحركة.
5. اذكر مفصلَين يُمكنهما التحرُّك في اتِّجاه واحد فقط.
6. اذكر مفصلَين يُمكنهما التحرُّك في جميع الاتجاهات.
7. صِفْ كيف تسمح المفاصل الكروية بالحركة في جميع الاتجاهات.
8. صِفْ كيف تسمح المفاصل الرزّية بالحركة في اتِّجاه واحد.

نشاط منزليّ

9. أَعِدَّ مطوية تشرح كيف يتشابه مفصل ساق الإنسان مع مفصل ذراعه.

الدرس 2-4

كيف تساعدك العضلات الثنائيّة المُتضادّة على الحركة؟

أشياء تعلّمتَها

1. عندما تنقبض العضلات أو تنبسط ، يتحرَّك جزء من الجسم.
2. تؤثر القوى على الأجسام. لذلك لا بُدّ من اختلال الاتزان في القوى لكي تتحرَّك الأجسام.
3. المفاصل ضروريّة من أجل تحريك الذراعَين والساقَين.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

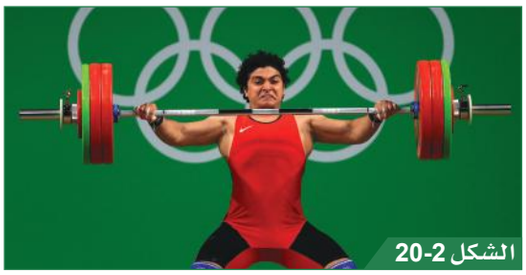
- تشرح أنّ العضلات لا تستطيع الدفع، بل يقتصر عملها على السحب.
- تعرف أنّ أزواج العضلات تعمل على تحريك الأطراف، حيث تسحب إحدى العضلتَين في اتِّجاه وتسحب العضلة الأخرى في الاتِّجاه الآخر. تطلق على كلّ زوج تسمية العضلات المتضادة.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- تحلّل العلاقة بين تركيب المفاصل والطريقة التي تتحرَّك بها.

نشاط افتتاحيّ

- شاهد مقطعًا مُصوّرًا، أو شاهد مُعلّمك يُحرِّك ذراعَيه إلى الأعلى وإلى الأسفل.
- حرك ذراعَيك بطريقة مُماثلة.
- ستشعر بالشدّ في أجزاء مختلفة من ذراعَيك عندما تُحرِّكهما إلى الأعلى وإلى الأسفل. لاحظ المكان الذي تشعر فيه بالشدّ في ذراعَيك وأنت تُحرِّكهما إلى الأعلى وإلى الأسفل.



الشكل 2-20

رافع الأثقال القطري فارس إبراهيم حسونة في أولمبياد ريو 2016.

مُفردات تتعلّمها:

العضلات المُتضادّة	Antagonistic muscles
تنقبض	Contract
تنبسط	Relax

النشاط 1 كيف تعمل العضلات المُتضادّة؟

سوف تُلاحظ نموذجًا للعضلات، وتستخدمه لتُفسِّر عدم قدرتها على الدفع، وقدرتها على السحب فحسب.

1. اسحب الخيط مع اللاصق (لاحظ **الشكل 2-21**). هل يتحرَّك الخيط إلى الخلف؟ سجِّل ملاحظاتك.
2. حاول دفع الخيط المُتَّصل بقطعة المعجون اللاصق. هل تتحرَّك القطعة إلى الأمام؟ سجِّل ملاحظاتك.
3. قارن الخيط بالعضلة. تتكوَّن العضلات من عدّة ألياف من البروتين المُترابِط. بمَ يشبه الخيط العضلة؟ بمَ يختلف عنها؟

ستحتاج إلى:

- قطعة من المعجون اللاصق على طرف خيط

الشكل 2-21

سحب الخيط مع اللاصق.

أسئلة المُتابَعة

1-4 ماذا حدث عندما دفعت الخيط؟

2-4 ماذا حدث عندما سحبت الخيط؟

3-4 هل يمتلك الخيط قدرة على تحريك قطعة المعجون اللاصق عند الدفع والسحب؟ إذا لم يكن الأمر كذلك، فما الفعل الذي كان الخيط أكثر قدرة فيه؟

4-4 قارن الخيط بعضلاتك. ماذا يحدث للعظم إذا كانت هناك عضلة واحدة تعمل عليه؟ هل تتمكّن تلك العضلة من تحريك ذلك العظم في كلا الاتِّجاهين؟

5-4 استخدم فكرة الخيط، واشرح لماذا تنتظم العضلات التي تُحرِّك الذراعَين والساقَين في أزواج.

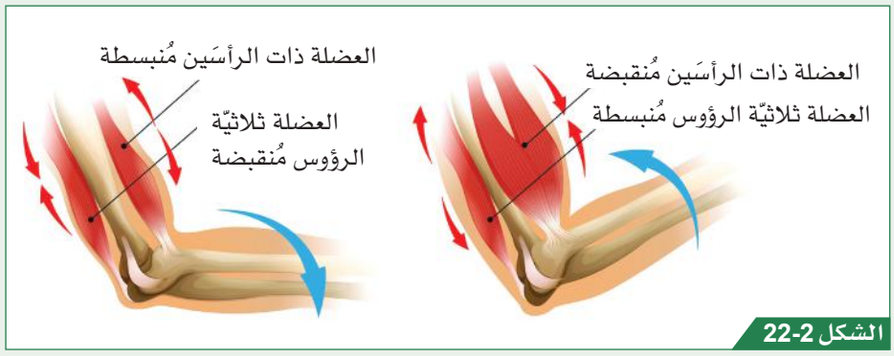
هذا ما تعلَّمتَه:

- يقتصر عمل العضلات على السحب، ولا يمكنها الدفع.
- تعمل العضلات التي تُحرِّك العظام في أزواج، ويطلق عليها تسمية **العضلات المُتضادّة** Antagonistic muscles.

كيف تعمل العضلات؟

يقتصر عمل العضلات على السحب، ولا يمكنها الدفع. لذلك، عندما نريد أن نحرّك عظمًا حول نقطة معينة، نحتاج إلى عضلتَين للقيام بذلك: إحداهما تسحب في اتِّجاه والأخرى تسحب في الاتِّجاه المُعاكس. يُطلق على هذه العضلات تسمية العضلات المتضادّة. تمتلك أجسامنا عضلات مُتضادّة في الأجزاء التي نرغب في تحريكها بأكثر من اتِّجاه واحد.

تُشكّل العضلة ذات الرأسَين والعضلة ثلاثيّة الرؤوس الموجودتان في الذراع زوج عضلات متضادّة (الشكل 2-22).



الشكل 2-22

النشاط 2 أين توجد العضلات المُتضادّة في جسم الإنسان؟

ستحتاج إلى:
- **اتِّصال بشبكة الإنترنت**
- **ورقة العمل 2-4-1**

سوف تجد عضلات ثنائية مُتضادّة في جسمك وتُسجِّل ملاحظات تُبيّن متى ينقبض Contract كلّ منها.

1. انظر إلى **الشكل 2-23**. توقَّع أجزاء الجسم التي يجب أن تتحرَّك في اتِّجاهَين، وتتطلَّب بالتالي عضلات مُتضادّة.
2. اعمل ضمن مجموعة رُباعيّة. حيث يقوم كلّ فرد من المجموعة بالبحث عن زوج من أزواج العضلات المُتضادّة الموجودة في الذراعَين والساقَين والصدر والظهر.
3. استخدم شبكة الإنترنت للبحث عن مكان وجود العضلات المُتضادّة، والحركات التي تقوم بها في الجسم.
4. يُقدِّم كلّ فرد من المجموعة تقريرًا عن زوج العضلات المُتضادّة.
5. استخدم المعلومات لإكمال الجدول أدناه.

الشكل 2-23
العضلات في جسم الإنسان.

الموقع	العضلة 1	العضلة 2	ما يحدث عندما تنقبض العضلة 1	ما يحدث عندما تنقبض العضلة 2
الذراعان				
الفَخذان				
الصدر				
الظهر				

الجدول 2-4

الشكل 2-24
بعض العضلات المتضادّة في جسم الإنسان.

6. اكتب على **ورقة العمل 2-4-1** أسماء أزواج العضلات المُتضادّة.

أسئلة المُتابَعة

6-4 أكمل هذا الجدول الخاصّ بأسماء أزواج العضلات المُتضادّة.

جزء الجسم	اسم زوج العضلات المُتضادّة
الذراعان	
الفَخذان	
الظهر	
الصدر	
الوركان	

الجدول 2-5

هذا ما تعلَّمتَه:

- زوج العضلات المُتضادّة في الذراعَين يتكوّن من العضلة ذات الرأسَين والعضلة ثلاثية الرؤوس.
- زوج العضلات المُتضادّة في الفخذَين يتكوّن من العضلات المأبضية والعضلة رباعية الرؤوس.
- زوج العضلات المُتضادّة في الظهر يتكوّن من العضلة الداليّة والعضلة الظهرية العريضة (Latissimus dorsi).
- زوج العضلات المُتضادّة في الصدر يتكوّن من العضلة الصدرية الكُبرى والعضلة الظهرية العريضة.
- زوج العضلات المُتضادّة في الورك يتكوّن من العضلة الألوية الكبرى والعضلة المُثْنية للورك.

ما وظيفة العضلات المُتضادّة؟

يحتوي الجسم على عدة أزواج من العضلات المُتضادّة. وهي موجودة في كلّ جزء من الجسم يحتاج إلى التحرُّك في اتِّجاهَين. وهي تُساعد العظام على التحرُّك حول المفاصل في اتِّجاهَين. وسبب ذلك أنّ العضلات لا تستطيع الدفع، بل يمكنها السّحب فقط.

النشاط 3 ما ضرورة العضلات المُتضادّة؟

سوف تصمّم نموذجًا لزوج من العضلات المُتضادّة، باستخدام الكرتون كعظام، والشرائط المطّاطية كعضلات مُتضادّة.

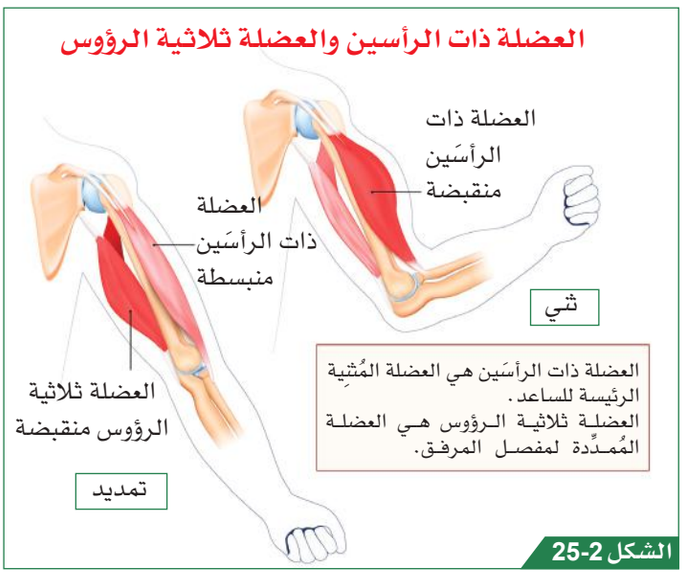
المقص حادّ، لذا لا تُمسك به إلا عند استخدامه. استخدم المسمار فقط على الورق المُقوّى.

ستحتاج إلى:

- ورقة العمل 2-4-2
- شرائط مطّاطية عدد 2
- مشبك فراشة
- كرتون
- صمغ
- مقصّ

1. ألصق **ورقة العمل 2-4-2** على الكرتون السميك والصلب.
2. قصّ الأشكال على طول الخطوط السوداء المُتواصلة.
3. استخدم مسمارًا حادًّا كمسمار الفرجار، لتُحدِث ثقوبًا على النقاط السوداء بالأحرف J و B و T.
4. ضع ثقب J في عظم واحد فوق ثقب J في العظم الآخر. أدخل مشبك الورق فيه، بحيث تستدير البطاقة حوله.

5. أدخل أحد طرفَي شريط مطّاطي خلال ثقب B، وطرفه الآخر خلال الثقب B الآخر. اربط عقدة عند الطرفَين.
6. أدخل أحد طرفَي الشريط المطّاطي خلال ثقب T والطرف الآخر خلال ثقب T الآخر. اربط عقدة عند الطرفَين. تأكَّد من أنّ الأربطة المطّاطية مشدودة تمامًا.
7. اسحب الشريط المطّاطي B وسجِّل مُلاحظاتك.
8. اسحب الشريط المطّاطي T وسجِّل مُلاحظاتك.
9. حاول دفع أحد الأشرطة وسجِّل مُلاحظاتك.



عضلات مُتضادّة أثناء عملها.

أسئلة المُتابَعة

7-4 ماذا يحدث عندما تسحب الشريط المطّاطي B؟

8-4 ماذا يحدث عندما تسحب الشريط المطّاطي T؟

9-4 ماذا تُمثِّل الحروف J و B و T؟

10-4 توقّع ما يحدث إذا تمزّقت إحدى العضلات.

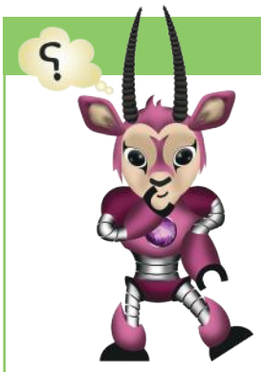
هذا ما تعلَّمتَه:

- تعمل العضلات المُتضادّة على تحريك الأشياء عندما تنقبض إحدى العضلتَين وتنبسط Relaxes العضلة الثانية.
- عندما تنقبض العضلة الثانية وتنبسط الأولى، يتحرَّك الطرف في الاتِّجاه المُعاكس.

نماذج من العضلات المُتضادّة

يمكن تشكيل عضلات الذراعَين المتضادة باستخدام الكرتون والشرائط المطّاطيّة. عندما يتمّ سحب شريط مطّاطي واحد، فسوف يُحرّك ذراع الكرتون. وعندما يتمّ سحب الشريط المطّاطي الآخر، فإنّه يُحرِّك هذه الذراع في الاتِّجاه المُعاكس. عندما يتمّ دفع الشريط المطّاطي، لا تتحرّك ذراع الكرتون، لأنّ الشريط مرن جدًّا.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس



اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 3.

1. اذكر زوج عضلات مُتضادَّة في الذراع.
   (A) العضلة الصدرية الكبيرة والعضلة الظهرية العريضة.
   (B) العضلة ذات الرأسَين والعضلة ثلاثية الرؤوس.
   (C) العضلة المأبضية والعضلة رُباعية الرؤوس.
   (D) عضلة الورك المقرّبة والعضلة الألوية المُتوسِّطة.

2. اذكر زوج عضلات مُتضادّة في الصدر.
   (A) العضلة الصدرية الكبيرة والعضلة شبه المنحرفة.
   (B) العضلة ذات الرأسَين والعضلة ثلاثية الرؤوس.
   (C) العضلة المأبضية والعضلة رُباعية الرؤوس.
   (D) عضلة الورك المقرّبة والعضلة الألوية المُتوسِّطة.

3. اذكر زوج عضلات مُتضادّة في الفَخذ.
   (A) العضلة الصدرية الكبيرة والعضلة الظهرية العريضة.
   (B) العضلة ذات الرأسَين والعضلة ثلاثية الرؤوس.
   (C) العضلة المأبضية والعضلة رُباعية الرؤوس.
   (D) عضلة الورك المقرّبة والعضلة الألوية المُتوسِّطة.

4. اشرح لماذا تنتظم العضلات المُتضادّة في أزواج.

5. اشرح ما يحدث لكلّ من العضلات الثنائية المُتضادّة عندما تجعل أحد الأطراف يتحرّك.

6. سمِّ في نموذجك للعضلات المُتضادّة ما يُمثّله كلّ من الكرتون والمشبك والشرائط المطّاطية.

نشاط منزليّ

7. قد يحدث تمزُّق في العضلة ثلاثية الرؤوس لشخص يقوم بتمرين دفع بوزن زائد. تشمل أعراض التمزُّق ألمًا في أسفل الذراع، وتيبُّسًا، وضعفًا، وتورُّمًا. استخدم معرفتك عن العضلات المُتضادّة لتشرح كيف يحدث تمزُّق العضلة ثلاثية الرؤوس، ولماذا يعاني الأشخاص المصابون بها الأعراض المذكورة أعلاه.

الدرس 2-5 ماذا تعرف عن الجهاز الهيكليّ؟

عنوان المشروع: كيف يُؤثّر تركيب العظام على قوّتها؟

الشكل 2-26
إصبع في جبيرة.

الشكل 2-27
دعامة ساق.

الشكل 2-28
قالب جبس.

في هذا المشروع سوف:

- تستقصي قوة نموذج عظم ذي تراكيب مختلفة.
- تُحدِّد تركيب نموذج العظم القادر على تحمُّل أكبر قدر من القوة.
- تستخدم النتائج لشرح تركيب عظام الهيكل العظمي.

كن حذرًا في حال سقوط الكتب.

الشكل 2-29
صورة بالأشعّة السينية لذراع سليمة (إلى اليسار) وصورة لذراع مكسورة (إلى اليمين).

ستحتاج إلى:

- غرفة مصادر التعلّم
- بطاقات من الورق المُقوّى (الكرتون)
- أوراق عدد 4
- ورق مُقوّى
- قطعة مُسطّحة من الكرتون
- عدة كتب (أيّة كتب)
- شريط لاصق
- ميزان

المهمات الرئيسة للمشروع:

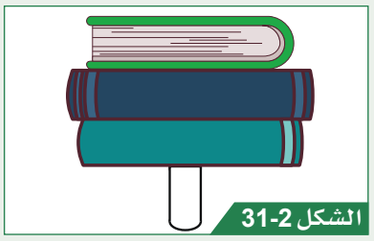
1. استخدم شبكة الإنترنت، وابحث في المراحل الأربع لالتئام العظام: الورم الدموي، ظهور النّدبة الليّنة، ظهور النّدبة القاسية (المسمار)، تَجَدُّد العظام. وابحث أيضًا عن سبب معالجة العظام باستخدام الجبائر.

2. استخدم المعلومات لكتابة تقرير عن كيفيّة انكسار العظام، وكيف تلتئم، وكيف نتعامل معها.
3. انظر إلى **الشكل 2-30** لتتذكَّر كيف يبدو الجزء الداخلي من العظام.
4. ناقش حجم العظام وشكلها وسُمكها.
5. ارسم في كتابك مقاطع عرضية لثلاثة نماذج من العظام التي تريد بناءها. سمِّ المواد التي ستضعها في الداخل، وارسم التصميم الداخلي للعظام.
6. توقَّع نموذج العظم الذي سيتحمّل أكبر كتلة قبل الانهيار.

الشكل 2-30

مخطّط لعظم من الداخل.

7. اكتب خطوات خُطّتك حول كيفيّة اختبار قوّة نماذج العظام.
8. سجِّل البيانات لكلّ تركيب عظمي تختاره. وسجّل نتائجك.



الشكل 2-31

نموذج عظم يحمل وزن الكتب.

9. استنتج بشأن النموذج الذي تحمّل أكبر وزن.
10. قارن نموذجك العظمي بالعظم الحقيقي. اذكر مدى تشابُههما.

تقيِّم عملك عن طريق اختيار الدرجة المُناسبة التي تصف مستوى تحقيق مشروعك لكلّ معيار من المعايير المطلوبة فيه.

المَعايير	جيّد نوعًا ما (1)	جيّد (2)	جيّد جدًا (3)	مُمتاز (4)	العلامات
تناول أهداف المشروع: • **وضع خطّة استقصاء للعلاقة بين تركيب نموذج العظم ومقدار الوزن الذي يمكن أن يحمله.**	• **خارطة المفاهيم:** – تتضمّن عددًا قليلًا من الموضوعات التي تمّت دراستها في الوحدة	• **خارطة المفاهيم:** – تتضمّن بعض الموضوعات التي تمّت دراستها في الوحدة	• **خارطة المفاهيم:** – تتضمّن موضوعات كثيرة تمّت دراستها في الوحدة	• **خارطة المفاهيم:** – تتضمّن كلّ الموضوعات التي تمّت دراستها في الوحدة	
• **تنفيذ الاستقصاء وشرح النتائج.**	• **خطّة الاستقصاء لاختبار نموذج العظم:** – مُكتملة جُزئيًّا – ليست دقيقة	• **خطّة الاستقصاء لاختبار نموذج العظم:** – مُكتملة جُزئيًّا – دقيقة	• **خطّة الاستقصاء لاختبار نموذج العظم:** – مُكتملة جُزئيًّا – دقيقة	• **خطّة الاستقصاء لاختبار نموذج العظم:** – مُكتملة – دقيقة	
	• **القليل من الشرح صحيح**	• **بعض الشرح صحيح**	• **معظم الشرح صحيح**	• **كلّ الشرح صحيح**	
الربط بين تركيب نموذج العظم وقوّته	أقمتَ روابط قليلة بين تركيب النموذج وصحّته	أقمتَ بعض الروابط بين تركيب النموذج وصحّته	أقمتَ روابط كثيرة بين تركيب النموذج وصحّته	أقمتَ كلّ الروابط بين تركيب النموذج وصحّته	
الربط بين المواضيع في الوحدة والحاجة إلى المحافظة على البيئة	– ربطتَ القليل من الموضوعات ربطًا صحيحًا بالحاجة إلى المحافظة على البيئة	– ربطتَ بعض الموضوعات ربطًا صحيحًا بالحاجة إلى المحافظة على البيئة	– ربطتَ موضوعات كثيرة ربطًا صحيحًا بالحاجة إلى المحافظة على البيئة	– ربطتَ جميع الموضوعات ربطًا صحيحًا بالحاجة إلى المحافظة على البيئة	
أظهرتَ استخدامًا لمهارات الاستقصاء العلميّ الآتية: **استخدام البيانات الثانويّة** (جمع المعلومات) **التحليل والاستنتاج** (رسم اللوحات البيانية) **التواصل وتقديم تقرير** (كتابة خطّة)	أظهرتَ إدراكًا لإحدى مهارات الاستقصاء العلميّ من دون استخدامها بطريقة مناسبة	أظهرتَ استخدامًا لمهارة أو مهارتَين ذات علاقة من مهارات الاستقصاء العلمي	أظهرتَ استخدامًا لمعظم مهارات الاستقصاء العلميّ ذات العلاقة	أظهرتَ استخدامًا لجميع مهارات الاستقصاء العلميّ ذات العلاقة	
عرض واضح وموجز بحيث يسهل فهم المعلومات	– خارطة المفاهيم غير مُكوّنة جيّدًا – الخطّ غير مُناسب – مُرتّب وأنيق	– خارطة المفاهيم غير مُكوّنة جيّدًا – الخطّ مُناسب – مُرتّب وأنيق	– خارطة المفاهيم مُكوّنة جيّدًا – الخطّ غير مُناسب – مُرتّب وأنيق	– خارطة المفاهيم مُكوّنة جيّدًا – الخطّ مُناسب – مُرتّب وأنيق	
أظهرت تفكيرًا مُبتكرًا أو إبداعيًا.	أقمتَ دليلاً ضعيفًا على تفكير مُبتكر أو إبداعي	أقمتَ دليلاً على بعض التفكير المبتكر أو الإبداعي المحدود	أقمتَ دليلاً على تفكير مبتكر أو إبداعي مُتوسّط	أقمتَ دليلاً قويًّا على تفكير مُبتكر أو إبداعي	
عَمِلتَ ضمن مجموعة	(أضِفْ علامة)				
سلّمتَ المشروع في الوقت المُحدّد	(أضِفْ علامة)				
	المجموع				/22
الملاحظات					

ماذا تَعَلَّمتَ في هذه الوحدة؟

- تشمل الأجزاء الرئيسة في الهيكل العظمي لجسم الإنسان العمود الفقري والجمجمة والحوض وعظام الذراع وعظام الساق.
- يُشكّل الهيكل المحوريّ مركز الجسم. تشمل العظام التي يتكوّن منها الهيكل المحوريّ: الجمجمة والقفص الصدري والعمود الفقري. أمّا الهيكل الطرفي فيتكوّن من عظام الجسم في الذراعَين والساقَين، بما في ذلك الحوض وعظام الذراع وعظام الساق.
- تقوم العظام الطويلة للهيكل العظمي، مثل عظام الذراع والساق، بتأمين الدعامة للجسم.
- تقوم بعض أجزاء الهيكل العظمي، مثل الجمجمة والضلوع والحوض، بتأمين الحماية لأعضاء الجسم.
- تعمل العظام كمخزن للكالسيوم والبوتاسيوم.
- يُنتج نخاع العظم خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية.
- تقع المفاصل الزلالية حيث تلتقي نهايتا عظمَين.
- يُغلِّف المفاصل الزلالية بروتين يُسمّى الغضروف ويُحيط به سائل يُسمّى السائل الزلالي لتقليل الاحتكاك الذي يحدث عند المفاصل، ممّا يُخفِّف الألم أيضًا.
- الأوتار عبارة عن أنسجة تربط العضلات بالعظام حتّى تتمكّن العضلات من تحريك العظام.
- الأربطة عبارة عن أنسجة تحافظ على تماسُك وترابُط العظام معًا.
- هناك نوعان رئيسان من المفاصل في الهيكل العظمي، هما: المفاصل الكروية والمفاصل الرزّية.
- تستطيع المفاصل الكروية أن تتحرَّك في كلّ اتّجاه تقريبًا، ومن الأمثلة عليها مفاصل الكتف ومفاصل الورك.
- تدور المفاصل الرزّية في اتّجاه واحد فقط. ومن الأمثلة عليها مفاصل المرفق ومفاصل الركبة.
- لا تستطيع العضلات الدفع، بل يقتصر عملها على السحب.
- تقوم العضلات التي تعمل في ثنائيات بتحريك الأطراف. تسحب إحدى العضلتَين في اتّجاه، وتسحب العضلة الأخرى في الاتّجاه الآخر. يُطلَق على أزواج العضلات تلك تسمية العضلات المُتضادّة.

مهارات الاستقصاء العلمي التي تعلّمتها في هذه الوحدة:

- تُخطِّط تجربة لتحديد كيفيّة تأثير تركيب نموذج العظم على صلابته.

تقويم الوحدة

اختر الإجابة الصحيحة عن الأسئلة من 1 إلى 4.

1. **لماذا يكون حجم الكائنات الحية التي ليس لها هيكل عظمي صغيرًا، إلّا إذا كانت تعيش في المحيط؟**

(A) لن تكون قادرة على حمل أيّ عظام.
(C) لا تحتاج إلى خلايا الدم.
(B) لا يمكنها الاحتفاظ بالكالسيوم الكافي للعظام.
(D) ليس لديها وسيلة لدعم أجسامها.

2. **ما المعدن الضروري لصحّة العظام؟**

(A) الصوديوم.
(C) الكالسيوم.
(B) الكلوريد.
(D) الحديد.

3. **ما وظيفة السائل الزلالي؟**

(A) تخفيف الاحتكاك بين العظام.
(C) إصلاح العظام.
(B) إنتاج خلايا الدم.
(D) ربط العظام معًا.

4. **أيٌّ ممّا يأتي ليس من وظائف الضلوع؟**

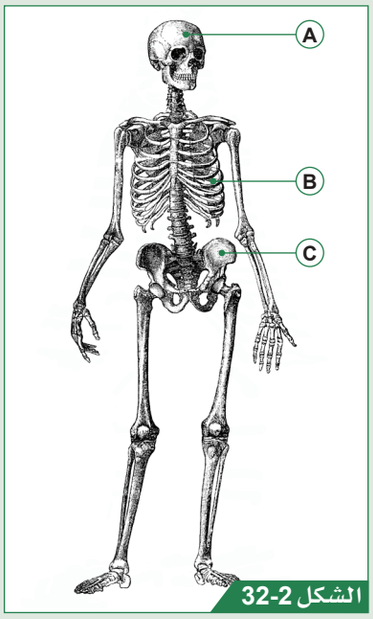
(A) حماية القلب والرئتَين.
(C) تحريك الرأس.
(B) إنتاج خلايا الدم.
(D) دعم العضلات في منطقة الصدر والكتفَين.

5. **اكتب أسماء الأجزاء المُشار إليها على الهيكل العظمي في الشكل 2-32.**

A .....

B .....

C .....



الشكل 2-32

هيكل عظمي لجسم الإنسان.

6. **حدّد جُزء الهيكل العظمي المُستخدم لحماية أعضائنا، واسم جُزء الهيكل العظمي المُستخدم لدعم الجسم.**

7. **فكّر فيما تعرفه عن أجزاء العظم.**

a. ما أجزاء العظم الثلاثة؟
b. أَيُّ من مكوّنات العظم يحمي العظم؟ صِفْ كيف يكون تركيبه مُفيدًا لوظيفته.
c. أَيُّ من مكوّنات العظم يجعل العظام أخفّ ويسمح لها بأن تكون أكثر مرونة؟
d. ما جزء العظم الذي ينتج خلايا الدم؟

8. **فكّر فيما تعرفه عن أنواع المفاصل.**

a. اذكر مفصلًا كرويًّا واحدًا في الهيكل العظمي وحدّد اتّجاه حركته.
b. اذكر مفصلًا رزيًّا واحدًا في الهيكل العظمي وحدّد اتّجاه حركته.
c. صِف الاختلاف بين المفاصل الرزّية والمفاصل الكروية.

9. **صِفْ مادّتَين تُخفّفان من الاحتكاك بين العظام. اشرح ما يحدث بغياب هاتَين المادّتَين.**

10. **اشرح ما يحدث إذا تمزّق الوتر.**

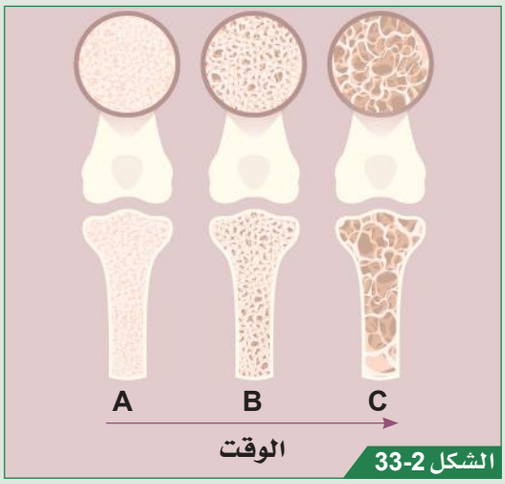
11. **فكّر فيما تعرفه عن العضلات المُتضادّة.**

a. اذكر زوجًا من العضلات المُتضادّة.

b. اشرح لماذا تعمل العضلات المُتضادّة في أزواج فقط.

c. اشرح كيف تُحرّك العضلات المُتضادّة العظام.

12. **يوضِّح الشكل 2-33 تركيب عظمَين عند أحد المفاصل في أوقات مختلفة. يُبيّن الرّسم التوضيحي A العظمَين في حالتهما الأوّليّة السليمة. ويُبيّن الرّسمان التوضيحيّان B و C العظمَين وقد بدأ يؤثّر فيهما مرض هشاشة العظام.**



الشكل 2-33

تُبيّن الرّسوم التّوضيحيّة من A إلى C عظمَين عند مفصل بينما يؤثّر فيهما مرض هشاشة العظام.

a. اشرح لماذا تكون العظام السليمة أقوى.

b. صِفْ، باستخدام النماذج، كيف تُقارِن تركيب العظم السليم بتركيب العظم الذي أثّر فيه مرض هشاشة العظام.

c. توقّع ما قد يشعر به الشخص المُصاب بمرض هشاشة العظام إذا حاول تحريك العظام عند هذا المفصل.

13. **اشرح، بحسب معلوماتك عن تركيب العظام، لماذا تكون العظام مرنة وقويّة في الوقت نفسه.**

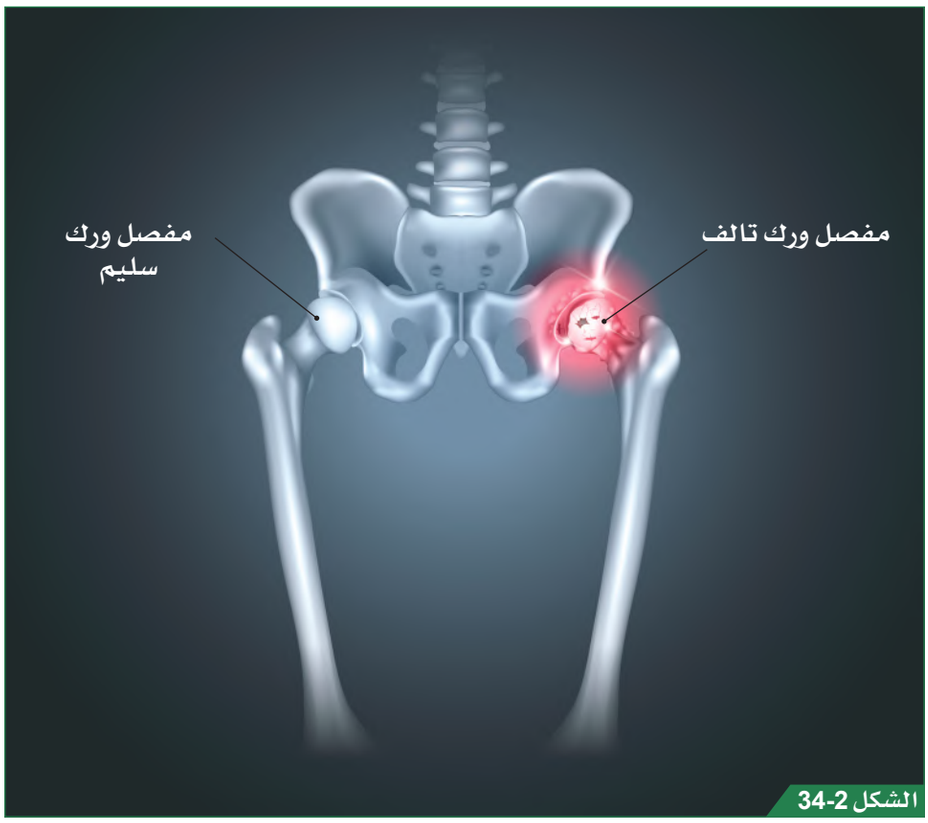
أسئلة البيزا الخاصة بالوحدة الثانية

استبدال مفصل الورك

تتموضع مفاصل الوركَين في منطقة الحوض. وتتمثّل وظيفة الوركَين في حمل معظم وزن الجسم وتمكيننا من الحركة بمرونة كبيرة.

قد يؤثّر عدد من العوامل على مفاصل الوركَين، كأن تتآكل بمرور الوقت، ممّا يضطرنا إلى استبدالها. يوضّح **الشكل 2-34** مفصل ورك سليم (إلى اليسار) ومفصل ورك تالف (إلى اليمين).

كان العدد الأكبر من عمليات استبدال مفصل الورك في الماضي يستهدف مَن زادت أعمارهم على الستّين عامًا. لكن في وقتنا الحاضر، ارتفع عدد عمليات استبدال مفصل الورك ليشمل مَن تقلّ أعمارهم عن الستّين عامًا.



مفصل ورك سليم ومفصل ورك تالف.

السؤال 6/1

استخدم معرفتك وفهمك لطريقة عمل مفصل الورك.

اشرح ثلاثة عوامل تسبّب تآكُل مفصل الورك بمرور الوقت، لكلٍّ من كبار السنّ والشباب.

1. .....
2. .....
3. .....

المواد المُستخدَمة في استبدال مفصل الورك

يتمّ استبدال مفصل الورك إذا بات تالفًا جدًّا. حيث تتم إزالة العظام جراحيًّا واستبدالها بتراكيب لها الشكل نفسه مصنوعة من مواد مختلفة. يساعد هذا الأمر في استعادة القدرة على الحركة وتوفير نوعية حياة أفضل للمريض.

نورد فيما يأتي معلومات عن كل مادة يتمّ استخدامها في بدائل مفصل الورك.

بديل مفصل الورك المعدني (معدن على معدن)

يوضّح **الشكل 2-35** مفصل ورك مصنوعًا من التيتانيوم.

الشكل 2-35

بديل مفصل الورك من التيتانيوم.

كانت سبائك التيتانيوم في الماضي خيارًا شائعًا في عمليات استبدال مفصل الورك، لأنّها تتميّز بكثافة مُنخفضة وتآكل مُنخفض. إلّا أنّها كانت عرضة للتآكل والتلف، ممّا يعني دخول جُسيمات المعدن مجرى الدم.

وقد تمّ في الآونة الأخيرة إحلال سبائك من الكوبالت والكروم والموليبدنوم محلّ سبائك التيتانيوم، بالرّغم من أنّ أيونات الكروم والكوبالت سامّة.

صحيح أنّ السبائك المعدنية الحديثة أقلّ عرضةً للتآكل، لكن لا تزال تلك الجُسيمات المعدنية تصل إلى الدم والأنسجة.

لم يعد بديل مفصل الورك المعدني (معدن على معدن) في الوقت الحاضر شائعًا كما كان في السابق.

بديل مفصل الورك الخزفي (خزف على خزف).

يُصنع الخزف من مواد غير معدنية، وهو شديد الصلابة ويمكن تشكيله وجعله ناعمًا. ويعدّ المفصل الخزفي أحدث أنواع المفاصل. وهو أقوى من المفصل المعدني الذي ذُكر آنفًا وأقلّ تآكلًا منه بكثير، ممّا يعني احتمال بقائه سليمًا لفترة أطول. وتتّصف جُسيمات الخزف بأنّها أقلّ سمّية من الجُسيمات المعدنية، في حال دخولها مجرى الدم. لكنّ عيب هذا المفصل الوحيد أنّه يُصدر صوت صريرٍ عند الحركة.

بديل مفصل الورك من الخزف على متعدّد الإثيلين

يُعدّ متعدّد الإثيلين من المُنتَجات البلاستيكية. ويتميّز المفصل المصنوع منه بصوت أضعف من الصوت الذي يصدره المفصل الخزفي. لكن في المقابل قد تتآكل جُسيمات متعدّد الإثيلين ممّا يؤدي إلى تراكُم البلاستيك حول مفاصل المريض، وبالتالي يسبّب آثارًا صحّية خطرة. هذا هو النوع الأكثر شيوعًا من مفاصل الورك، حيث يستخدمه نحو 50 % من المرضى.

يلخّص **الجدول 2-6** المعلومات حول كلّ نوع من مواد بدائل مفصل الورك.

نوع بدائل المفصل	هل يتآكل؟	هل الجُسيمات المتآكلة سامّة؟	وفرة ونوع المادة الخام المُستخدمة في صنع المفصل	متوسّط المدى العمري	عوامل أخرى
معدن على معدن	نعم	نعم	1% من القشرة الأرضية؛ مورد محدود.	15-9 سنة	أوّل نوع مُصنّع من المفاصل؛ مدّة استخدامه هي الأطول.
خزف على خزف	بدرجة غير ملحوظة	لا	مصنوع من الرمل، 25% من القشرة الأرضية؛ مورد محدود.	25-15 سنة	يُصدر صوت صرير؛ النّوع الأحدث.
خزف على متعدّد الإثيلين	نعم	نعم	يُستخرج متعدّد الإثيلين من النفط الخام؛ مورد محدود.	15 سنة	استخدامه هو الأكثر شيوعًا.

الجدول 2-6 مواد بدائل مفصل الورك.

السؤال 6/2

اختر الجملة الصحيحة من الجُمَل الآتية:

(A) تمّ استخدام بدائل المفاصل المعدنية لمدّة أطول من غيرها، وهي بالتالي أكثر نوع آمن للاستخدام.

(B) استُخدمت البدائل الخزفيّة لأقصر مدّة، وهي بالتالي أقلّ الأنواع موثوقيّة.

(C) البديل الأكثر فاعلية سوف يتميّز بأعظم تآكل للجُسيمات.

(D) لا يؤثّر نوع المادة المُستخدمة على مدى الحركة.

الإجابة: .....

السؤال 6/3

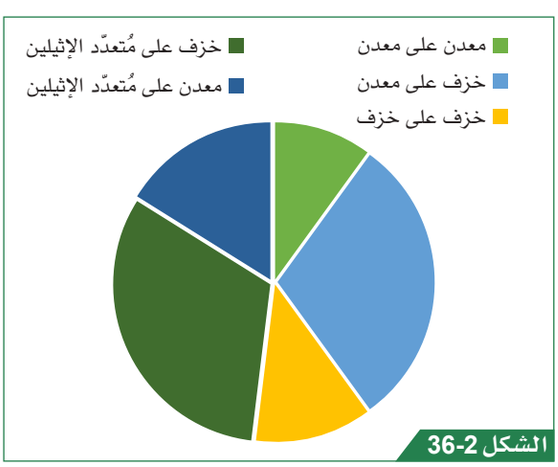
ما العامل الذي تعتقد أنّه الأكثر أهمّية عند التفكير في نوع المادة التي ستُستخدم؟ علّل إجابتك.

.....

.....

.....

تمّ إجراء دراسة لتقييم استخدام المواد المختلفة في بدائل مفصل الورك لدى أشخاص يبلغ متوسّط أعمارهم 50 عامًا. يُظهر **الشكل 2-36** نتائج الدراسة في الرسم البياني الدائري.



الشكل 2-36 رسم بياني دائري يوضّح النسب المئوية للمواد المختلفة المُستخدمة في بدائل مفاصل الورك التي توصّلت إليها دراسة شملت أشخاصًا يبلغ متوسّط أعمارهم 50 عامًا.

السؤال 6/4

اختر أكثر طريقة فعّالة لإجراء دراسة تُعطي هذه النتائج.

(A) استطلاع 100 شخص ممّن خضعوا لعمليّة استبدال مفصل الورك، وطرح أسئلة عن المواد الموجودة في مفاصل أوراكهم.

(B) استطلاع 100 شخص ممّن أجروا عمليّة استبدال مفصل الورك، وطرح أسئلة عن المواد المُستخدَمة في العملية الجراحية.

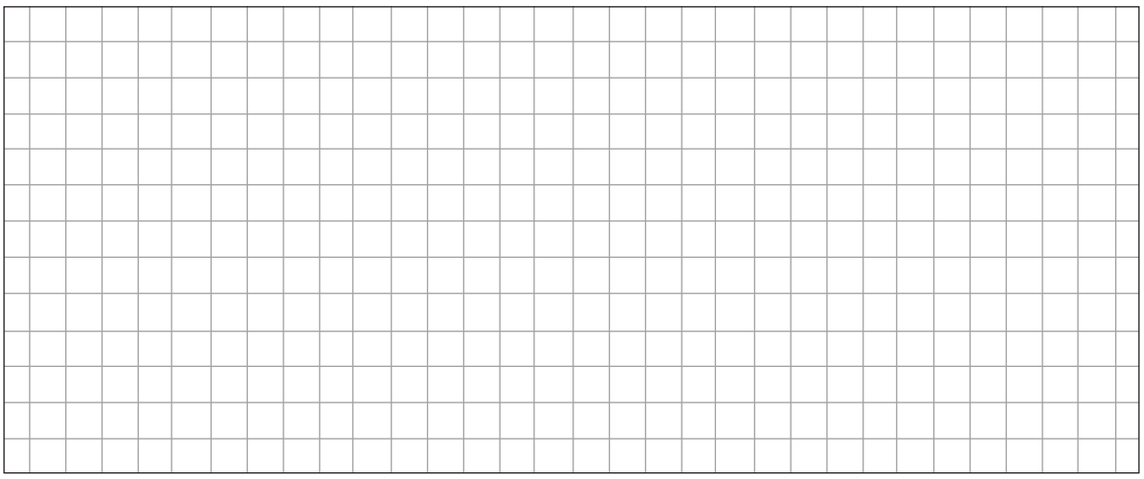
(C) ملاحظة 100 عملية استبدال مفصل ورك، وتحديد المواد المستخدمة في كلٍّ منها.

(D) استطلاع 100 جرّاح ممّن أجروا عمليّات استبدال مفصل الورك، وطرح أسئلة عن المواد المُستخدَمة في العملية الجراحية.

الإجابة: .....

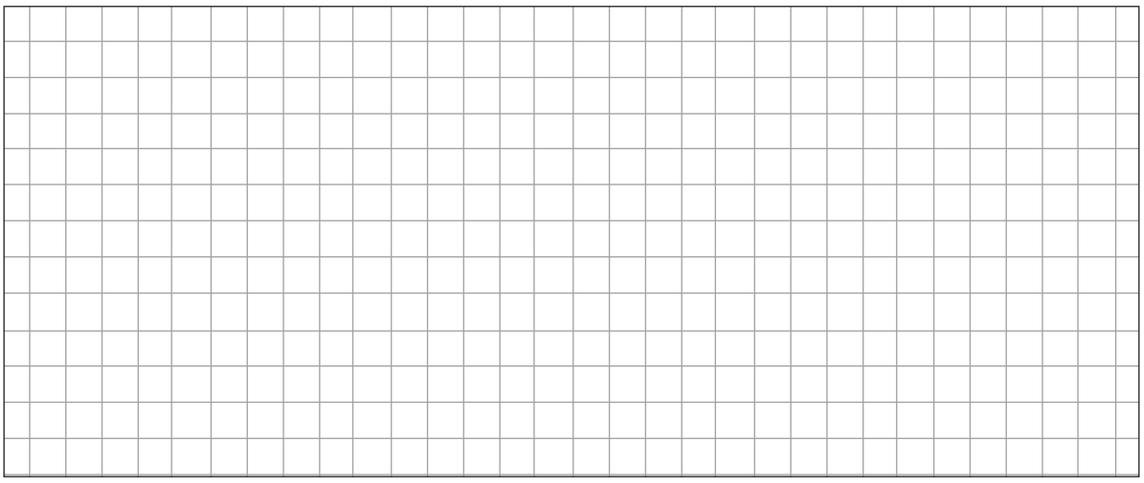
السؤال 6/5

استخدم البيانات المُدرَجة في الرسم البياني الدائري، وحوّلها إلى رسم بياني بالأعمدة.



السؤال 6/6

استخدم جميع مصادر المعلومات المتوافرة في هذه الدراسة. أنشئ رسمًا بيانيًّا دائريًّا لتتوقّع من خلاله كيف ستتغيّر المواد المُستخدَمة في بدائل مفصل الورك بمرور الوقت، بحسب رأيك. علِّل إجابتك.



ماذا تستطيع أن تفعل؟

استعِن بمِفتاح الجدْوَل لتختار الوضيحي الذي يُعبِّر عن مدى اكتسابك مفاهيم هذه الوحدة أو مهاراتها.

تعرفها جيّدًا	تُريد أن تتدرَّب عليها	تُريد أن تتعلّمها من جديد

ضعْ علامة صحّ (✓) في المُربَّع لتُظهِر ما تستطيع فعله.

الدرس	تستطيع أن			
1-2	تتعرّف إلى العظام الرئيسة في الهيكل العظمي لجسم الإنسان.			
2-2	تصف وظائف الهيكل العظمي لجسم الإنسان.			
3-2	تشرح كيف تعمل المفاصل الزلالية.			
4-2	تشرح كيف تعمل العضلات المُتضادّة.			
5-2	تعرف ما الذي يُسبّب كسر العظام، وكيفيّة التئامها.			

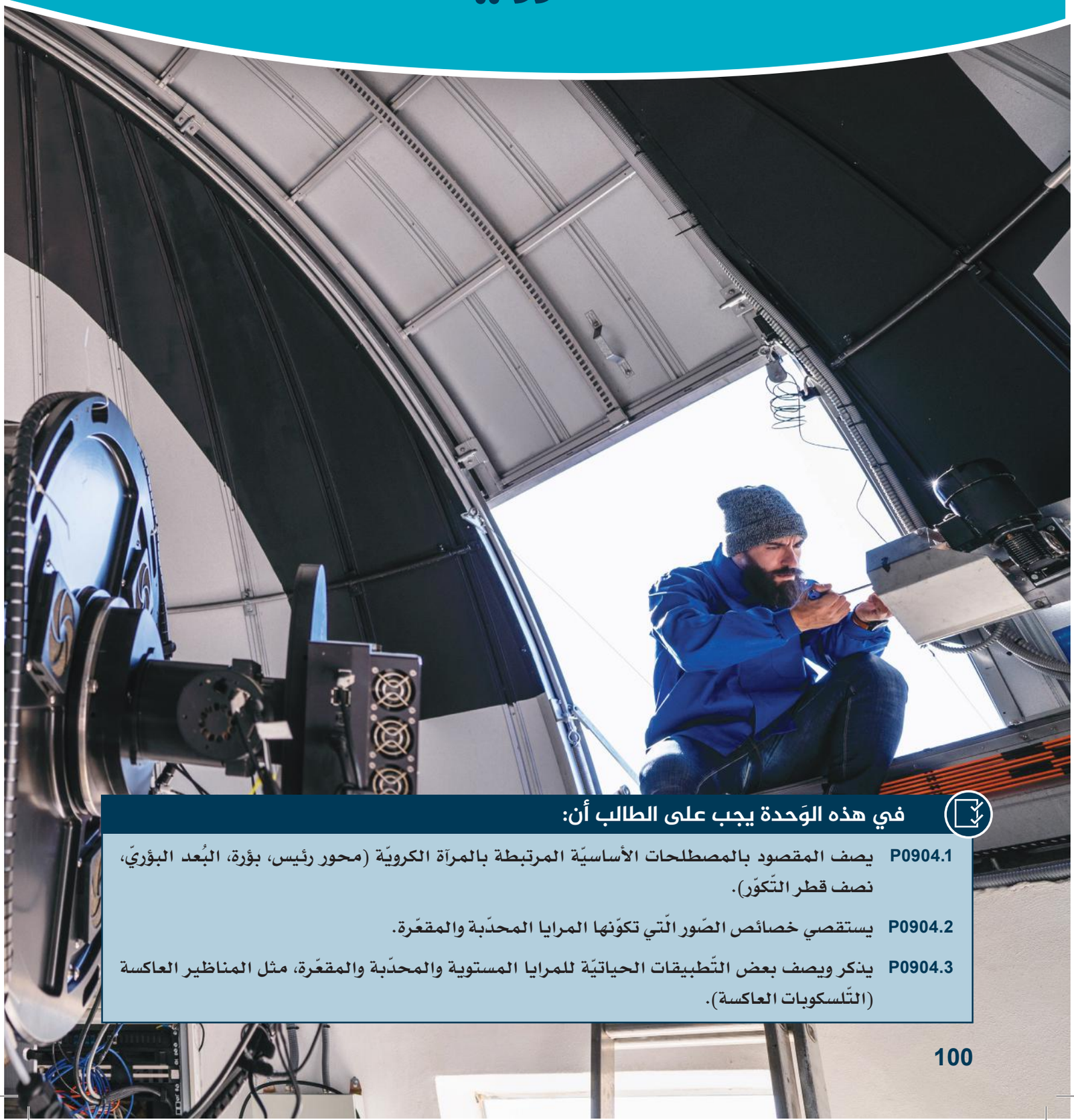
ضعْ علامة صحّ (✓) في المُربَّع لتُظهِر ما تستطيع فعله.

استطعت أن	مَهارات الاستقصاء العِلمِيِّ			
تستخدم ساق الدجاجة لملاحظة كيفيّة عمل المفصل الزلالي.	الملاحظة والتجريب			
تستخدم عظمًا لربط تركيب وموقع كلّ من العظم الكثيف والعظم الإسفنجي ونخاع العظم، بوظيفته.	التحليل والاستنتاج			
تستخدم نموذجًا للهيكل العظمي من أجل تصنيف المفاصل إلى مفاصل رزيّة ومفاصل كروية.	التصنيف			
تستخدم شبكة الإنترنت لتبحث في كيفيّة كسر العظام والتئامها.	استخدام البيانات الثانوية			
تستخدم المعلومات التي تمّ بحثها، لتقديم تقرير عن كيفيّة حماية الهيكل العظمي من الأذى.	التواصل وتقديم تقرير			
تُخطّط، مُستخدمًا الورق، استقصاء عن تركيب نموذج العظم الأكثر صلابة.	التخطيط والتقييم			

P0904

الوحدة 3

الصور المُتكوّنة في المرايا الكرويّة

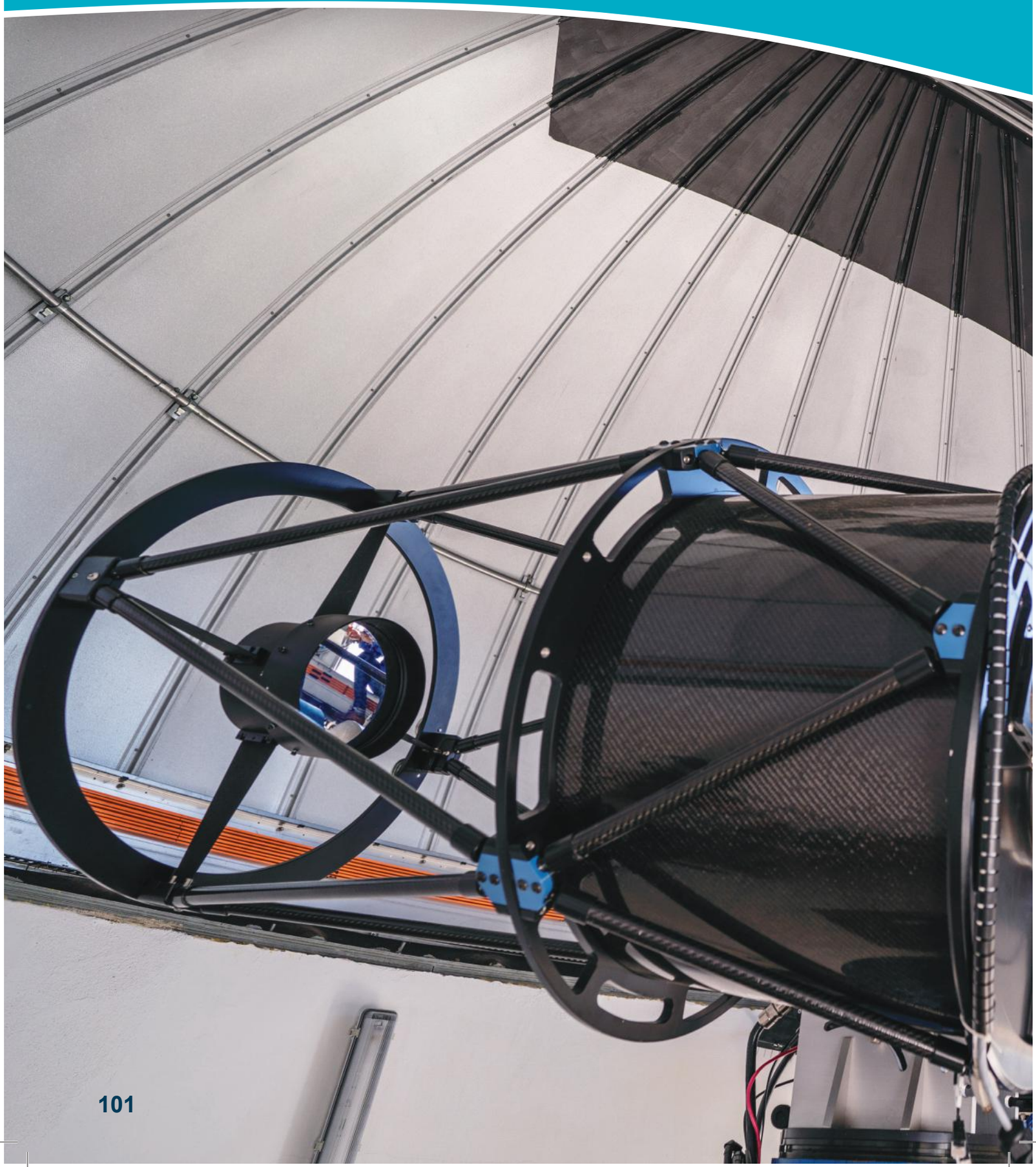


في هذه الوَحدة يجب على الطالب أن:

P0904.1 يصف المقصود بالمصطلحات الأساسيّة المرتبطة بالمرآة الكرويّة (محور رئيس، بؤرة، البُعد البؤريّ، نصف قطر التّكوّر).

P0904.2 يستقصي خصائص الصّور الّتي تكوّنها المرايا المحدّبة والمقعّرة.

P0904.3 يذكر ويصف بعض التّطبيقات الحياتيّة للمرايا المستوية والمحدّبة والمقعّرة، مثل المناظير العاكسة (التّلسكوبات العاكسة).



الدرس 3-1

ما نوع الصور التي تُكوِّنها المرايا الكُرويّة؟

أشياء تعلّمتَها

1. تعكس المرايا الضوء وفقًا لقانون الانعكاس.
2. تكون الصورة في المرآة المستوية مُعتدلة، وتقديرية، وتظهر مُماثِلة للجسم نفسه، وعلى بُعد يساوي بُعد الجسم عن المرآة، ومعكوسة جانبيًا.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

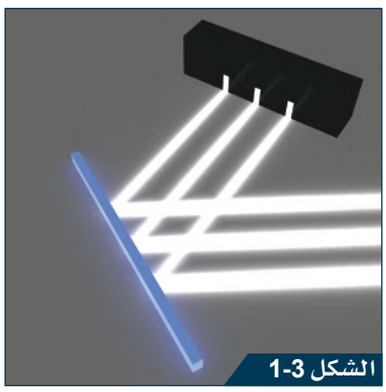
- تصف المرايا المُحدَّبة والمرايا المُقعَّرة.
- تُقارن الصور التي تُكوِّنها المرايا الكُرويّة بالصور التي تُكوّنها المرايا المُستوية.
- تصف انعكاس الضوء عن المرايا الكروية.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- ترسم مسار الشعاع الساقط والشعاع المُنعكِس في المرايا الكرويّة.

نشاط افتتاحيّ

- سيعرض مُعلّمك استخدام صندوق ضوئي ثُلاثي الشقوق، كما في الشكل 3-1، لتوضيح قانون الانعكاس.
- ناقش زميلك قبل العرض حول ما تعرفه عن قانون الانعكاس.
- وضّح من خلال مُخطّط ما تعتقد أنه سيحدث لأشعّة الضوء عند انعكاسها.
- ناقش كيف تُقاس زاوية السقوط وزاوية الانعكاس.



الشكل 3-1

انعكاس الضوء عن مرآة مستوية.

مُفردات تتعلّمها:

المرآة المُقعّرة	Concave mirror
المرآة المُحدّبة	Convex mirror
الشعاع الساقط	Incident ray
الشعاع المُنعكِس	Reflected ray
العمودي	Normal
التجمُّع	Converge
التفرُّق	Diverge
البُعد البؤري	Focal length
المحور الرئيس	Principal axis

النشاط 1 ما أشكال المرايا؟

ستحتاج إلى:
- مرآة مُسطّحة
- مرآة مُنحنية للداخل
- مرآة مُنحنية للخارج

ستعمل ضمن مجموعة ثنائيّة على مُلاحظة أشكال مجموعة من المرايا ووصف كيف تعكس الضوء.

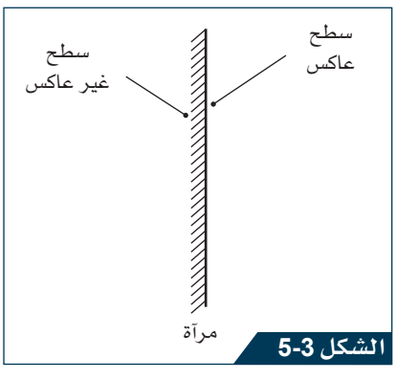
• احذر الحواف الحادة للمرايا الزجاجية.

الشكل 3-2

الشكل 3-3

الشكل 3-4

1. تفحّص المرايا الثلاث بعناية، لاحظ الأسطح العاكسة للضوء.
2. صِفْ شكل كلّ مرآة من المرايا الثلاث في **الجدول 3-1**.
3. يجب رسم الجانب غير العاكس للضوء بشكل مُظلّل بواسطة نمط تظليل من خطوط صغيرة كما في **الشكل 3-5**.
4. أضِفْ نمط التظليل من الخطوط الصغيرة على الجانب الصحيح من المرايا في **الجدول 3-1**.
5. تُسمّى المرآة المُسطحة «**المرآة المُستوية Flat mirror**»، وتُسمّى المرآة التي تملك سطحًا عاكسًا للداخل «**مرآة مُقعَّرة Concave mirror**»، والمرآة التي تملك سطحًا عاكسًا للخارج «**مرآة مُحدَّبة Convex mirror**»، استخدم هذه المعلومات لإكمال **الجدول 3-1**.



الشكل 3-5

يُستخدم التظليل بالخطوط الصغيرة لتمييز الجانب غير العاكس من المرآة.

المرآة	وصف شكل المرآة	رسم شكل المرآة والسطح العاكس	اسم المرآة
الشكل 3-2			
الشكل 3-3			
الشكل 3-4			

الجدول 3-1

أسئلة المُتابَعة

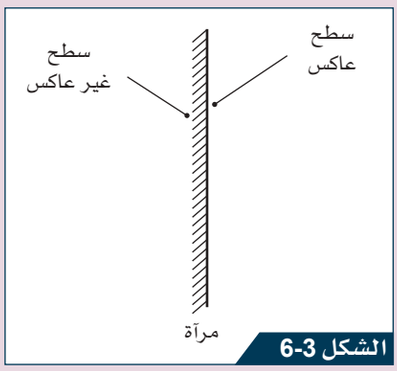
1-1 ما شكل المرآة المُحدَّبة؟

2-1 ما شكل المرآة المُقعَّرة؟

3-1 كيف يُمكنك التمييز بين السطح غير العاكس من السطح العاكس للمرآة في المُخططات؟

هذا ما تعلَّمتَه:

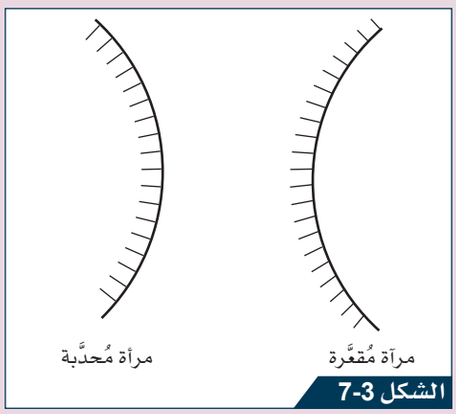
- يُمثَّل السطح غير العاكس للمرآة بواسطة نمط تظليل من خطوط صغيرة.



الشكل 3-6

يُستخدم التظليل بالخطوط الصغيرة لتمييز الجانب غير العاكس من المرآة.

- المرآة المُستوية هي مرآة مُسطَّحة.
- يوجد نوعان من المرايا الكُرويَّة (الشكل 3-7):
  - المرايا المُقعَّرة المُنحنية للداخل، سطحها العاكس جُزء من السطح الداخلي لكُرة مُجوَّفة.
  - المرايا المُحدَّبة المُنحنية للخارج، سطحها العاكس جُزء من السطح الخارجي لكُرة مُجوَّفة.



الشكل 3-7

مُخططات المرايا المُحدَّبة والمُقعَّرة.

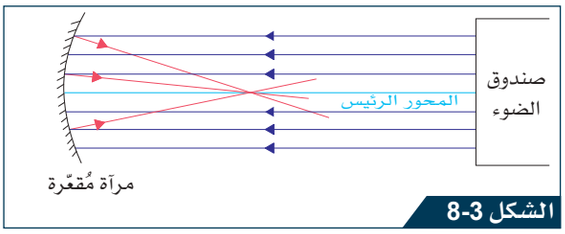
النشاط 2 كيف تنعكس الأشعة عن المرايا الكروية؟

ستحتاج إلى:
- صندوق الضوء ومصدر للطاقة
- شق ثلاثي للصندوق الضوئي
- ورقتان كبيرتان
- مرآة مُقعّرة
- مرآة مُحدّبة
- حامل للمرآة
- مسطرة
- منقلة

ستعمل مع زميلك لاستكشاف تأثير المرايا الكُرويّة على الضوء باستخدام صندوق الضوء لإنتاج أشعة ضوئية.

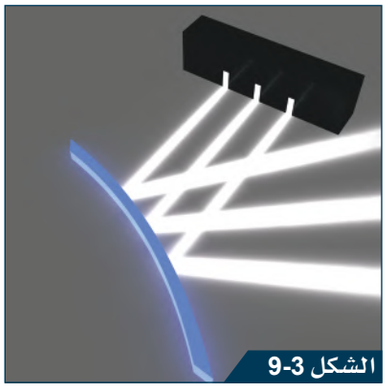
- احذر الحواف الحادة للمرايا الزجاجية.
- قد يسخن صندوق الضوء، لذلك تجنّب لمس المصباح، وانتظر بعض الوقت ليبرد بعد إيقاف تشغيله.

1. ارسم خطًا على ورقة كبيرة يمرّ من مركزها، ويكون موازيًا لأحد أطرافها.
2. ضع المرآة المُقعّرة عند مُنتصف الورقة، بحيث تصنع زاوية قائمة مع الخط المرسوم، يجب أن تكون المرآة مُرتكزة بشكل عمودي، يُسمّى الخط العمودي على سطح المرآة **المحور الرئيس Principal axis**.
3. ضَع المرآة بشكل ثابت، واستخدم القلم لرسم شكل انحناء واجهتها على الورقة.
4. ضَع الشقّ الثلاثي أمام صندوق الضوء، ثمّ شغّل ضوء الصندوق بحيث ينتج ثلاث أشعة ضوئية، تسقط جميعها على السطح العاكس للمرآة، كما في **الشكل 3-8**.
5. لاحظ كيف تنعكس الأشعة الضوئية عن المرآة.
6. ارسم ما لاحظته في **جدول النتائج 2-3**.
7. حدّد مسارات **الأشعة الضوئية الساقطة Incident rays** الثلاثة، برسم نُقطة على طول مسار الضوء عند موضع خروج كل شعاع ضوئي من صندوق الضوء، ونُقطة ثانية عند موضع سقوط كل شعاع ضوئي على المرآة.
8. حدّد مسارات **الأشعّة الضوئية المُنعكِسة Reflected rays** الثلاثة، برسم نُقطة على طول مسار الضوء عند موضع انعكاس كل شعاع ضوئي عن المرآة، ونُقطة ثانية عند موضع بلوغ كل شعاع ضوئي لأطراف الورقة.
9. أوقف تشغيل إضاءة الصندوق، وأبعد المرآة.
10. أكمل الخطوط التي رسمتها في الخطوتَين 7 و 8، بحيث تبلغ الموضع الذي كان عنده السطح العاكس. يُفترَض أن يلتقي كل شعاع مُنعكس بشعاع ساقط.
11. استخدم المنقلة لترسم على السطح العاكس العموديّ لكل من الأشعّة المنعكِسة الثلاثة.
12. استخدم المنقلة لقياس زوايا السقوط وزوايا الانعكاس. سجّل قياساتك في **الجدول 3-3**.
13. كرّر خطوات التجربة مُستخدمًا مرآة مُحدّبة، كما في **الشكل 3-9**.

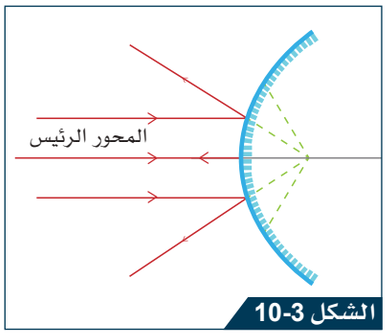


الشكل 3-8

انعكاس أشعة ضوئية متوازية عن مرآة مُقعّرة.


الشكل 3-9

انعكاس ثلاث أشعة ضوئية عن مرآة مُحدّبة.



الشكل 3-10

انعكاس الضوء في مرآة مُحدَّبة.

14. ارسم مُخطّطًا لمسارات الأشعّة في **الجدول 3-2**، وسجّل زوايا السقوط وزوايا الانعكاس في **الجدول 3-3**.

المرآة	مُخطط الأشعة
مُقعّرة	
مُحدّبة	

الجدول 3-2

		زاوية السقوط	زاوية الانعكاس
مرآة مُقعّرة	الشعاع الأول		
	الشعاع الثاني		
	الشعاع الثالث		
مرآة مُحدَّبة	الشعاع الأول		
	الشعاع الثاني		
	الشعاع الثالث		

الجدول 3-3

أسئلة المُتابَعة

4-1 اذكر قانون الانعكاس.

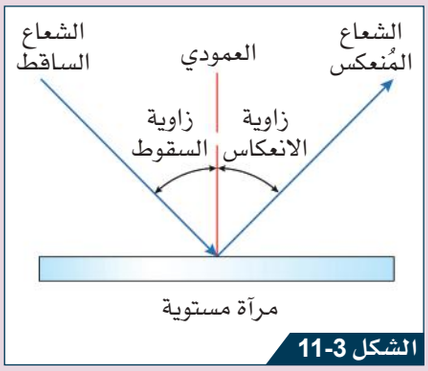
5-1 اشرح إن كانت نتائجك ستحدّد أنّ قانون الانعكاس ينطبق على حالة الانعكاس في المرايا الكُرويّة. فسّر إجابتك مُستخدمًا البيانات من الجدولَيْن 3-2 و 3-3.

6-1 صِفْ ما يحدث للأشعّة الضوئية المُتوازية عند انعكاسها عن مرآة مُقعّرة.

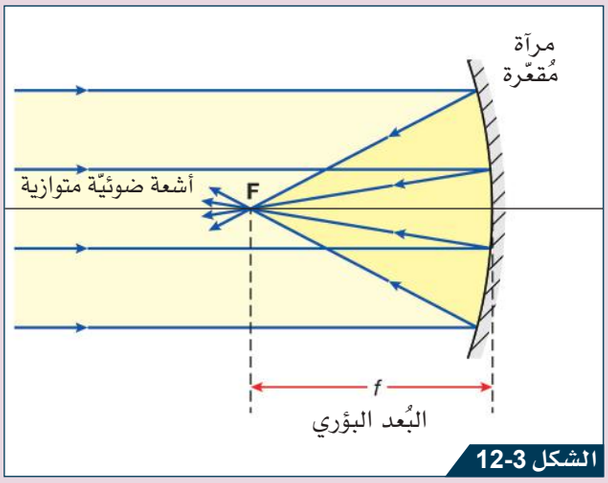
7-1 صِفْ ما يحدث للأشعّة الضوئية المتوازية عند انعكاسها عن مرآة مُحدّبة.

هذا ما تعلّمتَه:

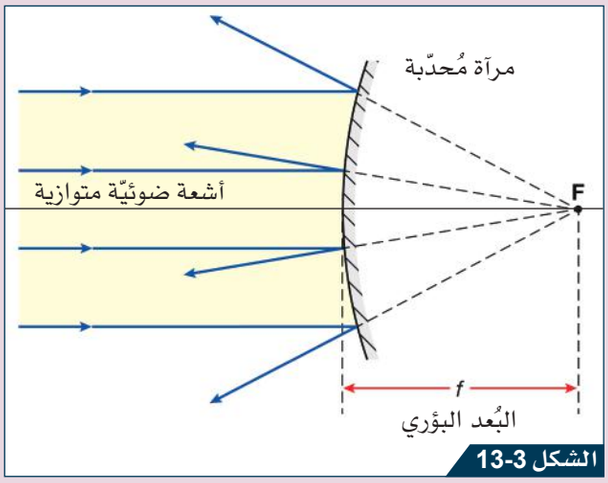
- تتبع جميع الأشعّة الضوئية قانون الانعكاس، حيث تكون زاوية السقوط وزاوية الانعكاس متساويتَين عند قياسهما بالنسبة إلى العمودي Normal على السطح العاكس، وهو الخطّ المُقام بزاوية قائمة على السطح كما في الشكل 3-11.
- تُجمّع Converge المرآة المُقعّرة الأشعّة الضوئية المُتوازية الساقطة عليها، ما يعني أنها تعكسها «إلى الداخل»، بحيث تلتقي الأشعة وتتقاطع مساراتها في نقطة تقع أمام السطح العاكس كما في الشكل 3-12.
- تُسمّى المسافة من سطح المرآة إلى موقع التقاء الأشعة المُجمّعة البُعد البؤري Focal length.
- تُفرّق Diverge المرآة المُحدّبة الأشعّة الضوئية المتوازية الساقطة عليها، حيث تتشتّت إلى الخارج كما في الشكل 3-13.
- يُوضّح مُخطّط الأشعّة اتّجاه الأشعة الضوئية التي ستنعكس عن المرايا الكروية.



الشكل 3-11



الشكل 3-12



الشكل 3-13

النشاط 3 كيف تبدو الصور المُتكوّنة في المرايا الكرويّة؟

سوف تعمل ضمن مجموعة ثنائية لمُلاحظة ومُقارنة الصور المُتكوّنة بواسطة المرايا المُقعّرة والمرايا المُحدّبة. سوف تُحرّك أجسامًا صغيرة أمام المرايا لمُلاحظة كيف تتغيّر الصور. يجب أن تناقش مع زميلك تغيّرات الصورة، للتحقّق من وجود نمط مُعيّن في سلوك المرايا.

ستحتاج إلى:

- مجموعة من الأجسام الصغيرة يمكن مُشاهدتها في المرآة
- مرآة مُقعّرة
- مرآة مُحدّبة
- حامل للمرآة
- مسطرة
- ملعقة معدنية مصقولة

احذر الحواف الحادة للمرايا الزجاجية.

1. تملك الملعقة المعدنية وجهان، أحدهما مُحدّب والآخر مُقعّر. تفحّص الملعقة لتحديد الوجه المُحدّب والوجه المُقعّر.
2. استخدم الملعقة لتُلاحظ انعكاس وجهك على السطح المُحدّب (المُنحني للخارج)، وذلك أثناء تحريكك للملعقة بحيث تُقربها من وجهك ثمّ تُبعدها عنه.

3. استخدم الملعقة لتُلاحظ انعكاس وجهك على السطح المُقعّر (المُنحني للداخل)، وذلك أثناء تحريكك للملعقة بحيث تُقربها من وجهك ثمّ تُبعدها عنه.

4. ضَع المرآة المُقعّرة على الحامل، أو ثبّتها بشكل عمودي.

5. ضع جسمًا صغيرًا على مسافة 30 cm أمام المرآة، ولاحظ الصورة فيها.

الشكل 3-14

تُكوّن المرآة المُقعّرة صورة مُكبَّرة للجسم الذي يُوضع قربها.

الشكل 3-15

تكوّن المرآة المُحدبة صورة مُصغّرة للجسم الذي يوضع قربها.

6. حرّك الجسم ببطء نحو المرآة. شاهد صورته أثناء ذلك، كما في **الشكل 3-14**.

7. ضع نقطة عند الموضع الذي تُصبح عنده الصورة مُعتدلة، ثمّ قِس المسافة بين المرآة والنقطة بالمسطرة.

8. كرّر ذلك مع الأجسام الأخرى، لتعرف ما إذا كان النمط الناتج هو نفسه.

9. كرّر الخطوات، لكن مُستخدمًا المرآة المُحدّبة، كما في **الشكل 3-15**.

أسئلة المُتابَعة

8-1 صِفْ ما يحدث لصورة الجسم عند تحريك الجسم باتّجاه المرآة المُقعّرة من موضع بعيد.

.....

.....

9-1 صِفْ ما يحدث لصورة الجسم عند تحريك الجسم باتّجاه المرآة المُحدّبة من موضع بعيد.

.....

.....

10-1 يُمكن استخدام المرايا الكروية لتركيز الضوء، أي تجميع الضوء عند نقطة واحدة.

a. اقترح نوع المرآة الكُروية التي يُمكن استخدامها في هذه الحالة.

.....

b. صِفْ كيف يُستخدم تركيز أشعّة الشمس بواسطة المرايا من أجل غلي الماء واستغلاله في توليد الكهرباء في البلدان التي تسطع فيها الشمس أغلب الأوقات (الشكل 3-16).

.....

.....

.....

.....

الشكل 3-16

مرآة مُقعّرة كبيرة يُمكن أن تُستخدم في غلي الماء في الإبريق.

هذا ما تعلَّمتَه:

- تُكوّن المرايا المُقعّرة صورًا مُعتدلة إذا كان الجسم قريبًا من المرآة، أو مقلوبة إذا كان الجسم بعيدًا عنها.
- تُكوّن المرايا المُحدّبة دائمًا صورًا مُعتدلة، لكنها تظهر بحجم أصغر من حجم الجسم.

وَصْف خصائص الصور المُتكوّنة في المرايا الكرويّة

تعتمد الصور المُتكوّنة في المرايا المُقعّرة على موضع الجسم. فعندما يكون الجسم قريبًا من المرآة تتكوّن صورة مُعتدلة (لا يتبدّل الأعلى مع الأسفل)، ولها حجم أكبر من الجسم. لكن عند تحريك الجسم بعيدًا عن المرآة تنقلب الصورة (يتبدّل الأعلى مع الأسفل) فنقول إنّ الصورة مقلوبة، ويصغر حجمها كلما ابتعدنا عن المرآة.

تكون الصورة المُتكوّنة في المرآة المُحدّبة مُعتدلة دائمًا مهما كان بُعد الجسم عن المرآة. وتظهر الصورة مصغّرة دائمًا مهما كان بُعد الجسم عن المرآة المحدبة.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

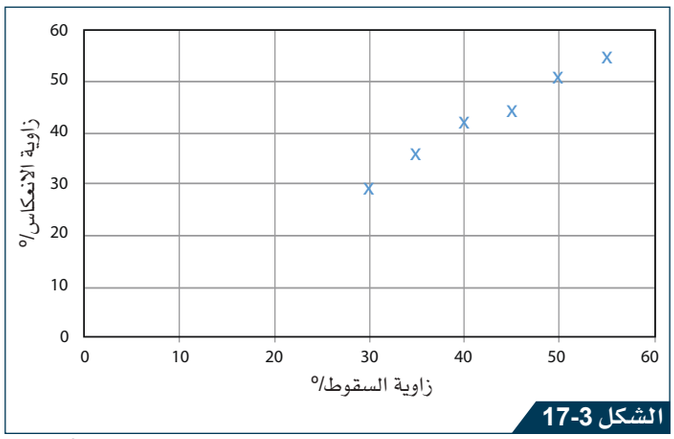
اختر رمز الإجابة الصحيحة عن الأسئلة من 1 إلى 4.

1. أيٌّ ممّا يلي يُمثّل قانون الانعكاس؟
   - **(A)** تنتقل الأشعّة الضوئية في خطوط مُستقيمة.
   - **(B)** زاوية الانعكاس أكبر من زاوية السقوط.
   - **(C)** زاوية الانعكاس أصغر من زاوية السقوط.
   - **(D)** زاوية الانعكاس تساوي زاوية السقوط.
2. كيف تُقاس زاوية الانعكاس؟
   - **(A)** بقياس الزاوية المحصورة بين الشعاع المُنعكس وسطح المرآة.
   - **(B)** بقياس الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط وسطح المرآة.
   - **(C)** بقياس الزاوية المحصورة بين الشعاع المُنعكس والعمودي على سطح المرآة.
   - **(D)** بقياس الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والشعاع المُنعكس.
3. ما الوصف الصحيح للصورة المُتكوّنة في مرآة مُحدّبة؟
   - **(A)** تكون دائمًا مقلوبة، وأصغر من الجسم.
   - **(B)** تكون دائمًا مُعتدلة، وأصغر من الجسم.
   - **(C)** تكون دائمًا مقلوبة، وأكبر من الجسم.
   - **(D)** تكون دائمًا مُعتدلة، وأكبر من الجسم.
4. حرّك طالب جسمًا صغيرًا مُبتعدًا عن مرآة مُقعّرة. عندما بلغ الجسم مسافة 20 cm عن المرآة، ظهرت الصورة مقلوبة. أعاد الطالب تكرار التجربة باستخدام جسم أكبر قليلاً. ما المسافة التي ستظهر عندها صورة هذا الجسم مقلوبة؟
   - **(A)** يستحيل توقُّع ذلك.
   - **(B)** أقلّ من 20 cm.
   - **(C)** عند 20 cm.
   - **(D)** أكبر من 20 cm.

5. اختَبرَ طالب قانون الانعكاس باستخدام مرآة كرويّة. فقام بقياس زاويتَي السقوط والانعكاس، ثمّ رسم مُخطّطًا بيانيًا لمقارنة الزاويتَين، وهو مُوضّح في **الشكل 3-17**.

a. صِفْ ما يتوجّب على الطالب فعله للمُخطّط حتّى يؤكّد قانون الانعكاس.

b. اقترح لماذا لا تتبع البيانات قانون الانعكاس بشكل دقيق.



الشكل 3-17

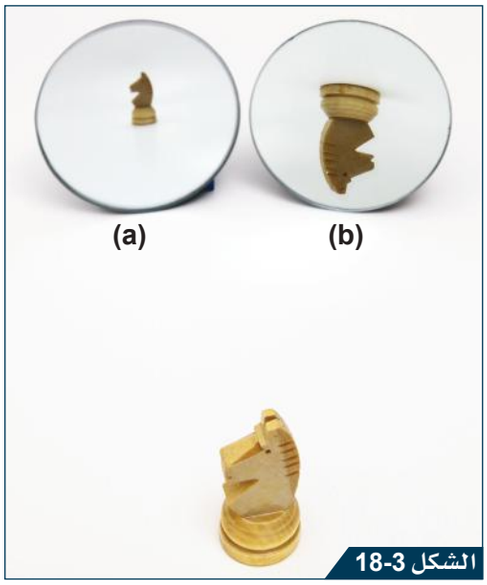
مُقارنة زاوية السقوط وزاوية الانعكاس لشعاع مُنعكِس عن مرآة كُرويّة.

6. تظهر في **الشكل 3-18** مرآتان تعكسان الضوء الصادر عن الجسم نفسه.

a. ما نوع المرآة **(a)**؟

b. ما نوع المرآة **(b)**؟

c. اشرح كيف عرفت ذلك.



الشكل 3-18

مرآتان كرويتان تُكوّنان صورتَين للجسم نفسه.

نشاط منزليّ

7. قم بإجراء بحث عن كيفية استخدام المرايا في السيّارات. اكتب منشورًا تشرح فيه كيف تتيح المرايا للسائقين رؤية مساحة أوسع حول السيّارة.

الدرس 3-2

ما المُصطلحات الأساسية للمرايا الكرويّة؟

أشياء تعلّمتَها

1. تكون المرايا المُقعرة مُنحنية نحو داخل مركزها ويكون السطح العاكس منها جزءًا من السطح الداخلي لكرة مُجوّفة، أما المرايا المُحدّبة فتنحني إلى الخارج ويكون السطح العاكس منها جزءًا من السطح الخارجي لكرة مُجوّفة.
2. تُعدّ المرايا المُقعّرة مرايا مُجمِّعة للأشعة، فهي تعكس الأشعّة الضوئية المتوازية نحو نُقطة مُحدَّدة.
3. تُعدّ المرايا المُحدّبة مرايا مُفرِّقة للأشعة، فهي تعكس الأشعّة الضوئية بعيدًا عن نقطة مُحدّدة.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تصف خصائص الصور المُتكوّنة في المرايا الكرويّة حسب موضع الجسم.
- تُعرّف المحور الرئيس ونصف قطر التكوُّر والبُعد البؤري في المرايا الكرويّة.
- تُحدّد موقع بؤرة كل من المرآة المُقعّرة والمرآة المُحدّبة.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

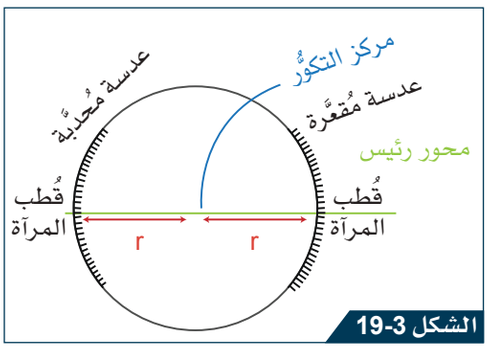
- ترسم مُخطّط الأشعّة لتوضيح مسار الأشعّة الضوئية من مرايا كروية.

نشاط افتتاحيّ

- يُوضّح الشكل 3-19 كيف ترتبط المرآة المُحدّبة والمرآة المُقعّرة بسطح الكرة.
- قُطب المرآة هو نُقطة تقاطع المحور الرئيس مع المرآة.
- سوف يعرض مُعلّمك شريطًا مُصوّرًا يُوضّح التأثير الناجم عن تغيير نصف قُطر التكوُّر لمرآة على الأشعّة الضوئية المُنعكسة عنها.
- قبل أن تُشاهد الشريط المُصوّر، حاول توقُّع ما سيحدث لمجموعة من الأشعّة الضوئية المتوازية الساقطة على مرآة، إذا تناقص نصف قطر التكوُّر لمرآة مُقعّرة، ثمّ لمرآة مُحدّبة.
- بعد أن تُشاهد الشريط المُصوّر:

1. عرّف نصف قُطر تكوّر المرآة الكرويّة.

.....



الشكل 3-19

2. ناقش تأثيرات نصف قُطر التكوّر للمرايا الكُرويّة على الأشعة الضوئيّة.

.....

.....

مُفردات تتعلّمها:

نصف قطر التكوُّر	Radius of curvature
قُطب المرآة	Pole of a mirror
البؤرة	Focal point

النشاط 1 كيف تُحدّد موقع بؤرة المرايا الكرويّة؟

سوف تعمل ضمن مجموعة ثنائية لإجراء تجربة من أجل تحديد بؤرة المرآة المُقعّرة، وبؤرة المرآة المُحدّبة.

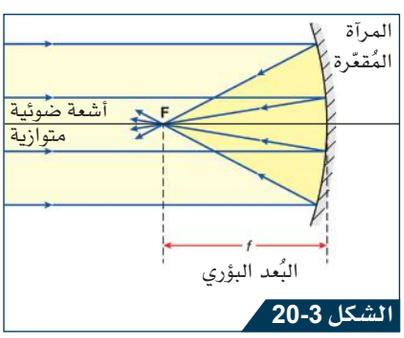
- احذر الحواف الحادة للمرايا الزجاجية.
- قد يسخن صندوق الضوء، لذلك تجنّب لمس المصباح، وانتظر بعض الوقت ليبرد بعد إيقاف تشغيله.

ستحتاج إلى:

- صندوق الضوء ومصدر للطاقة
- شقّ ثلاثي أو رباعي لصندوق الضوء
- ورقتَين كبيرتَين
- مرآة مُقعّرة بنصف قطر تكوّر معلوم
- مرآة مُحدّبة بنصف قطر تكوّر معلوم
- حامل للمرآة
- مسطرة

التجربة 1: المرآة المُقعّرة

1. ارسم خطًا على ورقة كبيرة يمر من مركزها، ويكون موازيًا لأحد أطرافها.
2. ضع المرآة المُقعّرة على الورقة بحيث تصنع زاوية قائمة مع الخط المرسوم، يجب أن تكون المرآة مُرتكزة بشكل عمودي، وأن يقع مركز المرآة فوق الخط الذي رسمته.
3. يُطلق على الخطّ المركزي الذي يمر عبر المرآة اسم المحور الرئيس.
4. ضَع المرآة بشكل ثابت، واستخدم القلم لرسم شكل حافة واجهتها المُنحنية على الورقة.
5. ضع الشق الثلاثي أو الرباعي في صندوق الضوء، ثمّ شغّل ضوء الصندوق، بحيث يُنتِج أشعة ضوئية تسقط جميعها على السطح العاكس للمرآة، كما في **الشكل 3-20**. تأكّد من أن تكون الأشعة الضوئية الساقطة متوازية مع المحور الرئيس.



الشكل 3-20

انعكاس أربع أشعة ضوئية عبر البؤرة لمرآة مُقعّرة.

6. حدّد مسارات الأشعة الضوئية الساقطة، برسم نُقطة على الورقة عند موضع خروج كل شعاع ضوئي أمام صندوق الضوء، ونُقطة ثانية عند موضع سقوط كل شعاع ضوئي على المرآة.
7. حدّد مسارات الأشعة الضوئية المُنعكسة، برسم نُقطة على الورقة عند موضع انعكاس كل شعاع ضوئي عن المرآة، ونُقطة ثانية عند موضع بلوغ كل شعاع ضوئي لأطراف الورقة.
8. أوقف تشغيل إضاءة الصندوق، وأبعد المرآة.

9. مدِّد الخطوط التي رسمتها في الخطوتَين 6 و 7، بحيث تبلغ الموضع الذي كان عنده السطح العاكس. يُفترَض أن يلتقي كل شعاع مُنعكس بشعاع ساقط.

10. حدّد النقطة التي تتقاطع عندها الأشعة المُنعكِسة. تُسمّى تلك النقطة **البؤرة الحقيقية Real focal point** في المرآة المُقعّرة.

11. قِس المسافة بين البؤرة وموضع سطح المرآة على المحور الرئيس. تُسمّى هذه المسافة البُعد البؤري للمرآة. سجّل ذلك في **جدول البيانات 3-4**.

12. سجّل نصف قطر تكوّر المرآة في **جدول البيانات 3-4**.

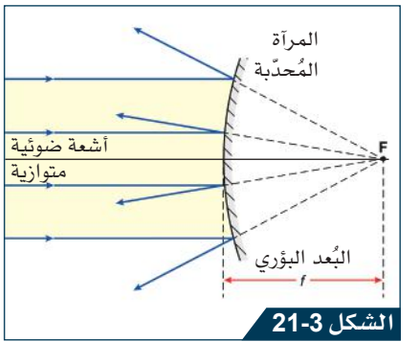
التجربة 2: المرآة المُحدّبة

13. كرّر الخطوات من 1 إلى 7 مُستخدمًا ورقة جديدة والمرآة المُحدّبة. يجب أن تكون الأشعّة المُنعكسة مُشابهة **للشكل 3-21**.

14. أبعد المرآة، واستخدم المسطرة لتمديد الأشعّة المُنعكسة إلى خلف الموضع الذي كانت عنده المرآة. ارسم خطوطًا مُنقطة، كما في **الشكل 3-21**.

15. يجب أن تلتقي امتدادات الأشعة المنعكسة في نقطة واحدة، تمثِّل البؤرة التقديريّة في المرآة المُحدّبة.

16. قِس البُعد البؤري للمرآة، وسجّله في **الجدول 3-4**. سجّل أيضًا نصف قُطر تكوُّر المرآة.



الشكل 3-21

انعكاس أربع أشعة ضوئية عن مرآة مُحدّبة.

	البُعد البؤري (cm)	نصف قُطر التكوُّر (cm)
المرآة المُقعّرة		
المرآة المُحدّبة		

الجدول 3-4

أسئلة المُتابَعة

1-2 عرّف البؤرة في كل من المرآة المقعرة و المرآة المحدبة.

.....

.....

2-2 عرّف البُعد البؤري ونصف قُطر التكور.

.....

.....

3-2 اختبر طالب مجموعة من المرايا المُقعّرة لها أنصاف أقطار تكوّر مُختلفة. يُوضّح الجدول 3-5 البيانات التي حصل عليها.

a. ارسم رسمًا بيانيًا في دفتر العلوم الخاص بك لتوضيح العلاقة بين البُعد البؤري ونصف قُطر التكوُّر.

b. استخدم البيانات لاقتراح العلاقة بين البُعد البؤري ونصف قُطر التكوُّر.

.....

c. يعتقد الطالب أن واحدة من البيانات تمّ قياسها بالخطأ، حددها من الجدول.

.....

d. اشرح ما يجب على الطالب فعله لتحسين بياناته.

.....

.....

	نصف قُطر التكوُّر r (cm)	البُعد البؤري f (cm)
المرآة 1	10.0	5.0
المرآة 2	8.0	4.2
المرآة 3	12.0	6.4
المرآة 4	20.0	10.1
المرآة 5	30.0	14.9

الجدول 3-5

هذا ما تعلَّمتَه:

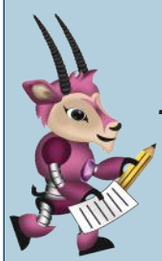
- نصف قُطر التكوُّر Radius of curvature (r) مقياس لمدى تكوُّر المرآة. فكلما كان نصف قُطر التكوُّر أصغر كان تحدُّب المرآة أكبر.
- نصف قُطر التكوّر (r) في المرآة الكُرويّة هو نصف قُطر الكُرة التي تعتبر المرآة جزءًا منها.
- البؤرة (F) في المرآة المُقعّرة، هي نقطة تلاقي الأشعة المنعكسة عن سطح المرآة عندما تسقط عليها متوازية، وهي تقع أمام السطح العاكس، وهي بؤرة حقيقيّة لأنّ الأشعّة الضوئيّة تمر عبرها.
- البؤرة (F) في المرآة المُحدّبة، هي نقطة تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة عن سطح المرآة، وهي تقع خلف السطح العاكس، وهي بؤرة تقديريّة لأنّ الأشعة الضوئيّة لا تمر عبرها.
- يتقاطع المحور الرئيس مع سطح المرآة عند قُطب المرآة.
- المحور الرئيس هو الخط العمودي على المرآة والمار عبر مركزها وقُطبها.
- البُعد البؤري (f) هو المسافة من البؤرة إلى قُطب المرآة.
- قُطب المرآة هو نقطة تقاطع المحور الرئيس مع المرآة.
- يكون نُصف قُطر التكوّر مُساويًا لضِعف البُعد البؤري $r = 2f$.
- يُستخدم مُخطّط الأشعّة لتوضيح مسار الأشعة الضوئية المُنعكسة عن مرآة، ويتمّ إيجاد البؤرة بواسطة هذه المسارات.

النشاط 2 كيف يُستخدم مُخطّط الأشعّة لإيجاد مواقع وخصائص الصور في المرايا الكروية؟

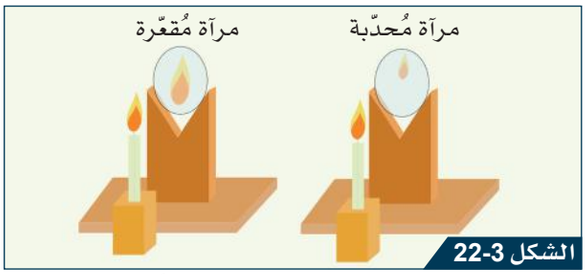
سوف تعمل في هذا النشاط على رسم مجموعة من مُخطّطات الأشعّة التي تُوضّح مواقع وخصائص الصور التي تُكونها المرايا المُقعّرة والمرايا المُحدّبة. يتم رسم هذه المُخططات وفق قانون الانعكاس، وباستخدام موقع البؤرة لكل مرآة، كي يتّضح مصدر الأشعّة وإلى أين تنتقل.

1. اتّبع التعليمات الواردة في أوراق العمل لرسم سلسلة من مُخطّطات الأشعة.

ستحتاج إلى:



- **ورقة العمل 3-2-1، وصف كيفية إيجاد موضع وخصائص الصور المُتكوّنة بواسطة المرايا المُقعّرة والمرايا المُحدّبة.**
- **قلم ومسطرة**



الشكل 3-22

مثال على صورة مُتكوّنة في مرايا كُرويّة.

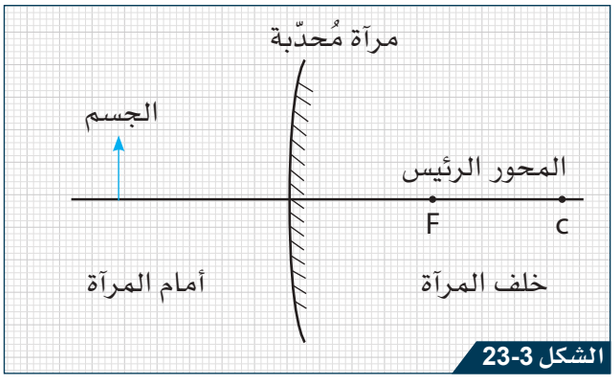
مُقدّمة

تُستخدم مُخطّطات الأشعّة لإيجاد خصائص الصورة، التي يُمكن وصفها باستخدام المُفردات الآتية:

المُصطلح	الوصف
مُعتدلة	الصورة في اتّجاه الجسم نفسه.
مقلوبة	الصورة باتّجاه مُعاكس للجسم (أعلاها أسفلها وأسفلها أعلاها).
مُكبَّرة	حجم الصورة أكبر من حجم الجسم.
مُصغَّرة	حجم الصورة أصغر من حجم الجسم.
حقيقية	تتكوّن الصورة من تلاقي الأشعّة المُنعكسة عند نقطة. هذا يعني أن الصورة يُمكن استقبالها على حائل.
تقديريّة	تتكوّن الصورة من تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة، التي تظهر وكأنّها قادمة من نقطة مُحدَّدة، إلا أنّها لا تمرّ من خلالها في الحقيقة، وبالتالي لا يمكن استقبالها على حائل.

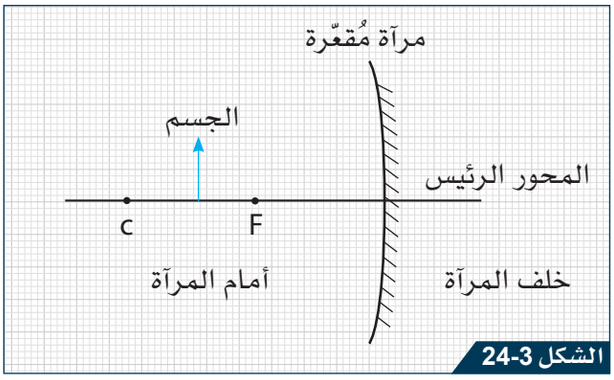
الجدول 3-6

تمتلك مُعظم المرايا الكرويّة نصف قُطر تكوّر كبيرًا. لذلك يكون من الصعب رسمها بمقياسها الصحيح على مُخطّط الأشعّة. وبدلاً من ذلك يمكننا استخدام خطّ عمودي للدلالة عليها. رُسمت المرآتان في **الشكلَين 3-23** و**3-24** كخطّ عمودي على المحور الرئيس، وأُضيف إلى كل من نهايتَيها العُلوية والسُفلية خطّ مُنحنٍ لتحديد ما إذا كانت هذه المرآة مرآة مُقعّرة أو مُحدّبة.



الشكل 3-23

المحور الرئيس، والبؤرة (F) ومركز التكوُّر (C) في المرآة المُحدّبة.



الشكل 3-24

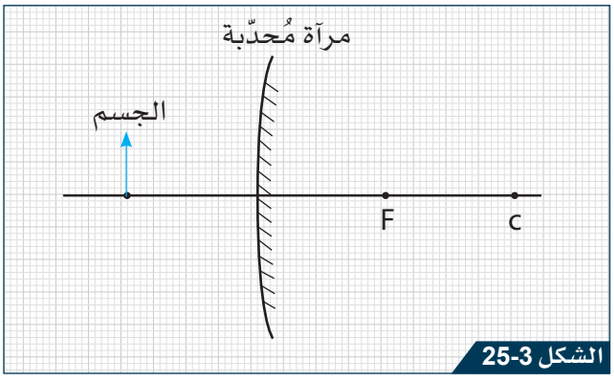
المحور الرئيس، والبؤرة (F) ومركز التكوُّر (C) في المرآة المُقعّرة.

القسم الأول: رسم مُخططات الأشعة للمرايا المحدّبة

المثال 1:

حُدّد على المُخطّط في **الشكل 3-25**، كلّ من البؤرة (F) ومركز التكوُّر (C) لمرآة مُحدّبة. ويظهر الجسم كسهم مُتّجه إلى الأعلى،

في هذه الحالة الجسم موضوع على مسافة من المرآة تساوي بُعدها البؤري للمرآة.



الشكل 3-25

مرآة مُحدّبة وجسم موضوع عند بُعدها البؤري.

رسم مُخطّطات الأشعّة

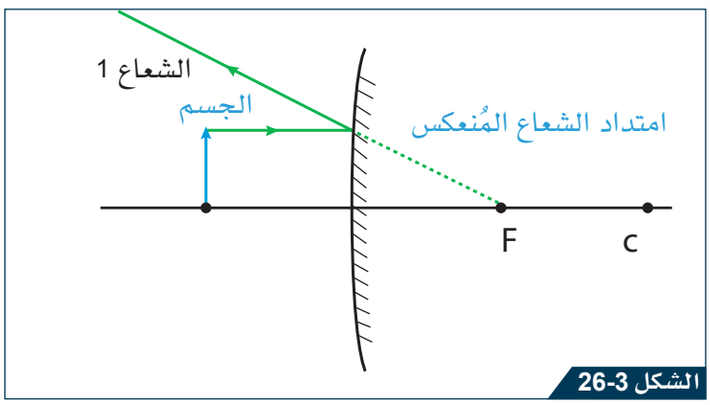
لإيجاد موضع الصورة وخصائصها، نحتاج إلى رسم شعاعَين على الأقلّ:

لرسم الشعاع الأوّل:

ارسم شعاعًا مُنبعثًا من نقطة تقع عند رأس السهم من الجسم نحو المرآة، يكون موازيًا للمحور الرئيس.

ارسم خطًا مُبتعدًا عن المرآة بحيث يبدو وكأنه قادم من البؤرة (F). يُمثّل هذا الخطّ الشعاع المُنعكِس عن المرآة.

أكمل مسار شعاع الضوء إلى خَلْف المرآة إلى البؤرة. ارسم هذا الخط كخط مستقيم مُنقّط ليكون امتداد للشعاع المنعكس (**الشكل 3-26**).

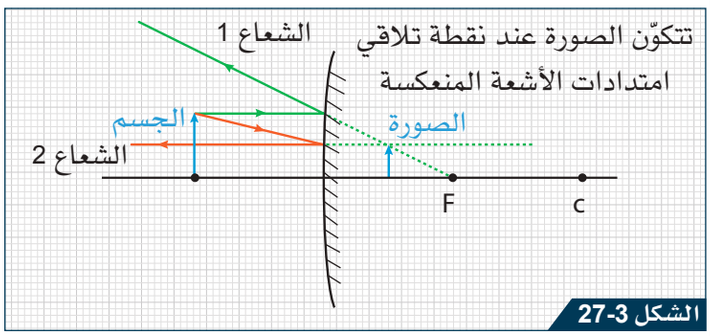


الشكل 3-26

لرسم الشعاع الثاني:

ارسم شعاعًا مُنبعثًا من نقطة تقع عند رأس السهم من الجسم نحو المرآة، يكون مُتجهًا إلى البؤرة في الطرف البعيد عن المرآة، وارسم من النقطة التي يتلاقى فيها الشعاع السابق مع المرآة، الشعاع المُنعكِس الذي ينتقل موازيًا للمحور الرئيس.

ارسم امتداد الشعاع المُنعكس خلف المرآة بشكل منقّط (**الشكل 3-27**).



الشكل 3-27

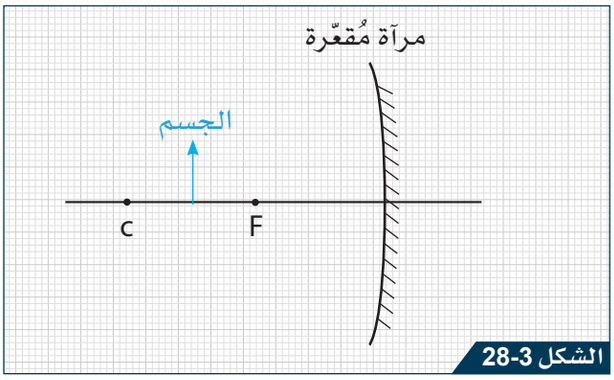
وصف الصورة

تُرسم الصورة على شكل سهم من المحور الرئيس إلى نقطة تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة خلف المرآة، بحيث يُلاقي رأس سهم الصورة نقطة تقاطع الشعاعَيْن. تكون الصورة في هذا المثال باتّجاه الجسم نفسه، لكنها تظهر أصغر منه. وبما أنّ الصورة قد تشكّلت من تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة، فسوف تكون صورة تقديرية. يعني ذلك أنّ الصورة المُتكوِّنة في هذه الحالة هي صورة مُعتدلة، ومُصغَّرة، وتقديرية.

القسم الثاني: رسم مُخطّطات الأشعّة للمرايا المُقعّرة

المثال 2:

حُدّد على المُخطّط في **الشكل الشكل 3-28**، كلّ من البؤرة (F) ومركز التكوّرُ (C) لمرآة مُقعّرة. ويظهر الجسم كسهم مُتّجه إلى الأعلى.



الشكل 3-28

مرآة مُقعّرة وجسم موضوع بين الطول البؤري ونصف قُطر التكوّر.

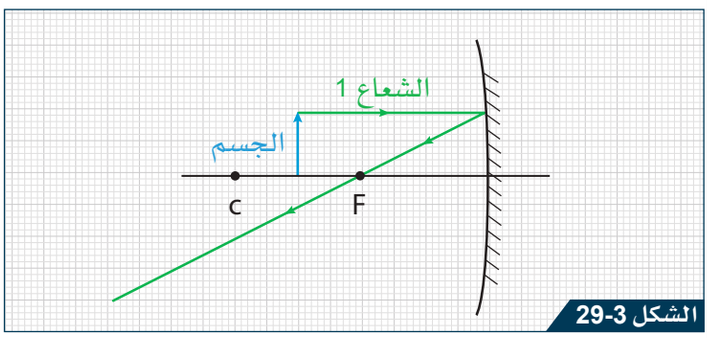
رسم مُخطّطات الأشعّة

لإيجاد موضع الصورة وخصائصها، نحتاج إلى رسم شعاعَين على الأقلّ:

لرسم الشعاع الأوّل:

ارسم شعاعًا مُنبعثًا من نقطة تقع عند رأس السهم من الجسم نحو المرآة، يكون موازيًا للمحور الرئيس ويصل إلى المرآة.

ارسم خطًا مُبتعدًا عن المرآة يخرج من نقطة تلاقي الشعاع 1 مع المرآة بحيث يمرّ من نقطة البؤرة (F). يُمثّل هذا الخطّ الشعاع المُنعكِس عن المرآة (**الشكل 3-29**).

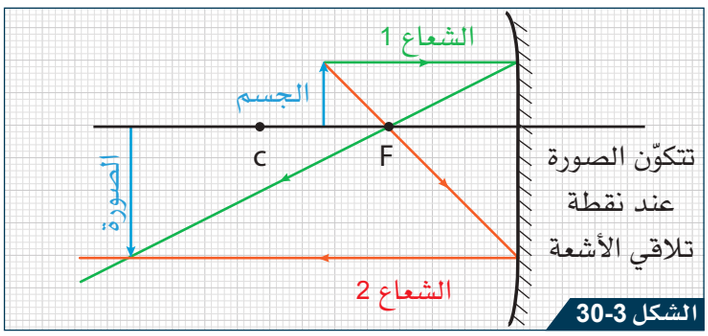


الشكل 3-29

لرسم الشعاع الثاني:

ارسم شعاعًا مُنبعثًا من نقطة تقع عند رأس السهم من الجسم نحو المرآة، يكون مارًّا بالبؤرة.

وارسم من النقطة التي يتلاقى فيها الشعاع السابق مع المرآة، الشعاع المُنعكس الذي ينتقل موازيًا للمحور الرئيس (**الشكل 3-30**).



الشكل 3-30

وصف الصورة

تُرسم الصورة على شكل سهم من المحور الرئيس إلى نقطة تلاقي الشعاعين ، بحيث يُلاقي رأس سهم الصورة نقطة تقاطع الشعاعَيْن المُنعكسَيْن.

تكون الصورة في هذا المثال بعكس اتجاه الجسم، وأكبر منه. وبما أنّ الصورة قد تشكّلت من تلاقي الشعاعين المنعكسَيْن، فسوف تكون الصورة حقيقية.

يعني ذلك أنّ الصورة المُتكوِّنة في هذه الحالة هي مقلوبة، ومُكبرة، وحقيقيّة.

أسئلة المُتابَعة

4-2 صِف الاختلاف بين الصورة المكبّرة والصورة المصغّرة لجسم.

5-2 صِف الاختلاف بين الصورة المُعتدلة والصورة المقلوبة لجسم.

6-2 صِف الاختلاف بين الصورة الحقيقية والصورة التقديرية لجسم.

7-2 اذكر خصائص الصورة المُتكوّنة في مرآة مُحدّبة.

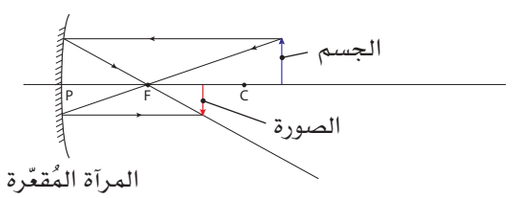
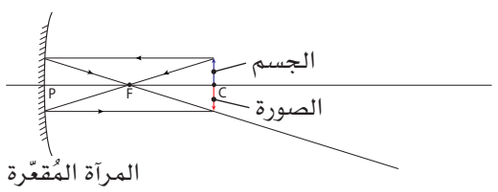
8-2 أكمل الجدول 7-3 لتَصِف خصائص الصور المُتكوّنة بواسطة مرآة مُقعّرة بحسب موقع الجسم.

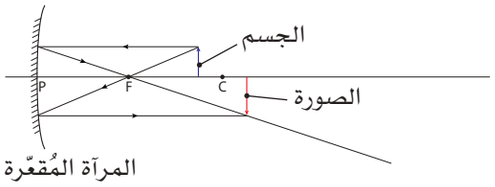
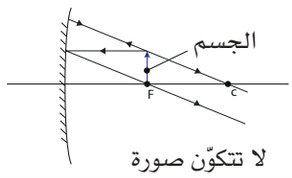
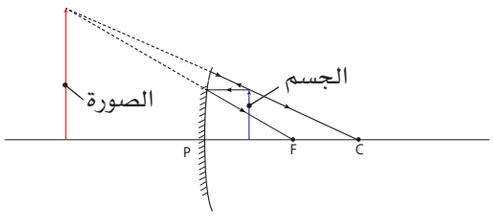
موقع الجسم	خصائص الصورة
على مسافة أكبر من نصف قُطر التكوّر	
على مسافة مُساوية لنصف قُطر التكوّر	
بين البؤرة ونصف قُطر التكوّر	
عند البؤرة	
أقرب إلى المرآة من البؤرة	

الجدول 7-3

هذا ما تعلَّمتَه:

- تكون الصور المُتكوِّنة في المرايا المُحدّبة دائمًا تقديرية، ومُصغّرة (أصغر من الجسم)، ومُعتدلة.
- تعتمد الصّورة المُتكوّنة بواسطة مرآة مُقعّرة على موقع الجسم كما في الجدول الآتي:

موقع الجسم	المخُطّط	خصائص الصورة
على مسافة أكبر من نصف قُطر التكور		حقيقية، ومقلوبة، ومُصغّرة
على مسافة مساوية لنصف قُطر التكور		حقيقيّة، ومقلوبة، ومساوية لقياس الجسم

بين البؤرة ونصف قُطر التكور	 المرآة المُقعّرة	حقيقية، ومقلوبة، ومُكبّرة
في البؤرة	 لا تتكوّن صورة	لا تتكوّن صورة
على مسافة أقل من البُعد البؤري	 المرآة المُقعّرة	تقديريّة، ومُكبّرة، ومُعتدلة

الجدول 3-8

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر رمز الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1 إلى 3.

1. أيٌّ من الآتي يصِف العلاقة بين نصف قُطر التكوُّر والبُعد البؤري في المرآة المُقعّرة؟
   - **(A)** البُعد البؤري = $\frac{1}{2}$ × نصف قُطر التكوُّر.
   - **(B)** البُعد البؤري = نصف قُطر التكوُّر.
   - **(C)** البُعد البؤري = 2 × نصف قُطر التكوُّر.
   - **(D)** البُعد البؤري = 4 × نصف قُطر التكوُّر.
2. وُضع جسم صغير على بُعد أقل من البُعد البؤري لمرآة مُقعّرة. أي من الخصائص الآتية هي للصورة المُتكوّنة لهذا الجسم؟
   - **(A)** مقلوبة.
   - **(B)** مُعتدلة.
   - **(C)** مُصغَّرة.
   - **(D)** حقيقية.
3. وُضع جسم بين البؤرة ونصف قُطر التكوُّر لمرآة مُقعّرة. أيٌّ من الخصائص الآتية هي للصورة المُتكوّنة لهذا الجسم؟
   - **(A)** حقيقية.
   - **(B)** تقديرية.
   - **(C)** مُعتدلة.
   - **(D)** مُصغَّرة.

4. يُوضّح **الشكل 3-31** مُخطّط الأشعة لمرآة. حدّد على المُخطّط:

a. المحور الرئيس.

b. البؤرة.

c. البُعد البؤري.

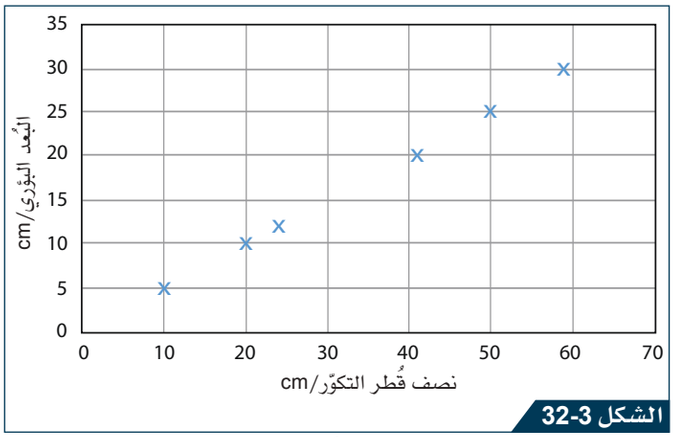
الشكل 3-31

مُخطّطات الأشعّة لمرآة مُقعّرة.

5. قاسَ طالب البُعد البؤري ونصف قُطر التكوُّر لمجموعة من المرايا المُحدّبة. فحصل على المُخطّط البياني في **الشكل 3-32**.

a. صِف العلاقة بين البُعد البؤري ونصف قُطر التكوُّر.

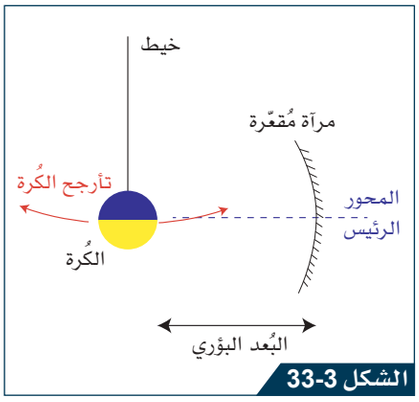
b. استخدم المُخطّط البياني لإيجاد البُعد البؤري لمرآة مُحدّبة نصف قُطر تكوُّرها 15 cm.



الشكل 3-32

علاقة البُعد البؤري ونصف قُطر التكور في مرآة مُحدبة.

6. كُرة مُعلّقة بخيط أمام مركز مرآة مُقعّرة، بحيث تكون عند نقطة بؤرتها. لُوّن النصف العُلوي للكرة باللون الأزرق الداكن، ونصفها السفلي باللون الأصفر. صِفْ ما ستُشاهده في المرآة، إذا تأرجحت الكرة إلى الأمام والخلف أمام المرآة.



الشكل 3-33

نشاط منزليّ

7. صمّم مُلصقًا تُوضّح فيه جميع الصور التي يتمّ تكوينها بواسطة المرايا المُقعّرة والمرايا المُحدّبة، بالإضافة إلى الصور التي يتمّ تكوينها في المرايا المستوية. حدّد على الرسم البؤرة والبُعد البؤري لكل مرآة كروية. ضمّن المُلصق، يمكنك استخدام صور من المواقع المتخصّصة على شبكة الإنترنت تُوضّح كيف ستظهر الصور في المرايا.

الدرس 3-3 ما استخدامات المرايا المستوية والمرايا الكرويّة؟

أشياء تعلّمتَها

1. تُفرّق المرآة المُحدّبة الأشعّة الضوئية، لتظهر وكأنّها قادمة من بؤرتها.
2. تستطيع المرآة المُقعّرة تركيز الأشعّة الضوئية المتوازية لتمر عبر بؤرتها.

☐ تعرفها جيّدًا ☐ تُريد أن تتدرَّب عليها ☐ تُريد أن تتعلّمها من جديد

في نهاية هذا الدرس سوف يُمكنك أن:

- تصف بعض الاستخدامات البسيطة للمرايا المستويّة والمرايا المُقعّرة والمرايا المُحدّبة.
- تُلخّص مبدأ عمل التلسكوب العاكس.

مهارات الاستقصاء العلمي التي ستتعلّمها في هذا الدرس:

- تُجري بحثًا باستخدام الإنترنت للإجابة عن أسئلة مُحدّدة حول التلسكوبات.

نشاط افتتاحيّ

- سوف يعرض معلّمك شريطًا مُصوّرًا يشرح كيف تُستخدم المرايا المُستوية لتوليد الكهرباء من أشعّة الشمس. شاهد الشريط المُصوّر، ثمّ ناقش الأفكار الآتية:
- ما نوع الأماكن التي تعتقد بأنّها تستخدم نظامًا كهذا لتوليد الكهرباء؟
- كيف تُصنع المرايا لتتعقّب الشمس، وتوفِّر أكبر كمّية ممكنة من الضوء للبرج؟
- هل يمكن إجراء تحسينات على النظام بواسطة المرايا المُقعّرة؟ لماذا تُستخدم هنا المرايا المستوية من وجهة نظرك؟

الشكل 3-34

تُركّز المرايا الكرويّة ضوء الشمس على أنابيب لتسخين الماء في محطّة الطاقة الشمسية.

مُفردات تتعلّمها:

المرآة الإهليلجية	Parabolic mirror
التلسكوب العاكس	Reflecting telescope

النشاط 1 ما استخدامات المرايا المستوية والمرايا الكرويّة؟

سوف تتنقّل مع زميلك بين محطّات التعلّم لتفحّص مجموعة من الأدوات والأجهزة البسيطة التي تُستخدم فيها المرايا، وتقديم وصفٍ لمبدأ عملها. ستكون هناك أجسام حقيقية في بعض المحطّات، وصور فوتوغرافية أو مُخطّطات في محطّات أخرى، لتوضِّح كيف تعمل هذه الأجهزة.

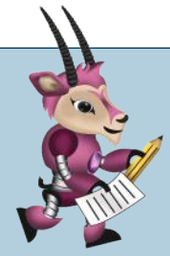
المحطّة 1: مرآة فحص الأسنان

كن حذرًا عند استخدام المرآة.

1. تفحّص سطح المرآة.
2. ناقش استخدامات هذه المرآة وما إذا كان سطحها مُستويًا أو كرويًّا.

الشكل 3-35

تسمح مرآة فحص الأسنان لطبيب الأسنان بالحصول على صورة مُكبّرة للأسنان.



ستحتاج إلى:
- **مرآة فحص الأسنان**

3. صِف المرآة ونوع الصور التي تُكوّنها، سجّل ذلك في **الجدول 3-9**.

المحطّة 2: مرآة الحلاقة أو مرآة التجميل

1. تفحّص سطح المرآة، أو سطحَيها إذا كان لها سطحان.
2. ناقش استخداماتها وما إذا كان سطحها مُستويًا أو كرويًّا.
3. صف المرآة وخصائص الصور التي تُكَوّنها، سجّل ذلك في **الجدول 3-9**.

الشكل 3-36

تُعطي مرآة الحلاقة صورة مُكبّرة للوجه.

ستحتاج إلى:
- **مرآة حلاقة أو مرآة تجميل**

المحطّة 3: مرآة المراقبة الأمنيّة أو التقاطُع المروري

1. تفحّص سطح المرآة.
2. ناقش استخداماتها، وما إذا كان سطحها مستويًا أو كرويًّا في **الجدول 3-9**.
3. ما خصائص الصُورة المُتكوّنة؟

الشكل 3-37

مرآة المراقبة الأمنيّة في متجر، تُعطي مدى واسع للرؤية.

ستحتاج إلى:
- **مرآة المراقبة الأمنيّة أو مرآة التقاطُع المروري**

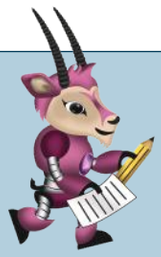
المحطّة 4: مرآة الكشّاف الضوئي

لا تُمعن النظر في الضوء الساطع.

1. تفحّص الكشّاف وحدِّد نوع المرآة التي يحملها. يمكنك تشغيل ضوئه وإيقافه لتُشاهد تأثير المرآة على الضوء.
2. ناقش استخدام هذه المرآة في الكشّاف الضوئي.
3. اشرح سبب امتلاك الكشّاف الضوئي للمرآة. اكتب شرحك في **الجدول 3-9**.

الشكل 3-38

الكشّاف الضوئي مع مرآة إهليلجية.



ستحتاج إلى:

- كشّاف ضوئي بمرآة إهليلجية

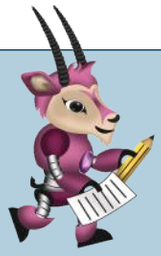
المحطة 5: مرآة المجهر

لا تُمعن النظر في الضوء الساطع.

1. تفحّص المجهر واكتشف مكان المرآة.
2. ناقش استخدام المرآة في المجهر.
3. اشرح سبب وجود المرآة في المجهر. اكتب شرحك في **الجدول 3-9**.

الشكل 3-39

تستخدم بعض أنواع المجاهر مرآة أسفل الشريحة.



ستحتاج إلى:

- ستحتاج إلى مجهر بنظام مرآة

المحطّة 6: مرآة السخّان الشمسيّ

1. تفحّص صورة السخّان الشمسي (**الشكل 3-40**)، واستكشف بعض المعلومات عنه.
2. ناقش استخدام المرآة في السخّان الشمسي.
3. سجّل نتائجك في **الجدول 3-9**.

الشكل 3-40

يمكن تسخين الطعام بواسطة أشعّة الشمس في السخّان الشمسي.

ستحتاج إلى:

- سخّان شمسي

اسم المرآة	نوع المرآة	خصائص الصورة المُتكوّنة	الاستخدام
مرآة فحص الأسنان			
مرآة الحلاقة أو مرآة التجميل			
مرآة المراقبة الأمنية أو التقاطع المروري			
مرآة المصباح الكشّاف			
مرآة المجهر			
مرآة السخّان الشمسي			

الجدول 3-9

أسئلة المُتابَعة

1-3 ضع قائمة بالأجهزة التي تمتلك مرآة مُقعرة.

2-3 ضع قائمة بالأجهزة التي تمتلك مرآة مُحدبة.

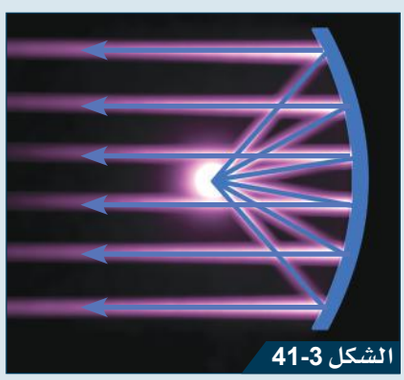
3-3 اشرح لماذا يعمل الكشّاف الضوئي بطريقة مُختلفة عن باقي الأجهزة.

هذا ما تعلَّمتَه:

- تستخدم العديد من الأجهزة المرآة المُقعّرة لتركيز الأشعّة الضوئية. يمكن الاستفادة من ذلك في إنارة الأجسام، كما في شريحة المجهر، أو في التسخين، كما في السخّان الشمسي.
- تُستخدَم المرايا المُحدَّبة لتكوين صور من زوايا واسعة، وهي مُفيدة في المراقبة الأمنية أو أثناء قيادة السيّارة.
- تُستخدم المرايا الإهليليجيّة لتكوين حُزم ضوئية من مصدر ضوئي، كما في الكشّاف الضوئي أو في أضواء السيّارات.

استخدام المرايا في تكوين أشعة ضوئية

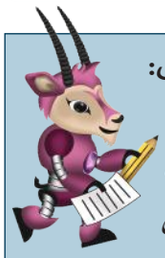
تمتلك المرآة الإهليلجية Parabolic mirror شكلاً مُقعّرًا يُستخدم لتكوين أشعة ضوئية رفيعة من مصدر ضوئي. فالأشعّة الضوئية المُنبعثة من المصدر تسقط على سطح المرآة لتنعكس بطريقة تنتقل فيها باتّجاه مُتواز، كما في الشكل 3-41، ويمكننا تغيير اتّجاه الأشعة الضوئية بواسطة تحريك المرآة. يمكن أيضًا أن تعمل المرآة الإهليلجية بشكل مُعاكس، بحيث تقوم بتركيز الأشعّة المتوازية، لتمر جميعها في البؤرة.



الشكل 3-41

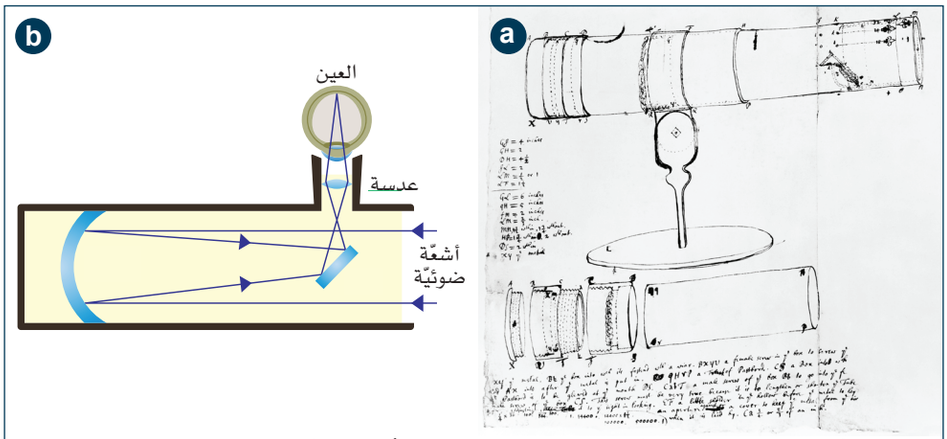
تُكوّن المرآة الإهليلجية أشعّة متوازية، إذا كان مصدر الضوء عند البؤرة.

النشاط 2 كيف تُستخدم المرايا في التلسكوبات؟



ستحتاج إلى:
- غرفة المصادر، والاّتصال بالإنترنت

سوف تستخدم الإنترنت والمصادر الأخرى لتكتشف كيف تُستخدم المرايا في عدد من التلسكوبات العاكسة Reflecting telescopes، والميزات التي تمتلكها تلك التلسكوبات مُقارنة بنظيراتها التي تستخدم العدسات فقط.



التصميم الأصلي الذي وضعه نيوتن لأوّل تلسكوب عاكس.

مُخطط الأشعة لتلسكوب عاكس حديث.

الشكل 3-42

1. سوف تُجري بحثًا عن نوع من التلسكوبات معروف باسم التلسكوب النيوتوني، وموضّح في **الشكل 3-42**. وهو نوع من التلسكوبات العاكسة تُستخدم فيه المرايا لتركيز الضوء وتكوين الصور. لكن قبل أن تبدأ، اقرأ جيّدًا أسئلة المتابعة، فهي ستزوّدك بتصوُّر عن المعلومات التي ستحتاج إلى البحث عنها.

ستكون في حاجة إلى إيجاد وفهم معلومات تشتمل على:

- أنواع المرايا المُستخدمة في التلسكوبات العاكسة (النيوتونية).
- مُخطّطات الأشعّة.
- الأمر الذي تُستخدم التلسكوبات النيوتونية من أجله عادةً.
- مميّزات التلسكوبات العاكسة (النيوتونية) وعيوبها، مقارنة بالتصاميم الأخرى.

أسئلة المُتابَعة

4-3 صِف الميّزات الرئيسة للتلسكوب العاكس (النيوتوني).

.....

.....

5-3 ارسم مُخطّط الأشعّة لتوضِّح كيف يعمل التلسكوب العاكس (النيوتوني). حدّد على المُخطّط اسم كل مرآة.

6-3 ما الهدف الذي يُستخدم لأجله التلسكوب العاكس (النيوتوني).

.....

.....

7-3 تستخدم بعض التلسكوبات العدسات لتكوين الصور.

a. صِف الأشياء التي يتميّز فيها التلسكوب العاكس (النيوتوني) عن التلسكوبات التي تستخدم العدسات.

.....

.....

b. صِف عيوب التلسكوب العاكس (النيوتوني) عند مقارنته بالتلسكوبات التي تستخدم العدسات.

.....

.....

هذا ما تعلَّمتَه:

- يحتوي التلسكوب العاكس على مرآة إهليلجية مُقعّرة كبيرة لتجميع الضوء، إضافة إلى مرآة مستوية أصغر لتوجيه الضوء إلى العدسة العينية لتكوين الصورة.
- تستخدم التلسكوبات العاكسة (النيوتونية) المرايا لتكوين صور مُكبّرة للأجسام البعيدة.
- يتركّز الاستخدام الشائع للتلسكوبات العاكسة (النيوتونية) في مجال علم الفلك.

تحقَّقْ ممّا تعلَّمتَه في هذا الدرس

اختر الإجابة الصحيحة عن الأسئلة من 1 إلى 3.

1. ما نوع المرآة التي تُكوّن صورة مُكبّرة؟
   - **(A)** المرآة المُستوية.
   - **(B)** المرآة المُقعّرة.
   - **(C)** المرآة المُحدّبة.
   - **(D)** المرآة المُفرِّقة.

2. أيٌّ من الآتي يُعبّر عن المرآة المُستخدَمة لتشكيل أشعة ضوئية في الكشّاف الضوئي؟
   - **(A)** المرآة المُستوية.
   - **(B)** المرآة الإهليلجية المُقعّرة.
   - **(C)** المرآة الإهليلجية المُحدّبة.
   - **(D)** المرآة الإهليلجية الكروية.

3. أيٌّ من الأجهزة التالية لا تُستخدم فيه المرايا المُقعّرة؟
   - **(A)** السخّان الشمسي.
   - **(B)** مرآة التقاطُعات المرورية.
   - **(C)** الأضواء الأمامية في السيّارة.
   - **(D)** التلسكوب العاكس (النيوتوني).

4. صِفِ استخدامًا للمرآة المُحدّبة، ثمّ اذكر خصائص الصورة التي تُكوّنها.

5. تُكوّن مرآة الحلاقة صورة مُكبّرة، كما في **الشكل 3-43**.

يمكن استخدام مرآة الحلاقة لتكوين صورة مُكبّرة.

a. ما نوع هذه المرآة؟

b. اشرح ما يحدث للصورة خلال تقريب شخص وجهه من المرآة.

6. يُوضّح **الشكل 3-44** مُخطّط الأشعّة لتلسكوب عاكس (نيوتوني) مُستخدم في علم الفلك. صِفْ مسار شعاع الضوء القادم من نجم بعيد إلى عين المُراقب الفلكي الذي يستخدم التلسكوب.

التلسكوب العاكس.

نشاط منزليّ

7. يُستخدَم في التلسكوبات الراديوية، كالمُوضح في الشكل **3-45**، لاقط مُقعّر كبير من أجل الرصد الفلكي للفضاء بواسطة موجات راديوية، بدلاً من الضوء المرئي. ابحث عن مبدأ عمل هذا النوع من التلسكوبات، وعن الاكتشافات التي استخدُمت فيها هذه التلسكوبات. استعن بالمعلومات لتصميم عرض قصير.

يُستخدم التلسكوب الراديوي في دراسة الكَون.

الدرس 3-4

ماذا تعرف عن الصور المتكوّنة في المرايا الكروية؟

عنوان المشروع: كيف تبني نموذجًا لتلسكوب؟

في هذا المشروع سوف:

- تُجري بحثًا عن تصميم التلسكوب.
- تبني تلسكوبًا يتضمّن مرايا كروية لتكوين صورة مُكبَّرة.

لا تستخدم التلسكوب لمُراقبة الشمس أو أي جسم مُضيء آخر.

ستحتاج إلى:

- مجموعة من المرايا المستوية
- معمل الحاسوب
- مجموعة من المرايا المُقعّرة
- مجموعة من المرايا المُحدّبة
- ورق مُقوّى وأنابيب
- مواد بناء عامة، مثل: شريط تفلون، غراء...

الشكل 3-46

رصد السماء ليلاً بواسطة التلسكوب من أحد هواة الفلك.

ستعمل ضمن مجموعة لتصميم تلسكوب عاكس.

1. استخدم مواد البحث لإيجاد تصاميم لتلسكوبات تُستخدم فيها المرايا.
2. ناقش بحثك مع زملائك في الفريق لتحديد نوع التلسكوب المُراد بناؤه.
3. صمّم التلسكوب، وخذ في الحسبان المواد المتوفّرة لديك.
4. بناء التلسكوب: الهدف هو تكوين صورة مُكبَّرة لجسم بعيد.
5. اكتب شرحًا لكيفية عمل التلسكوب، يجب أن يشتمل على مُخطّط أشعة مُناسب.
6. قيّم مدى نجاح عمل الجهاز.

الشكل 3-47

تلسكوب عاكس نيوتوني.

تقيِّم عملك عن طريق اختيار الدرجة المُناسبة التي تصف مستوى تحقيق مشروعك لكلّ معيار من المعايير المطلوبة فيه.

المَعايير	جيّد نوعًا ما (1)	جيّد (2)	جيّد جدًا (3)	مُمتاز (4)	العلامات
• **يُحقق هذا المشروع:** – تصميم تلسكوب يتضمّن مرايا. – بناء تلسكوب عملي بالاعتماد على التصميم.	• **التصميم:** – استُخدمت فيه مرآة واحدة على الأقلّ – لن يعمل عند اختباره • **التلسكوب:** – لم يتم بناؤه بشكل كامل. – لم يعمل.	• **التصميم:** – استُخدمت فيه مرآة واحدة على الأقلّ. – من الممكن أن يعمل عند اختباره. • **التلسكوب:** – تمّ بناؤه بشكل كامل. – لم يعمل.	• **التصميم:** – استُخدمت فيه أكثر من مرآة. – يعمل عند اختباره. • **التلسكوب:** – تمّ بناؤه بشكل كامل. – عمل بشكل جُزئي.	• **التصميم:** – استُخدمت فيه أكثر من مرآة. – يعمل عند اختباره. • **التلسكوب:** – تمّ بناؤه بشكل كامل. – عمل على تكوين صورة.	
ربط استخدام المرايا بعمل التلسكوب	لم يتم شرح استخدام المرايا في التلسكوب	تمّ شرح استخدام المرايا في التلسكوب بشكل جزئي	تمّ شرح استخدام المرايا في التلسكوب	تمّ شرح استخدام المرايا في التلسكوب بشكل كامل، بالإضافة إلى مُخطّطات الأشعّة	
أظهرتَ استخدامًا لمهارات الاستقصاء العلميّ الآتية: **استخدام البيانات الثانويّة** (جمع المعلومات) **التحليل والاستنتاج** (رسم مُخططات الأشعة) **التواصل وتقديم تقرير** (كتابة خطّة)	أظهرتَ إدراكًا لإحدى مهارات الاستقصاء العلمي من دون استخدامها بطريقة مناسبة.	أظهرتَ استخدامًا لمهارة أو مهارتَين من مهارات الاستقصاء العلمي.	أظهرتَ استخدامًا لمُعظم مهارات الاستقصاء العلمي المطلوبة	أظهرتَ استخدامًا لجميع مهارات الاستقصاء العملي المطلوبة	
عرض واضح وموجز بحيث يسهل فهم المعلومات	– التصميم وشرح كيفية استخدام التلسكوب لم يكونا مُنجزَين بشكل جيدٍ، وتضمّن الشرح معلومات محدودة. – المُخطّطات غير واضحة أو غير مُنجزة. – الخط غير مناسب. – المُخطّط مرتّب ونظيف.	– قدّم التصميم وشرح كيفية استخدام التلسكوب فهمًا مُفيدًا. – المُخطّطات غير واضحة. – الخطّ مناسب. – المُخطّط مرتّب ونظيف.	– التصميم وشرح كيفية استخدام التلسكوب أُنجِزا بشكل جيد. – المُخطّطات واضحة. – الخطّ غير مناسب. – المُخطّط مرتّب ونظيف.	– التصميم وشرح كيفية استخدام التلسكوب أُنجز بشكل احترافي – المُخطّطات واضحة جدًّا. – الخط مناسب. – المُخطّط مرتّب ونظيف.	
أظهرت تفكيرًا مُبتكرًا أو إبداعيًا.	أقمتَ دليلاً ضعيفًا على تفكير مُبتكر أو إبداعي	أقمتَ دليلاً على بعض التفكير المبتكر أو الإبداعي المحدود	أقمتَ دليلاً على تفكير مبتكر أو إبداعي مُتوسّط	أقمتَ دليلاً قويًّا على تفكير مُبتكر أو إبداعي	
عَمِلتَ ضمن مجموعة	(أضِفْ علامة)				
سلّمتَ المشروع في الوقت المُحدّد	(أضِفْ علامة)				
المجموع					/22
الملاحظات					

ماذا تَعَلَّمتَ في هذه الوحدة؟

- تتبع جميع الأشعّة الضوئية قانون الانعكاس، حيث تكون زاوية السقوط وزاوية الانعكاس متساويتَين عند قياسهما بالنسبة إلى العمودي على السطح العاكس، وهو الخطّ المُقام بزاوية قائمة على السطح.
- تُجمّع المرآة المُقعّرة الأشعّة الضوئية المُتوازية الساقطة عليها، بحيث تلتقي لتتقاطع مساراتها عند البؤرة.
- تُفرّق المرآة المُحدّبة الأشعّة الضوئية المتوازية الساقطة عليها لتبدو وكأنّها قادمة من البؤرة.
- يُوضّح مُخطّط الأشعّة اتّجاه الأشعة الضوئية الساقطة والمنعكسة عن الأسطح العاكسة.
- تُكوّن المرايا المُقعّرة صورًا مُعتدلة إذا كان الجسم قريبًا من المرآة، أو مقلوبة إذا كان الجسم بعيدًا عنها.
- تُكوّن المرايا المُحدّبة دائمًا صورًا مُعتدلة، لكنها تظهر أصغر من الجسم.
- المحور الرئيس هو الخط العمودي المارّ عبر مركز التكوُّر باتّجاه قُطب المرآة.
- البؤرة في المرآة المُقعّرة هي نقطة تقع أمام المرآة، تتقاطع عندها انعكاسات الأشعّة الساقطة والموازية للمحور الرئيس بعد انعكاسها عن المرآة.
- قُطب المرآة هو نُقطة تقاطع المحور الرئيس مع سطح المرآة.
- البؤرة في المرآة المُحدّبة هي نقطة تقع خلف المرآة، تبدو انعكاسات الأشعّة الساقطة والموازية للمحور الرئيس وكأنها قادمة منها.
- البُعد البؤري هو المسافة من البؤرة إلى قُطب المرآة.
- يكون نُصف قُطر التكوّر في المرآة الكروية مساويًا لضِعف البُعد البؤري $r = 2f$.
- يُستخدم مُخطّط الأشعّة لتوضيح مسار الأشعة الضوئية المُنعكسة عن مرآة. ويتمّ إيجاد البؤرة بواسطة هذه المسارات.
- تكون الصور المُتكوِّنة في المرايا المُحدّبة دائمًا تقديرية، ومُصغّرة، ومُعتدلة.
- تعتمد الصور المُتكوّنة في المرايا المُقعّرة على موقع الجسم بالنسبة إلى المرآة:
  - إذا كان الجسم على مسافة أكبر من مركز التكوُّر، تكون الصورة: حقيقية ومقلوبة ومُصغَّرة.
  - إذا كان الجسم عند مركز التكوُّر، تكون الصورة: حقيقية ومقلوبة وبحجم الجسم نفسه.
  - إذا كان الجسم بين نصف قُطر التكوُّر والبؤرة، تكون الصورة: حقيقية ومقلوبة ومُكبَّرة.
  - إذا كان الجسم عند البؤرة، لا تتشكّل صورة في المرآة.
  - إذا كان الجسم أقرب إلى المرآة من البؤرة، تكون الصورة: تقديريّة ومُكبّرة ومُعتدلة.
- تستخدم العديد من الأجهزة المرآة المُقعّرة لتركيز الأشعّة الضوئية. يمكن الاستفادة من ذلك في إنارة الأجسام، كما في شريحة المجهر، أو في التسخين، كما في السخّان الشمسي.
- تُستخدَم المرايا المُحدَّبة لتكوين صور من زوايا واسعة، وهي مُفيدة في المراقبة الأمنية أو أثناء قيادة السيّارة.
- تُستخدم المرايا لتكوين أشعة ضوئية من مصدر ضوئي، كما في المصباح الكشّاف أو في أضواء السيّارات.
- تستخدم التلسكوبات العاكسة (النيوتونية) المرايا لتكوين صور مُكبّرة للأجسام البعيدة.
- يحتوي التلسكوب العاكس (النيوتوني) على مرآة إهليلجية مُقعّرة كبيرة لتجميع الضوء، إضافة إلى مرآة مستوية أصغر لتوجيه الضوء إلى العدسة العينية لتكوين الصورة.
- يتركّز الاستخدام الشائع للتلسكوبات العاكسة (النيوتونية) في مجال علم الفلك.

تقويم الوحدة

اختر الإجابة الصحيحة عن الأسئلة من 1 إلى 4.

1. تعكس مرآة مُقعّرة أشعة ضوئية. إذا كانت زاوية سقوط الأشعة الضوئية 25°، فكم ستكون زاوية الانعكاس؟

(A) 0°
(B) أقل من 25°.
(C) تساوي 25°.
(D) أكبر من 25°.

2. ما نوع الصورة التي تُكوّنها المرآة المُحدّبة دائمًا؟

(A) أكبر من الجسم ومقلوبة.
(B) أكبر من الجسم ومُعتدلة.
(C) أصغر من الجسم ومقلوبة.
(D) أصغر من الجسم ومُعتدلة.

3. وُضع جسم بين مرآة مُقعّرة وبؤرتها. ما خصائص الصورة المُتكوّنة فيها؟

(A) تقديرية، ومُعتدلة، ومُكبّرة.
(B) حقيقية، ومُعتدلة، ومُكبّرة.
(C) تقديرية، ومقلوبة، ومُكبّرة.
(D) تقديرية، ومُعتدلة، ومُصغّرة.

4. وُضع جسم بين البؤرة ونصف قُطر التكوّر لمرآة مُقعّرة. ما خصائص الصورة المُتكوّنة فيها؟

(A) حقيقية، ومُعتدلة، ومُكبّرة.
(B) تقديرية، ومُعتدلة، ومُكبّرة.
(C) حقيقة، ومقلوبة، ومُكبّرة.
(D) تقديرية، ومقلوبة، ومُصغّرة.

5. اشرح لماذا تَسخُن المياه في القِدْر، في الشكل 3-48، بسرعة.

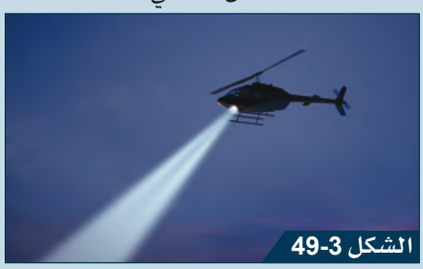
الشكل 3-48

سخّان شمسي.

6. تُستخدم الكشّافات الضوئية في الطائرة المروحية لإنتاج أشعة ضوئية مُوجّهة، كما هو مُوضّح في الشكل 3-49.

a. اذكر نوع المرآة المُستخدمة في الكشّافات الضوئية.

b. اشرح كيف يمكنها إنتاج أشعة ضوئية مُوجّهة.



الشكل 3-49

الكشّافات الضوئية في الطائرة المروحية.

7. اشرح ما تعنيه المُفردات الآتية، والتي لها علاقة بالمرايا الكروية:

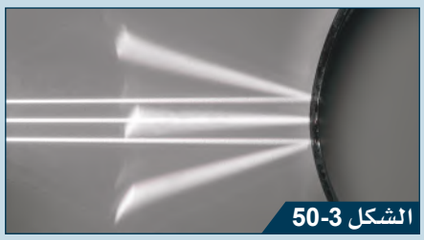
a. المحور الرئيس.

b. البؤرة.

c. نصف قُطر التكوّر.

d. قُطب المرآة.

8. يُوضّح الشكل 3-50 أشعة ضوئية تنعكس عن سطح مرآة. صِفْ كيف تُستخدم الأشعة الضوئية لإيجاد بؤرة المرآة.



الشكل 3-50

مرآة كروية تعكس الضوء.

الشكل 3-51

مرآة الرؤية الخلفية في السيّارات.

الشكل 3-52

مرآة سيّارة تحمل مرآة صغيرة أخرى.

9. يُكتب على مرايا الرؤية الخلفية في السيّارات والدرّاجات النارية عبارة «مقاسات وبُعد الصورة في المرآة غير حقيقيّة» كما في الشكل 3-51. اقترح سبب كتابتها.

10. يظهر في الشكل 3-52 نظام مرايا سيّارة يتضمّن مرآتَين مُنفصلتَين.

a. ما نوع المرايا المُستخدمة كمرايا رؤية خلفية في السيّارات؟

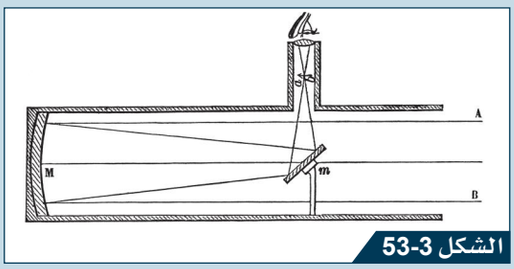
b. أي نوع من أشكال المرايا، الدائرية أم المُستطيلة، تمتلك أقصر بُعد بؤري؟

c. اشرح إجابتك للفرع b.

11. يظهر في الشكل 3-53 مُخطّط يُوضّح مبدأ عمل التلسكوب العاكس (النيوتوني).

a. اذكر أنواع المرايا المُستخدمة في هذا التلسكوب.

b. صِفْ لهذا النوع من التلسكوبات المميّزات التي يتفوّق فيها على التلسكوبات التي تُستخدم فيها العدسات.



الشكل 3-53

التلسكوب العاكس (النيوتوني).

12. يقوم المُهندسون المعماريون بتزويد المباني والأبراج بزجاج عاكس في بعض الحالات، كما في الشكل 3-54.

a. ما نوع المرآة التي يُشبهها البناء (a)؟

b. ما نوع المرآة التي يُشبهها البرج (b)؟

c. اشرح لماذا يتوجّب على المهندسين الانتباه لدرجة انحناء الأبراج التي يبنونها عند مراعاة خصائص الانعكاس الخاصّة بها.

الشكل 3-54

انحناء الأبراج في مدينة الدوحة.

المرايا الكرويّة وأقمار الاتصالات الاصطناعية

المرايا الكرويّة

تُستخدم المرايا الكُروّية لعكس الضوء والإشعاعات المُختلفة الأخرى. يسمح ذلك إما بتركيز الضوء القادم من مُختلف الاتجاهات، أو بنشر الضوء في اتّجاهات مُختلفة.

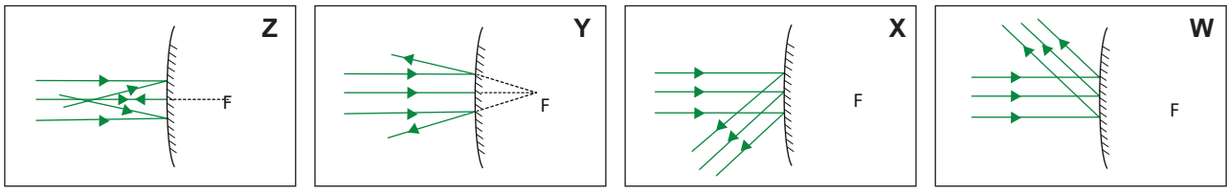
تُكوّن المرآة في **الشكل 3-55** صورة لكامل الممر بحيث تتيح للمسافرين رؤية ما حولهم طوال الوقت. وبما أنّ للمرآة سطحًا كُرويًّا، فإنّها تُكوّن صّورة مُضلّلة للنفق، فتبدو الخطوط المستقيمة وكأنّها مُنحنية.

الشكل 3-55

تُستخدم المرآة المُحدّبة كمرآة مراقبة أمنية في محطات مترو الأنفاق.

السؤال 6/1

أي شكل من **W** إلى **Z** يُوضّح بدقّة كيف ستنعكس الأشعّة الضوئية المتوازية عن المرآة؟ اختر الإجابة الصحيحة.



الشكل 3-56

W (A)

X (B)

Y (C)

Z (D)

الإجابة: .....

السؤال 6/2

يُوجّه حارس الأمن ضوء مصباحه باتّجاه المرآة في **الشكل 3-55**. فتصدر عن المصباح أشعة ضوئية رفيعة. اشرح لماذا تُضيء الأشعّة الضوئية المُنعكسة عن المصباح مُعظم أرجاء الممر.

.....

.....

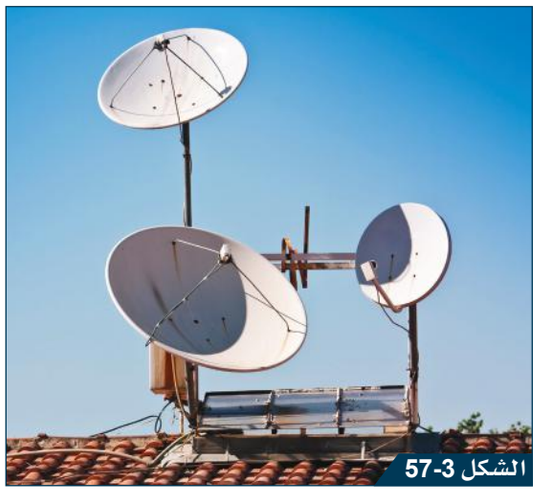
.....

أقمار الاتّصالات الاصطناعية

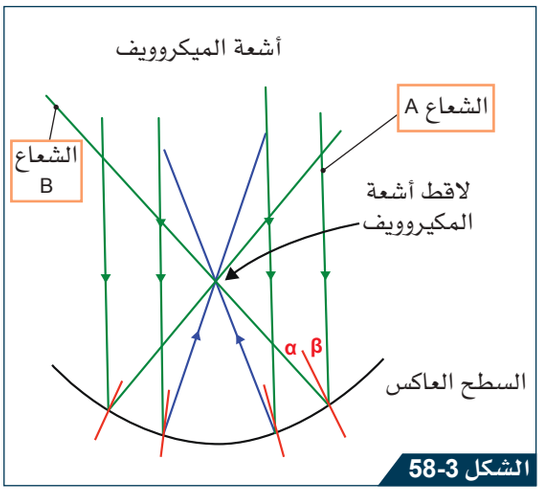
يُستخدم في أجهزة أقمار الاتصالات الاصطناعية، كالتلفاز مثلاً، أشعّة الميكروويف بدلاً من الضوء المرئي، وهي ذات سلوك مُشابه لسلوك الضوء المرئي.

تُرسل الأقمار الاصطناعية إشارات الميكروويف باستخدام عاكسات إهليليجية ليتمّ التقاطها بواسطة لواقط (صحون لاقطة) من الأرض، تكون إهليليجية أيضًا، كما في **الشكل 3-57**.

يُوضّح **الشكل 3-58** صحنًا لاقطًا ذا سطح كروّي يُرسل ويستقبل إشارات الميكروويف. تنتقل إشارات الميكروويف الساقطة موازيةً لمحور العاكس الرئيس، ويكون مُستقبل الإشارة موضوعًا في المكان المُشار إليه.



الشكل 3-57



الشكل 3-58

السؤال 6/3

أي من العبارات الآتية تصِف آليّة عمل الصحن اللاقط؟ اختر الإجابة الصحيحة.

(A) تقوم المرآة المُحدّبة بتجميع موجات الميكروويف.

(B) تقوم المرآة المُقعّرة بتجميع موجات الميكروويف.

(C) تقوم المرآة المُحدّبة بتفريق موجات الميكروويف.

(D) تقوم المرآة المُقعّرة بتفريق موجات الميكروويف.

الإجابة: .....

السؤال 6/4

اختر الكلمة الصحيحة لإكمال الجُمل الآتية التي تصف الصحن اللاقط ومُستقبل أشعّة الميكروويف في **الشكل 3-58**.

يُسمّى الشعاع A (الشعاع الساقط / العمودي / الشعاع المُنعكس)، بينما يُسمّى الشعاع B (الشعاع الساقط / العمودي / الشعاع المُنعكس)

تُسمّى الخطوط الحمراء المُتعامدة مع السطح العاكس (الشعاع الساقط / العمودي / الشعاع المُنعكس).

تكون الزاوية α (أصغر / مساوية / أكبر) من الزاوية β.

السؤال 6/5

تتّصف الإشارات التي تُرسلها الأقمار الاصطناعية إلى الأرض بأنّها ضعيفة جدًا، اشرح كيف يُساعد شكل العاكس الإهليليجي على زيادة قوة الإشارة، وأهمية وضع مُستقبل إشارات الميكروويف في السطح العاكس.

.....

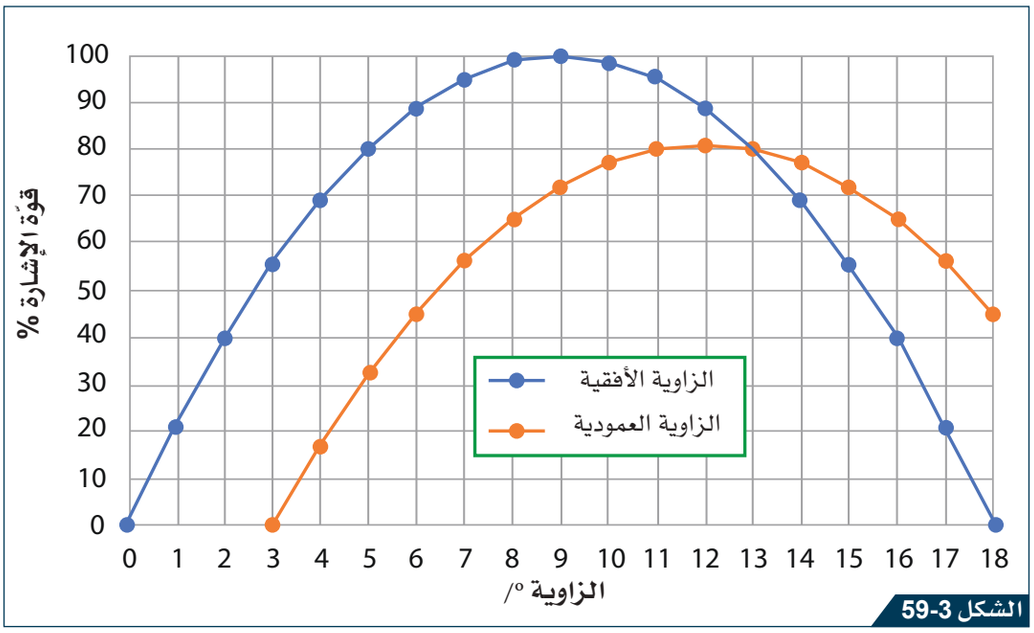
.....

.....

.....

موقع الصحن اللاقط وتوجيهه

يتطلّب التقاط أقوى إشارة توجيه المحور الرئيس للصحن اللاقط نحو إشارة القمر الاصطناعي. لذلك يُحرّك المهندسون الصحن اللاقط إلى أن يحصلوا على أقوى إشارة. يُوضّح الرسم البياني في **الشكل 3-59** قوة الإشارة لزوايا عمودية مُختلفة فوق الأفق وزوايا أفقية من الشرق إلى الغرب.



الشكل 3-59

السؤال 6/6

استخدم المُخطّط في **الشكل 3-59** لتحديد أفضل زاوية عمودية وزاوية أفقية لوضع الصحن اللاقط عندها.

يجب أن يوضع الصحن اللاقط عند زاوية ..... عموديًّا فوق الأفق وعند زاوية ..... أفقيًّا للحصول على أقوى إشارة.

ماذا تستطيع أن تفعل؟

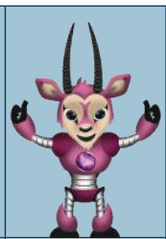
استعِن بمِفتاح الجدْوَل لتختار الوضيحي الذي يُعبِّر عن مدى اكتسابك مفاهيم هذه الوحدة أو مهاراتها.

تعرفها جيّدًا	تُريد أن تتدرَّب عليها	تُريد أن تتعلّمها من جديد

ضعْ علامة صحّ (✓) في المُربَّع لتُظهِر ما تستطيع فعله.

الدرس	تستطيع أن			
1-3	تصف أشكال المرايا الكروية.			
2-3	تُحدّد موضع البؤرة في كل من المرآة المُقعّرة والمرآة المُحدّبة.			
	ترسم مُخطّطات الأشعّة لتوضيح الصورة المُتكوّنة بواسطة المرايا الكروية.			
3-3	تصِف الاستخدامات المُتعدّدة للمرايا الكروية.			
4-3	تصف عمل التلسكوب العاكس.			
	تبني تلسكوبًا عاكسًا.			

ضعْ علامة صحّ (✓) في المُربَّع لتُظهِر ما تستطيع فعله.

استطعت أن	مَهارات الاستقصاء العِلميِّ			
تصِف كيف يعتمد تغيُّر خصائص الصور في المرايا الكروية على موقع الجسم.	المُلاحظة والتجربة			
تبني تلسكوبًا.	التحليل والاستنتاج			
تُصنّف الأجهزة بحسب نوع المرايا المُستخدمة فيها.	التصنيف			
تُجري بحثًا لتكتشف كيف تعمل الأجهزة التي تمتلك مرايا.	استخدام البيانات الثانوية			
ترسم عددًا من مُخطّطات الأشعّة لتوضيح الصورة المتكوّنة في جهاز يستخدم المرايا	التواصل وتقديم تقرير			
تتوقّع خصائص الصور في المرايا بحسب موقع الأجسام.	التخطيط والتقييم			

الكِفايات الأساسيّة

يُقصد بالكفاية "ما تقدر على القيام به بإتقان". تساعد الأنشطة الواردة في هذا الكتاب على تطوير هذه الكفايات الأساسيَّة، كما أنَّ الأسئلة المدرجة فيه تساعدك ومعلِّمك على التحقُّق من تقدُّمك.

البحث والاستقصاء

في أثناء دراستك مادَّة العلوم، سوف تتعلَّم صياغة الأسئلة الجيِّدة، وسوف تتعلَّم أيضًا إستراتيجيّات البحث عن المعلومات والتحقُّق منها.

وثمَّة المزيد من مهارات الاستقصاء العلميّ في القسم التالي.

التعاون والمشاركة

يعمل العلماء معًا ضمن مجموعات. في أثناء دراستك مادَّة العلوم، ستتوافر لك فرص لتطوير مهارتَي التعاون والمشاركة من خلال العمل الثنائيّ أو ضمن مجموعات من ثلاثة إلى أربعة تلاميذ، أو مع الصفّ بأكمله.

التواصل

من المهمّ جدًّا، في مادَّة العلوم، أن تشرح للآخرين ما تفعل وتبيِّن لهم كيفيَّة إنجازه. كما أنَّه من المهمّ أن تشرح لهم أفكارك، والخطوات التي قمت بها لاختبارها.

يتوصّل العلماء إلى المعلومات العلميّة الجديدة من خلال التجارب، وهم ينشرون نتائج أبحاثهم ليكرِّرها علماء آخرون، فيقيِّمون صحّة ما توصّلوا إليه ومدى دقَّته.

التفكير الإبداعيّ والناقد

إنَّ جميع النظريّات في العلوم كانت في الأصل، عبارة عن أفكار جيّدة. وعلى العلماء أن يكونوا مبدعين ليشرحوا لنا نظريّة ما قد لا نفهمها. استخدم أفكارك لشرح العلوم بطريقة موسَّعة.

صحيح أنَّنا نستطيع جميعًا التفكير، إلّا أنَّ على العلماء أن يتعلَّموا كيفيَّة التفكير بطريقة ناقدة ليختبروا أفكار العلماء الآخرين عبر إجراء التجارب واستخدام القياسات، فإذا توصَّلت كعالِمٍ إلى نتائج مغايرة، ينبغي لك أن تكون قادرًا على إعادة التفكير بها وشرحها.

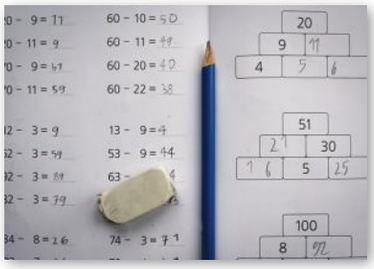
حلُّ المشكلات

يمكننا أن نستخدم العلوم والمهارات التي نتعلَّمها منها لحلِّ المشكلات، مثالٌ على ذلك:

ما المدَّة التي أحتاج إليها لأطهو هذا الطعام؟

ما مدى متانة هذا الجسر؟

الكفاية العدديَّة



تحتاج إلى عدِّ الأشياء وإلى قياسها وحسابها في أثناء دراستك مادّة العلوم.

الكفاية اللُّغويَّة

دراستك مادّة العلوم تساعدك على تعلُّم كلمات جديدة والتدرُّب أكثر على القراءة والكتابة.

القاموس

(أ)

الأيون
Ion

ذرّة فقدت أو اكتسبت إلكترونًا واحدًا أو أكثر.

الإلكترونات حُرّة الحركة
Free electrons

إلكترونات في مادّة فلزية، وتكون حرّة الحركة في كافّة أنحاء شبكة الفلزّ البلّوريّة.

(ب)

البؤرة
Focal point

النقطة التي تتركّز عندها الأشعّة الضوئية المُتوازية بواسطة المرآة المُقعّرة، أو النقطة التي تلتقي عندها امتدادات الأشعّة الضوئية المنعكسة بواسطة مرآة مُحدّبة.

بحر الإلكترونات
Sea of electrons

المصطلح الجامع للإلكترونات الحُرّة في الفلزّ التي يمكنها الحركة والانتقال فيه بسهولة.

البُعد البؤري
Focal length

المسافة بين قُطب المرآة والبؤرة.

(ت)

التجاذُب الكهربائي الساكن (الإلكتروستاتيكيّ)
Electrostatic attraction

قوى التجاذُب بين الأيونات مختلفة الشحنة.

التجمُّع
Converge

التقاء الأشعة المنعكسة في نقطة واحدة (البؤرة) بعد أن تنعكس.

(ت)

التفرُّق
Diverge

تباعُد الأشعّة بعد أن تنعكِس، بحيث تلتقي امتداداتها في نقطة واحدة (البؤرة).

التكافؤ
Valency

هو أقلّ عدد من الإلكترونات يجب أن تكسبه الذرّة أو تفقده أو تشارك به للوصول إلى التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل.

التلسكوب العاكس
Reflecting telescope

تلسكوب تُستخدم فيه المرايا لتكوين الصُور.

التمثيل النقطي للإلكترونات
Dot and cross diagram

رسم تخطيطي يُستخدم لوصف ترتيب الإلكترونات في ذرّة عنصر ما أو في مُركّب.

تنبسط
Relax

عملية تستطيل فيها العضلات.

تنقبض
Contract

عملية تقصُر فيها العضلات.

التوزيع الإلكتروني
Electron configuration

ترتيب الإلكترونات في ذرّة عنصر.

(ج)

الجدول الدوري
Periodic table

جدول رُتّبت عناصره بحسب الزيادة في العدد الذرّي.

(ج)

جُسيمات الذرّة
Sub-atomic particles
جُسيمات داخل الذرّة، هي البروتونات والنيوترونات والإلكترونات.

(خ)

الخلية الجذعية
Stem cell
خلية قادرة على تكوين عدّة أنواع من الخلايا.

(ر)

الرابطة الأيونية
Ionic bond
نوع من الروابط الكيميائية يتم فيه انتقال إلكترون واحد أو أكثر من ذرّة إلى أخرى للوصول إلى توزيع إلكتروني مُشابه لأقرب غاز نبيل.

الرابطة التساهُمية
Covalent bond
رابطة كيميائية بين اثنَين من اللافلزات، حيث تتم مشاركة الإلكترونات للوصول إلى توزيع إلكتروني مشابه لأقرب غاز نبيل.

الرابطة التساهُميّة الأحاديّة
Single covalent bond
رابطة تساهُميّة حيث تتمّ مشاركة زوج واحد من الإلكترونات بين ذرّتين لافلزيتَين.

الرابطة التساهُميّة الثنائيّة
Double covalent bond
رابطة تساهُميّة حيث تتمّ مشاركة زوجَين من الإلكترونات بين ذرّتين لافلزيتَين.

الرابطة التساهُميّة الثلاثيّة
Triple covalent bond
رابطة تساهُميّة حيث تتمّ مشاركة ثلاثة أزواج من الإلكترونات بين ذرّتين لافلزيتَين.

(ز)

الرابطة الفلزّية
Metallic bond
الرابطة الكيميائية بين ذرّات الفلزّات.

الرباط
Ligament
نسيج يحافظ على ترابُط العظام معًا وتماسكها.

(س)

السائل الزلالي
Synovial fluid
سائل يعمل على تليين المفصل الزلالي.

(ش)

الشبكة البلّوريّة العملاقة
Giant crystal lattice
تركيب يتكوَّن من جُسيمات عديدة مُترابطة في نمط منتظم.

شبه الفلزّ
Metalloid
مادّة تتميّز ببعض خصائص الفلزّات وبعض خصائص اللافلزّات. تقع أشباه الفلزّات بين الفلزّات واللافلزّات في الجدول الدوريّ.

الشعاع الساقط
Incident ray
شعاع ضوئي يتّجه إلى المرآة.

الشعاع المُنعكس
Reflected ray
شعاع ضوئي يبتعد عن المرآة بعد سقوطه عليها.

(ص)

الصيغة الكيميائية
Chemical formula
صيغة توضّح عدد الذرّات ونوعها في وحدة واحدة من مادة ما.

(ع)

العدد الذرّي
Atomic number
عدد البروتونات في ذرّة عنصر واحدة.

العدد الكتلي
Mass number
مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في ذرّة عنصر واحدة.

العضلات المُتضادّة
Antagonistic muscles
العضلات التي تعمل في أزواج لكي تُحرِّك الأطراف.

العظم
Bone
نسيج يحتوي على الكالسيوم ومعادن أخرى ويكوّن الهيكل العظمي.

العظم الإسفنجي
Spongy bone
أحد مكوّنات العظم يشغل داخل العظم (عند المركز) وأطرافه، ويحتوي على العديد من الثقوب. وهو أكثر ليونة من العظم الكثيف، وأكثر مرونة أيضًا.

العظم الكثيف
Compact bone
عظم صلب وكثيف ضروري للدعم والحماية والحركة.

العمودي
Normal
العمود المُقام على السطح، تُقاس بالنسبة إليه زاوية السقوط وزاوية الانعكاس.

(غ)

الغازات النبيلة
Noble gases
عناصر المجموعة 18 من الجدول الدوري.

(غ)

الغضروف
Cartilage
طبقة بيضاء اللون تغلّف نهاية العظم لتخفيف تأثيرات الاحتكاك وتأثيرات الاصطدام.

(ف)

الفلزّ
Metal
مادّة صلبة لامعة، وهي موصّلة للحرارة وللكهرباء. تقع الفلزّات جهة اليسار وفي وسط الجدول الدوريّ.

(ق)

قُطب المرآة
Pole of a mirror
النقطة التي يتقاطع فيها المحور الرئيس مع سطح المرآة.

القوى الجُزيئية البينية
Intermolecular forces
قوى التجاذُب أو التنافر التي تحدث بين الجزيئات التساهميّة.

(ل)

اللافلزّ
Non-metal
مادّة تتميّز غالبًا بدرجة انصهار منخفضة نسبيًا، وهي موصّلة رديئة للحرارة وللكهرباء. تقع اللافلزّات جهة اليمين في الجدول الدوريّ.

(م)

المحور الرئيس
Principal axis
المستقيم العمودي على النقطة المركزية في المرآة الكُروية، ويمر بمركز تكوّر الكُرة.

المرآة الإهليلجية
Parabolic mirror
مرآة مُقعّرة مصنوعة بشكل يسمح لها بتركيز الضوء القادم من جميع الاتّجاهات في نُقطة البؤرة.

(م)

المرآة المُحدّبة
Convex mirror
مرآة منحنية الحواف نحو الخارج، وهي تمثل السطح الخارجي من كرة مُجوّفة.

المرآة المُقعّرة
Concave mirror
مرآة مُنحنية الحواف نحو الداخل، وهي تمثل السطح الداخلي من كرة مُجوّفة.

مستويات الطاقة
Energy levels
منطقة داخل الذرّة وحول النواة حيث تقع الإلكترونات.

المفصل الرزّي
Hinge joint
مفصل يسمح بالحركة باتّجاه واحد.

المفصل الزلالي
Synovial joint
المكان الذي يلتقي فيه عظمان ويتحرّكان أحدهما على الآخر بسهولة بسبب وجود السائل الزلالي.

المفصل الكروي
Ball and socket joint
مفصل يدور في كل الاتّجاهات.

(ن)

نخاع العظم
Bone marrow
نسيج طري في مركز العظم يُنتج خلايا الدم.

نصف قطر التكوُّر
Radius of curvature
نصف قُطر الدائرة التي تكون المرآة الكُروية جُزءًا من مُحيطها.

النيوكليون
Nucleon
جُسيم في نواة الذرّة؛ وهو بروتون أو نيوترون.

(هـ)

الهيكل العظمي
Skeleton
جهاز مكوّن من عظام من نسيج صلب وهو يوفر الدعم والحماية للجسم، ويساعده على الحركة، وينتج خلايا الدم أيضًا.

(و)

الوَتَر
Tendon
نسيج يربط العضلات بالعظام حتّى تتمكّن العضلات من تحريك العظام.

الشكر والتقدير

يشكر المؤلفون والناشرون المصادر الآتية على السماح لهم باستخدام ملكياتهم الفكرية كما أنهم ممتنون لهم لموافقتهم على نشر الصور.

The authors and publishers acknowledge the following sources of copyright material and are grateful for the permissions granted. While every effort has been made, it has not always been possible to identify the sources of all the material used, or to trace all copyright holders. If any omissions are brought to our notice, we will be happy to include the appropriate acknowledgements on reprinting.

Unit 1: Thanks to the following for permission to reproduce images:
magnetix/Shutterstock; BIOPHOTO ASSOCIATES/SPL; brightstars/GI; SCIENCE PHOTO LIBRARY; Nikolai Galkin/GI; SCIENCE PHOTO LIBRARY; BlueRingMedia/Shutterstock; SCIENCE PHOTO LIBRARY (x3); GEORGES GOBET/GI; magnetix/Shutterstock; Jirik V/Shutterstock; Philip Lange/Shutterstock; ALFRED PASIEKA/SPL; DR MARK J. WINTER/SPL; JamesBrey/GI; Mr.Yankittaphak Phoyalo/Shutterstock; JeffreyRasmussen/Shutterstock; Science Photo Library/GI; Ullstein bild/GI; Dorling Kindersley/GI; Bim/GI; RUSSELL KIGHTLEY/SPL; Jeffrey Coolidge/GI; Uday Patil/GI; MARTIN OEGGERLI /SPL; Vasko/GI; SCIENCE SOURCE/SPL; Valentin Sprinchak/GI; OSweetNature/Shutterstock; MARTYN F. CHILLMAID/SPL; cery/Shutterstock; SOPA Images/GI; OSweetNature/Shutterstock; gstraub/Shutterstock.

Key: GI= Getty Images

Unit 2: Thanks to the following for permission to reproduce images:
Leonello Calvetti/SPL/GI; Nastasic/GI; Pixologicstudio/GI; Sciepro/GI; Leonello Calvetti/GI; Vandervelden/GI; Nastasic/GI; Sebastian Kaulitzki/SPL/GI; Sebastian Kaulitzki/SPL/GI; Marekuliasz/Shutterstock; Yoko Design/Shutterstock; Sciencepics/Shutterstock; Alila Medical Media/Shutterstock; Dorling Kindersley/GI; Wawritto/Shutterstock; Arie Van't Riet/SPL; Peter Hermes Furian/Shutterstock; Tibor Bognar/GI; Karim Jaafar/GI; Aksanaku/Shutterstock; Mike Ehrmann/GI; BlueRingMedia/Shutterstock; Sebastian Kaulitzki/SPL/GI; Corbis/Corbis/GI; Designua/Shutterstock; SteveCash/GI; SashaFoxWalters/GI; Naheedence/GI; Zephyr/GI; DeAgostini/GI; Nastasic/GI; Art4stock/SPL; Tefi/Shutterstock; Photodisc/GI; Sebastian Kaulitzki/SPL/GI(x5); Nastasic/GI; Sebastian Kaulitzki/SPL/GI; Kintarapong/GI; SciePro/Shutterstock.

Key: GI= Getty Images. SPL = Science Photo Library

Unit 3: Thanks to the following for permission to reproduce images:
MEDITERRANEAN/GI; RUSSELL KIGHTLEY/SPL; GIPHOTOSTOCK/SCIENCE PHOTO LIBRARY; Alena Rocket/GI; Simon McGill/GI; RUSSELL KIGHTLEY/SPL; SPL (x3); GIPHOTOSTOCK/SPL (x2); Boy_Anupong/GI; GIPHOTOSTOCK/SPL; SPL (x2); Amalakanti Satya Sarada/GI; Dorling Kindersley/GI; Ashley Cooper/GI; Jonathan Kantor/GI; Nancy R. Cohen/GI; fotofrog/GI; Andres Killy/GI; Stockbyte/GI; John Elk III/GI; RUSSELL KIGHTLEY/SPL; LIBRARY OF CONGRESS/SPL; Nasky/Shutterstock; Sukpaiboonwat/Shutterstock; Dorling Kindersley/GI; Haitong Yu/GI; Jon Hicks/GI; ED YOUNG/SPL; Manuel Alvarez/GI; kevinjeon00/GI; MARTYN F. CHILLMAID/SPL; Aliaksei Marozau/Shutterstock; Madiha Ali/GI; mikroman6/GI; Angelo Cavalli/GI; JERRY MASON/SPL; tttuna/GI.

Key: GI= Getty Images I SPL = Science Photo Library