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

العلوم العامة

كتاب الطالب

المستوى العاشر

GENERAL SCIENCE

STUDENT BOOK

GRADE **10**

الفصل الدراسي الأول
FIRST SEMESTER

طبعة 2024-1446

حضرة صاحب السّمو الشيخ تميم بن حمد آل ثاني
أمير دولة قطر

النشيد الوطني

قَسَماً بِمَنْ رَفَعَ السَّمَاءْ — قَسَمًا بِمَنْ نَشَرَ الضِّيَاءْ
قَطَرٌ سَتَبْقَى حُرَّةً — تَسْمُو بِرُوحِ الأَوْفِيَاءْ
سِيرُوا عَلَى نَهْجِ الأُلَى — وَعَلَى ضِيَاءِ الأَنْبِيَاءْ
قَطَرٌ بِقَلْبِي سِيرَةٌ — عِزٌّ وَأَمْجَادُ الإِبَاءْ
قَطَرُ الرِّجَالِ الأَوَّلِين — حُمَاتُنَا يَوْمَ النِّدَاءْ
وَحَمَائِمٌ يَوْمَ السَّلاَمْ — جَوَارِحٌ يَوْمَ الفِدَاءْ

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

المراجعة والتدقيق العلمي والتربوي

كلية الآداب والعلوم - جامعة قطر

خبرات تربوية وأكاديمية من المدارس

الإعداد والإشراف العلمي والتربوي

فريق من الخبراء التربويين

إدارة المناهج الدراسية ومصادر التعلم

مقدمة

الحمدُ للهِ ربِّ العالمين، والصلاةُ والسلامُ على أشرفِ الأنبياءِ والمرسلينَ، سيدِنا محمدٍ وعلى آلِه وصحبِه أجمعينَ، وبعْد..

أبناءَنا الطلبة:

تسعى دولةُ قَطر من خلالِ رؤيةِ 2030، واستنادًا إلى «الإطارِ العامّ للمنهجِ التعليميّ الوطنيّ لدولةِ قَطر»، إلى تطويرِ نظامِها التعليميّ، وإعدادِ مناهجَ وطنيةٍ ملتزمةٍ بمعاييرِ الجودةِ العالميَّة، بُغيةَ بناءِ الإنسانِ وإعدادِه إعدادًا سليمًا، وتسليحِه بالمعرفةِ والقِيَمِ والمهاراتِ والاتجاهاتِ الَّتي تؤَهِّلُهُ لمواكبةِ التَّطوُّراتِ العالميةِ في المجالاتِ كافَّة، حتَّى أصبحتْ دولةُ قَطَرَ تنافِسُ الدُّولَ المتَقدِّمةَ في مجالِ التَّعليمِ والمجالاتِ الأُخرى.

ويُعَدُّ الكتابُ المدرَسيُّ مصْدَرًا رئيسًا من مصادرِ المعرفةِ، وأحَدَ الرَّكائزِ المهمَّةِ في العمليَّةِ التَّعليميَّةِ، جاءَ حصيلةً لمزيجٍ مُتَجانِسٍ مِنَ الخِبْراتِ المعرِفيَّةِ والثقافيَّةِ والاجتماعيَّةِ والفنِّيَّةِ، وُضِعَتْ مِنْ قِبَلِ خُبرَاءَ متخصِّصين، فالكِتابُ وسيلةٌ منظَّمةٌ من وسائلِ التَّعليمِ، وهو أداةٌ من أدَواتِ التَّوجيهِ التَّربويّ، والأساسُ الَّذي يستعينُ بِهِ المعلِّمُ في إعدادِ دُروسِه.

لقد تمَّ تأليفُ هذا الكتابِ الَّذي يستهدفُ طلَبةَ المستوى العاشِرِ في مدرسة قطر للعلوم المصرفية وإدارة الأعمال، ويتوافقُ مع قُدُراتِهم؛ بحيثُ تتَدرَّجُ المعلوماتُ فِيهِ تدرجًا منطقيًا، ويهدِفُ إلى رفعِ مستوى كفاءَةِ الطَّلَبةِ وخِبْراتهم، وإثارةِ دافعيتِهم وتفاعُلِهم مع زملائِهم ومعلِّميهم؛ لاكتسابِ المعلوماتِ والمهاراتِ والكِفاياتِ، من خلالِ الأنشطةِ الصَّفِّيَّةِ واللاصفِّيَّة.

يحقِّقُ محتوَى الكتابِ تنميةَ مهاراتِ التفكيرِ والبحثِ العلميّ والاستقصاءِ بنوعَيهِ؛ الموجَّهِ والمفتوحِ، وحلِّ المشكِلات. ويتضمَّنُ كلُّ درسٍ أنشِطةً عمليَّةً متنوّعةً، وأسئلةَ تقويمٍ تمهيديٍّ وتكوينيٍّ وختاميّ؛ حيثُ تجدُ في مقدِّمةِ كلِّ درسٍ أسئلةً تمهيديةً لتحديدِ معرفةِ الطلبةِ وخبراتِهم السَّابقة، وأسئلةً في نهايةِ كلِّ فَقرةٍ تحت عُنوانِ «اِخْتَبِرْ نَفْسَكَ» تَقيسُ ما تمَّ تعلُّمُه، ثمَّ تقويمًا خاصًّا بكلِّ درسٍ، وفي نهايةِ كلِّ وَحدة. كما يَشتملُ الكتابُ على رسومٍ وأشكالٍ توضيحيَّةٍ تحقِّقُ مهارةَ قراءةِ الأشكالِ والرُّسومِ البيانيَّة.

ونحنُ إذْ نضعُ بين يدَي الطالب هذا الكتابَ، لَندعوه إلى التَّفاعلِ الإيجابيّ معَ محتواهُ وأنشطتِه المختلِفة؛ لتحقيقِ الهدفِ المنشودِ منْه.

ونسألُ اللهَ عزَّ وجلَّ للجميع التَّوفيقَ والسَّداد،،،

الفهرس

وحدة الفيزياء

الدرس الأول: 10
1-1 النظام الدولي للوحدات (SI) International System of Units

الدرس الثاني: 24
2-1 الكميّات المتجهة Vector Quantities

الدرس الثالث: 52
3-1 الطاقةُ الحراريةُ ودرجةُ الحرارة Thermal Enegrgy and Temperature

وحدة الكيمياء

الدرس الأول: 82
1-2 الجَدْوَلُ الدَّوْرِيُّ لِلْعَنَاصِرِ Periodic Table Of Elements

الدرس الثاني: 98
2-2 التَّركيبُ الإِلِكترونيّ وتَصْنيفُ العَناصِرِ
Electronic configuration and Classification of Elements

الدرس الثالث: 106
3-2 تَدَرُّجُ خواصّ العَناصِرِ Trend in properties of elements

الدرس الرابع: 125
4-2 النَّشَاطُ الكِيمْيَائِيُّ لِلعَنَاصِرِ Chemical reactivity of elements

وحدة الأحياء

الدرس الأول: 160
1-3 اكتشاف الخلية ونظريتها Cell Discovery And Cell Theory

الدرس الثاني: 170
2-3 التقنية في بيولوجيا الخلية Technology In Cell Biology

الدرس الثالث: 182
3-3 التركيب الدقيق للخلية Cell Ultrastructure

مفتاح كفايات الإطار العام للمنهج التعليمي الوطني لدولة قطر
QNCF Key Competencies

	(CT)	التفكير الإبداعي والتفكير الناقد Creative and Critical Thinking
	(L)	الكفاية اللغوية Literacy
	(N)	الكفاية العددية Numeracy
	(C)	التواصل Communication
	(CP)	التعاون والمشاركة Cooperation and Participation
	(IR)	الاستقصاء والبحث Inquiry and Research
	(PS)	حل المشكلات Problem Solving

وحدة الفيزياء

محتويات الوحدة:

الـدرس الأول: 1-1 النظام الدولي للوحدات (SI)
International System of Units

الدرسُ الثاني: 2-1 الكَميَّاتُ المُتَّجِهَةُ
Vector Quantities

الدرس الثالث: 3-1 الطاقةُ الحراريةُ ودرجةُ الحرارة
Thermal Enegrgy and Temperature

الدَّرسُ الأوَّلُ 1-1

النظام الدولي للوحدات (SI)
International System of Units

P1001

في يوم 23 ديسمبر 1999، فقد الاتصال مع المركبة الفضائية «مسبار المريخ المناخي المداري» التابعة لوكالة ناسا NASA للفضاء، حيث تبين أنها تحطمت نتيجة حركتها في مسار خاطئ غير المسار الافتراضي المقرر لها. ماذا تتوقع أن يكون السبب وراء ذلك؟ عندما تقرأ الخبر تعتقد أن خطأ كبيرا غير مألوف قد حصل وكان خارجًا عن السيطرة، إلا أن الحقيقة انه خطأ المهندسين في القيام بتحويلٍ بسيط بين وحدات القياس من النظام البريطاني الى النظام المتري. وكما صرّح المحققون فهي تُعدّ سقطةً مخجلة أدّت إلى فقدان مركبة بالقرب من سطح المريخ، تبلغ تكلفتها 125 مليون دولار.

ما الفرق بين النظام المتري والنظام البريطاني للوحدات؟ وما أهمية الاتفاق على نظام دولي للوحدات؟

التَّجارِبُ والأنشِطة

1-1 حادثةُ تَحَطُّمِ المركبةِ الفضائيةِ على سطحِ المريخ.

2-1 قياسُ الكمياتِ الفيزيائيةِ واشتقاقِ وِحداتِها.

مُخرَجاتُ التَّعلُّمِ

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

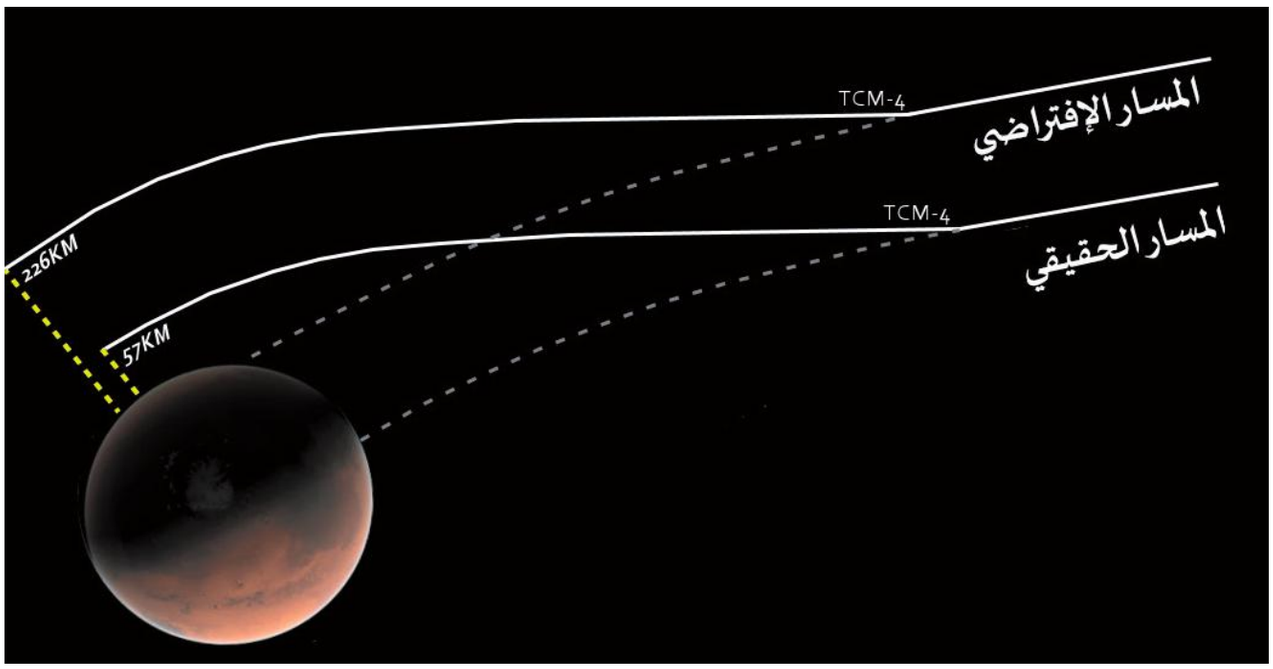
- **يميز بين وحدات النظام الدولي الأساسية والمشتقة ويستخدم البادئات المناسبة.**
- **يتعامل مع مدى المقادير ويعبر بشكل صحيح عن الكميات الفيزيائية باستخدام الصيغة القياسية للنظام الدولي.**

المُفرَداتُ الرَّئيسَةُ

Measurement	القياس
SI unit	النظام الدولي للوحدات
Fundamental quantities	الكميات الأساسية
Derived quantities	الكميات المشتقة
Fundamental unit	الوحدةالأساسية
Derived unit	الوحدة المشتقة
Prefix	البادئة
Standard unit	الوحدةالمعيارية
Standard form	الصيغة القياسية
Units analysis	تحليل الوحدات

نشاط 1-1

حادثةُ تَحَطُّمِ المركبةِ الفضائيةِ على سطحِ المريخ.



الشكل 1-1: مساري المركبة الافتراضي والحقيقي

ضِمْنَ مجموعاتٍ صغيرة. اِبحثْ في مصادر المعرفة المتاحة عن حادثةِ تَحَطُّمِ المركبةِ الفضائيةِ التابعةِ لوكالةِ ناسا NASA عام 1999 على سطحِ المريخِ نتيجةَ خطأٍ مُتعلِّقٍ باستخدامِ أنظمةِ قياسٍ مختلفة، ثم ناقشْ زملائَكَ في كيفيةِ حُدوثِ ذلك. الصورةُ في الشكل (1-1) ربما تُساعدُك في فَهْمِ الحادثة.

التحليل :

1. ما أثرُ استخدامِ أكثرَ من نظامٍ للقياسِ في عمليةِ إطلاقِ المركبة؟
2. كم تبلغُ المسافةُ بين المَسارِ الافتراضي (المُخطط له) والمسارِ الحقيقيّ للمركبةِ الذي أدى إلى تَحَطُّمِهَا؟
3. كيف أدَى اختلافُ مَسارِ المركبةِ إلى تَحَطُّمِهَا ؟

القياس Measurement

نَستخدمُ في حياتِنا اليوميةِ العديدَ من الأجهزةِ والأدواتِ لقياسِ كمياتٍ فيزيائيةٍ مختلفة، فَنستخدمُ المِسطرةَ لقياسِ الطولِ، والساعةَ لقياسِ الزمنِ، وميزانَ الحرارةِ لقياسِ درجةِ الحرارةِ، والميزانَ الإلكتروني لقياسِ الكُتَلِ في المَحلاتِ التجاريةِ، أمّا المستشفياتُ فتحوي العديدَ من أجهزةِ القياسِ مثلَ أجهزةِ قياسِ الضغطِ والسُكّري والنظرِ وفَحْصِ الدمِ والبولِ وجهازِ فَحْصِ هَشاشةِ العظامِ وغيرِها.

عند إجراءِ أيّ عمليةِ قياسٍ لكميةٍ ما؛ فإننا نستخدمُ رقمًا وَوِحدةً مناسبة؛ فمثلاً نقول: كتلةُ الحقيبةِ المدرسيةِ 5kg فالرقمُ 5 يُمثلُ مِقدارَ الكتلةِ (الكمية) والرمزُ kg يُمثلُ وِحدةَ قياسِ الكتلةِ بالكيلوجرام، وتُمثلُ الكيلوجرام هنا الوِحدةَ المِعياريةَ لقياسِ الكتلة، وتُعرَفُ الوِحدةُ المِعيارية standard unit بشكلٍ عام بأنها الوِحدةُ التي تمّ اعتمادُها دُوليًّا كمعيارٍللقياس. فنحن نقارنُ هنا كُتلةَ الحقيبةِ مع كُتلةِ 1kg: كتلةُ الحقيبةِ خمسةُ أضعافِ كتلةِ الكيلوجرام الواحد، وهنا يجبُ التأكيدُ على أهميةِ تحديدِ وِحدةِ للقياس؛ فلا معنى لقولنا إن المسافةَ بين العاصمةِ الدوحةِ ومدينةِ دُخان تساوي 55 دون ذكرِ وِحدةِ القياس؛ لأن 55 كيلومتر تَختلفُ عن 55 مِيلٍ رغم أنها كلَّها وِحداتُ طُول.

يُعرفُ **القياسُ measurement** بأنه عمليةُ مُقارنةِ كميةٍ مجهولةٍ بكميةٍ أخرى مِعياريةٍ مُتَّفقٌ عليها من النوعِ نفسهِ (تُسمّى وِحدةَ القياس) بهدف معرفةِ عددِ مراتِ احتواءِ الكميةِ المجهولةِ على الكميةِ المِعياريةِ. ويَتمُّ ذلك باستخدامِ أداةٍ ملائمة، ويُعبَّرُعن الكميةِ المُقاسةِ برقمٍ مَتبوعٍ بِوِحدةِ قياسٍ مناسبة.

مثال 1	عبّرْعن كتلة الجَفْنةِ في الشكل (1-2) بالطريقةِ الصحيحة.
الحل	كتلةُ الجَفْنةِ = 128.93 g

الشكل 1-2 : ميزان إلكتروني لقياس كتلة الجفنة

الشكل 1-3: عداد السرعة في السيارة

اختبر نفسك

كم تبلغُ سرعةُ السيارة في الشكل(1-3) ؟

النظام الدولي للوحدات
(SI) International System of Units

الشكل1-4 : الوحدة المعيارية للكيلوجرام

اِستخدمتْ دولٌ كثيرةٌ مُنذُ مئاتِ السنينَ أنظمةً مختلفةً للقياس، أبرزُها النظامُ البريطاني (قدم- باوند- ثانية) والنظامُ المتري (متر- كيلوجرام- ثانية) والنظامُ الفرنسي (سنتمتر- جرام- ثانية)؛ وأدى ذلك إلى ظهورِ صعوباتٍ كثيرةٍ في التعاملِ وتَبادُلِ البياناتِ والمعلومات، من أجلِ ذلك، وفي مؤتمرٍ دَوليٍّ للأوزانِ والمقاييسِ عام 1961 تمَّ اعتمادُ نظامٍ مُوحدٍ للقياس سُمِّيَ النظامَ الدَّوليَّ للوِحداتِ (SI units) تستخدمُه جميعُ الدولِ، ويشتملُ هذا النظامُ الدّوليُّ حاليًا على سَبْعِ وِحداتٍ أساسيةٍ fundamental units لقياسِ سَبْعِ كمياتٍ فيزيائيةٍ أساسيةfundamental quantities مُوضَّحةً في الجدول(1-1) وذلك اعتمادًا على وِحداتٍ مِعياريةٍ ثابتةٍ لا تتغيرُ لكلٍّ من الطولِ والكُتلة، مَحفوظةً بالمكتبِ الدَّوليِّ للأوزانِ والمقاييسِ في باريس، كما تمّ اعتمادُ تَعريفٍ مُحدّدٍ لكلٍّ من (الثانية- والأمبير- والكلفن- والمول- والشمعة).

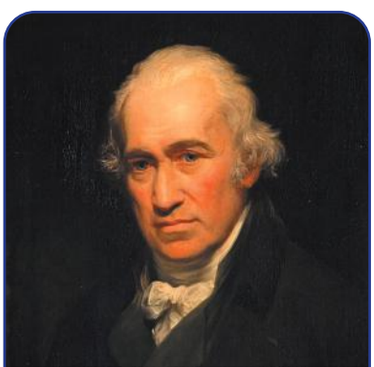
وقد تمَّ إعادةُ تَعريفِ الوِحداتِ الأساسيةِ عِدَّةَ مراتٍ للوصولِ إلى تَعريفاتٍ أكثرَ دِقةً وثباتًا، فمثلاً، كان هناك اِعتمادُ قديم، منذ عام 1790 للوِحدةِ المِعياريةِ للكيلوجرام على أنها « كتلةُ أسطوانةٍ من البلاتين -الإيريديوم محفوظةٌ في وِعاءٍ زُجاجيٍّ خاصٍّ في المكتب الدولي» كما هو موضح في الشكل (1-4). ومنذ ذلك التاريخِ والعلماءُ يبحثون عن تعريفٍ جديدٍ لها لا يَعتمدُ على مُجَسَّمٍ مادّيٍّ قابلٍ للتغيُّرِ ولو بمقدارٍ ضئيلٍ جدًا- يَنتجُ عن ذراتٍ من الغبار أو عمليةِ التنظيف - حتى عام 2018 حيث اتفقتِ الدولُ الأعضاءُ في المكتبِ الدَّوليِّ للأوزانِ والمقاييس، وعددُها نحوَ 60 دولة –من بينها دولة قطر- على إعادةِ تعريفِ الكيلوجرام على أساس قيمةٍ ضئيلةٍ، لكنها لا تتغيَّرُ تُسَمَّى (ثابت بلانك، ورمزها h) ومقدار هذا الثابت يساوي 6.62607015×10^{-34} j.s والذي يُمكنُ التعبيرُ عنه بِوحدةِ $kg.m^2/s$ وبما أن كلًّا من الكيلوجرام(kg) والمتر(m) والثانية (s)مُعَرَّفَةٌ في النظامِ الدَّوليّ للوِحداتِ، ومن مَعرفةِ قيمةِ (ثابت بلانك h) تمكَّنَ العلماءُ من التَّوصُّلِ لِتعريفٍ دقيقٍ وثابتٍ للكيلوجرام. وَصَوَّتَ العلماءُ أيضًا لتحديثِ تعريفاتِ الوحدات (أمبير، كلفن، مول) على أن يبدأَ العملُ بالتعريفاتِ الجديدةِ بتاريخ 20 مايو 2019.

الكمية الأساسية	رمز الكمية	الوحدة الأساسية	الرمز
الطول length	L	متر meter	m
الكتلة mass	m	كيلو جرام kilogram	kg
الزمن time	t	ثانية second	s
درجة الحرارة temperature	T	كلفن Kelvin	K
كمية المادة amount of substance	n	مول mole	mol
التيار الكهربائي electric current	I	أمبير ampere	A
شدة الإضاءة luminous intensity	I_v	شمعة candela	cd

جدول 1-1: الكمياتُ الأساسيةُ ووِحداتُ قياسِها في النظامِ الدَّوليّ للوحدات

أمّا الكمياتُ المُشتقةُ derived quantities وهي الكمياتُ التي يُمكنُ اِشتقاقُها من الكمياتِ الأساسية، مثل: السرعة والتَّسارُع والقوة والحجم وغيرها، فيمكنُ اشتقاقُ وحداتٍ خاصةٍ بها، تُسمَّى وِحداتٍ مُشتقةً derived units وهي الوحداتُ التي يُمكنُ اشتقاقُها من الوِحدات الأساسية.

تستخدم وِحداتٌ شائعةٌ للاستعمالِ التجاري والمَحلي ولكنها ليست وِحداتٍ أساسيةً أو مشتقةً، مثل: (وِحدةُ الدقيقةِ لقياس الزمن (min = 60 s) ووحدةُ اللتر لقياس الحجم($1000\ cm^3$= l) ووحدةُ الطُّن لقياس الكتلة (ton =1000 kg). كما أن هناك وِحداتٍ سُمِّيَتْ بأسماءِ بعضِ العلماءِ تكريمًا لجهودهم، مثل: وحدة قياس القدرة الكهربائية الواط watt (W) نسبة للعالم البريطاني جيمس واط، ووحدة قياس الضغط pascal (Pa) نسبة للعالم الفرنسي بليز باسكال، ووحدة قياس الجهد الكهربائي الفولت Volt (v) نسبة للعالم الإيطالي اليساندرا فولتا، وغيرها.



جيمس واط عالم في الرياضيات والفيزياء والكيمياء، ولد في مدينة غرينوك في اسكتلندا عام 1736م. يُعد أحد أبرز أقطاب الثورة الصناعية بفضل اختراعه وتطويره للمحرك البخاري. سميت وحدة قياس القدرة الكهربائية (واط) بإسمه.

مثال 2

اِشتقَّ الوحدةَ التي تُقاسُ بها الكمياتُ الفيزيائيةُ الآتيةُ معتمدًا على وِحداتِ النظام الدولي:

a- السرعة $\boldsymbol{v}$ علمًا أن $\boldsymbol{v} = \frac{d}{t}$ حيث d: المسافة ، t : الزمن

b- التسارع $\boldsymbol{a}$ علمًا أن $\boldsymbol{a} = \frac{\boldsymbol{v}}{t}$

c- الحجم V علما أن $V = L.w.h$ حيث L : الطول ، w : العرض، h : الارتفاع

الحل

سَنستخدمُ العلاقات الرياضية لتلك الكمياتِ لاشتقاقِ وِحداتِها على النحو الآتي:

a. $\boldsymbol{v} = \frac{d}{t}$

$$\text{Unit of } (\boldsymbol{v}) = \frac{\text{unit of (d)}}{\text{unit of (t)}} = \frac{m}{s} = m/s$$

b. $\boldsymbol{a} = \frac{\boldsymbol{v}}{t}$

$$\text{Unit of } (\boldsymbol{a}) = \frac{\text{unit of } (\boldsymbol{v})}{\text{unit of (t)}} = \frac{m/s}{s} = m/s^2$$

c. $V = L \cdot w \cdot h$

$$\text{Unit of (V)} = \text{unit of (l)} \times \text{unit of (w)} \times \text{unit of (h)} = m.m.m = m^3$$

اختبر نفسك

1 - اِشتقَّ وِحدةَ قياسِ كلٍّ من الكمياتِ الفيزيائيةِ الآتيةِ بِحَسَبِ النظامِ الدَّوليّ للوِحدات:

a- القوة F عِلمًا بأن $F = m\boldsymbol{a}$ حيث m : الكتلة ، $\boldsymbol{a}$: التسارع

b- المقاومة الكهربائية (R) علمًا بأن $V=IR$ حيث V: فرقُ الجُهد الكهربائي ووِحدتُه فولت، I : شدة التيار لكهربائي .

2- صَنّفِ الكمياتِ الفيزيائيةِ الآتيةِ إلى أساسيةٍ ومُشتقة:

(التردد، كمية المادة، الارتفاع، الوزن، الكثافة).

بادئاتُ النظامِ الدَّوليّ للوِحدات SI Prefixes

بَرزتْ مشكلةٌ في استخدامِ بعضِ وِحداتِ النظامِ الدَّوليّ لقياسِ الكمياتِ الصغيرةِ جدًا أو الكبيرةِ جدًا مثل: المسافةُ بين الشمسِ والأرضِ التي تساوي 150000000000 m ؛ لذلك تمّ اللجوءُ لاستخدامِ بادئاتِ Prefixes النظامِ الدَّوليّ للوِحداتِ كما هو مُوضَّحٌ في الجدول (1-2) التي تَعتمدُ على استخدامِ أُسٍّ مناسبٍ للرقم 10 - وهذه من أبرزِ إيجابياتِ هذا النظام _ حيث أصبحت وِحدةُ قياسِ تلك الكمياتِ أفضلَ وأسهلَ لفظًا وكتابةً، إضافةً إلى سُهولةِ التحويلِ من بادئةٍ لأخرى بالضربِ أو القسمةِ على الرقمِ (عشرة) مرفوعًا الى أُسٍّ ملائمٍ، فمثلا: بدلًا من كتابةِ قُطْرِ الأرضِ 12600000 m نكتبُها 12.6 Mm، كذلك طولُ مَوجةِ الضوءِ الأحمر 0.0000007m نكتبُها 0.7µm .

اسم البادئة	الرمز	معامل الضرب	الأس
جيجا Giga	G	1000000000	10^{9}
ميجا Mega	M	1000000	10^{6}
كيلو kilo	k	1000	10^{3}
هكتو hecto	h	100	10^{2}
ديكا deka	da	10	10^{1}
ديسي deci	d	0.1	10^{-1}
سنتي centi	c	0.01	10^{-2}
ميللي milli	m	0.001	10^{-3}
ميكرو micro	µ	0.000001	10^{-6}
نانو nano	n	0.000000001	10^{-9}

جدول 1-2 : أهم بادئات النظام الدولي للوحدات

- **ملاحظة:** عند قراءةِ رمزِ البادئةِ والوِحدةِ في القياسِ تُقرأُ لفظًا بأسمائِها وليس رمزًا فمثلاً 5µm تُقرأ 5 ميكرومتر.

مثال 3

عَبِّرْ عن وِحداتِ قياسِ الكمياتِ الفيزيائيةِ الآتيةِ بِحَسَبِ ما يُقابلُها:

a. 400 mm = ... m

b. 6000 V = ... MV

c. 5.6×10^4 kg = ... mg

الحل

باستخدامِ جدولِ البادئاتِ $k = 10^3$, $M = 10^6$, $m = 10^{-3}$

a. $400\ mm = 400 \times 10^{-3}\ m$

b. $6000\ V = 6000\ V \times \frac{1MV}{10^6\ V} = 6000 \times 10^{-6}\ MV = 6 \times 10^{-3}\ MV$

c. $5.6 \times 10^4\ kg = 5.6 \times 10^4 \times 10^3\ g = 5.6 \times 10^7\ g \times \frac{1\ mg}{10^{-3}\ g} = 5.6 \times 10^{10}\ mg$

مثال 4

تيارٌكهربائي (I) مقداره 8 mA ، عَبِّرْعنه باستخدامِ البادئاتِ الآتية:

a- μA b- MA c- kA

الحل

من جدولِ البادئات : $M=10^6$, $\mu = 10^{-6}$, $m = 10^{-3}$

a. $I = 8\ mA = 8 \times 10^{-3}\ A$

$= 8 \times 10^{-3}\ A \times \frac{1\ \mu A}{10^{-6}\ A} = 8 \times 10^3 \times \mu A$

b. $I = 8\ mA = 8 \times 10^{-3}\ A$

$= 8 \times 10^{-3}\ A \times \frac{1\ MA}{10^6\ A} = 8 \times 10^{-9}\ MA$

c. $I = 8\ mA = 8 \times 10^{-3}\ A$

$= 8 \times 10^{-3}\ A \times \frac{1\ kA}{10^3\ A} = 8 \times 10^{-6}\ kA$

مثال 5

سيارةٌ تسيرُبسرعة 90 km/h ، عَبِّرْعن سرعتِها بوحدة m/s .

الحل

$$\upsilon = 90\ km/h = \frac{90\ km}{h} \times \frac{1000m}{1\ km} \times \frac{1\ h}{60\ min} \times \frac{1\ min}{60\ s} = 25\ m/s$$

1. عَبِّرْ عن وِحداتِ قياسِ الكمياتِ الفيزيائيةِ الآتيةِ بِحَسَبِ ما يقابلها:

b. 5820 kg = ... g

c. 24×10^{5} Hz = ... MHz

d. 5.4 s = ... µs

e. 2×10^{-5} J = ... kJ

2. إذا علمتَ أن كثافةَ الزيتِ النباتي ($850\ kg/m^3$) ، اِحسبْ كثافتَه بوحدة g/cm^3

الصيغة القياسية Standard form

تَظهرُ أحيانا قياساتٌ تحتوي أرقامًا كثيرةً جدًّا يَصعُبُ كتابتُها أو لفظُها أو التّعامُلُ معها مثل: سرعةُ الضوء 300000000 m/s وطولُ مَوجةِ أشعةِ جاما 0.00000000002 m وبعضُ القياساتِ يَصعبُ التّعاملُ معها حتى باستخدامِ بادئاتِ النظامِ الدّوليّ مثل: كتلةُ الشمسِ وشُحنةُ الإلكترون، وبالتالي نلجأ لاستخدامِ الصيغةِ القياسيةِ العلميةStandard form ؛ وذلك بكتابةِ تلك الأرقامِ على الصيغةِ الآتية: $N \times 10^{n}$ حيث إن الرمزَ N عددٌ أقلُّ من 10 وأكبرُ من أو يساوي 1، $1 \le N < 10$ والرمزُ n : يمثل الأس (عددًا صحيحًا)، وهذا يُسَهِّلُ علينا كتابةَ تلك الأرقامِ والتّعامُلَ معها في العملياتِ الحسابية، وبالتالي يُمكنُ كتابةُ سرعةِ الضوءِ بالصيغةِ القياسيةِ على الشكل 3×10^{8} m/s وطولِ موجةِ أشعةِ جاما 2×10^{-11}m. ومن الأمثلة الأخرى على استخدامِ الصيغةِ القياسيةِ كتلةُ الشمسِ 1.989×10^{30} kg وشحنةُ الإلكترون 1.6×10^{-19} C.

عَبِّرْ عن الكمياتِ الفيزيائيةِ الآتيةِ بالصيغةِ القياسية؟

a. قُطْرُكوكبِ المريخ 6779000 m

b. نصفُ قُطْرِذَرَّةِ الهيدروجين 0.000000000053 m

c. شِدَّةُ التيارِالكهربائي الذي يَشعرُبه الإنسانُ 0.4 mA

- **ملاحظة:** راجعِ الأرقامَ التي تعاملتَ معها في هذا الدرسِ وَأَعِدْ كتابتَها بالصيغةِ القياسية.

نشاط 2-1	قياس الكميات الفيزيائية واشتقاق وحداتها
الأهداف:	- يَشتقُّ وِحداتِ كمياتٍ فيزيائية. - يحسب الكمياتِ المشتقةَ عمليا. - يَكتبُ النتائجَ مُستخدمًا وِحداتِ النظامِ الدولي وبادئاتِه والصيغةِ القياسية.
الأدوات:	مُجسَّمٌ متوازي مستطيلات، مسطرةٌ مدرجةٌ بتدريج 30 cm ، ميزانٌ (يُفضّل إلكتروني) مدرّج بوحدة g.

الخطوات:

- اِشتقَّ وِحدةَ قياسِ كُلٍّ من: (المساحة، الحجم، الكثافة) وذلك بالتعاونِ مع زملائِك في المجموعة.
- أكملِ البياناتِ في الجزءِ المُظَلّلِ من الجدولِ والمُتعلقةِ باشتقاقِ الوحدات.
- قِسْ أبعادَ مُجَسَّمٍ متوازي المستطيلاتِ باستخدامِ المِسطرة بوحدةِ (cm) وقِسْ كتلةَ المُجسّمِ باستخدام الميزانِ بوحدةِ (g) ثم سجلْها على دفترك.
- اِحسِبْ مساحةَ أحدِ أوجُهِ المُجسّمِ ، وحجم المُجسّمِ و كثافةَ مادة المُجسّمِ ثم سَجّلْ مقدارَ هذه الكمياتِ في الجدول.
- أُكتبِ الكمياتِ التي تمّ حسابُها بالصيغةِ القياسية. ثم تَبادلْ نتائجَك مع زملائِك في المجموعاتِ الأخرى.

الطول = ... العرض = ... الارتفاع = ... الكتلة = ...

الكمية الفيزيائية		العلاقة الرياضية	الوحدة المشتقة		نتيجة القياس	
الإسم	الرمز		الإسم	الرمز	المقدار	الصيغة القياس
المساحة						
الحجم						
الكثافة						

التحليل:

1. ما الوِحداتُ الأساسيةُ التي استخدمتَها في اشتقاقِ الوِحداتِ المشتقة؟
2. هل يُوجدُ اختلافٌ في النتائجِ بين المجموعات؟ ما سببُ الاختلافِ - إن وُجِدَ- برأيك؟

تَحليلُ الوِحدات Units analysis

عند كتابةِ علاقة رياضية لِحلِّ مسألةٍ ما، رُبما نكونُ غيرَ مُتأكدين من صِحةِ تلك العلاقة؛ لذا نلجأ إلى استخدامِ تَحليلِ الوِحدات units analysis وهي عمليةُ التّحقُّقِ من العلاقاتِ بين الكمياتِ الفيزيائيةِ بتحديدِ وِحداتِها؛ أي أننا نتعاملُ مع الوِحداتِ باعتبارِها كمياتٍ جبريّةً فيمكنُ جمعُ وطرحُ الكمياتِ الفيزيائيةِ بشرطِ أن يكونَ لها الوِحداتُ نفسُها.

ولإثباتِ صحةِ أيِّ علاقة يجبُ أن تكونَ وِحداتُ الطرفِ الأيمنِ منها هي نفسُها وِحداتِ الطرفِ الأيسر، فمثلاً: العلاقة الرياضية الخاصة بحساب الزمن الدوري للبندول البسيط .

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

حيث T : الزمن الدوري ووحدته (s) ، L : الطول ووحدته (m) ، g : تسارع الجاذبية ووحدته (m/s^2)

عند تعويض وِحداتِ القياسِ لطرفي المعادلة، نعتبرُ 2π عددًا ليس له وِحدة

تكون وِحداتُ الطرفِ الأيسر: s

وتكون وِحداتُ الطرفِ الأيمن: $\sqrt{\frac{m}{(m/s^2)}} = \sqrt{s^2} = s$

نُلاحظُ أن وِحداتِ قياسِ الطرفِ الأيمنِ تُساوي وِحداتِ قياسِ الطرفِ الأيسر، إذًا فالمُعادلة صحيحةٌ.

حَدّدْ ما إذا كانت العلاقةُ الآتيةُ صحيحةً من حيثُ وِحداتِ القياس أم لا.

$$v = \frac{1}{2} a t^2$$

- **ملاحظة:** تَساوي وِحداتِ القياسِ على طرفيْ المعادلةِ لا يَضمنُ صِحتَها، ولكنْ اختلافُ الوِحداتِ على طرفيْ المعادلةِ يعني أن المعادلةَ غيرُ صحيحة.

مراجعة الدرس الأول

الأفكار الرئيسة:

- القياس: عمليةُ مقارنةِ كميةٍ مجهولةٍ بكميةٍ أخرى مِعياريةِ مُتفقٍ عليها من النوعِ نفسِه (تُسمّى وِحدةَ القياس) لمعرفةِ عددِ مراتِ احتواءِ الأولى على الثانية.

- الكمياتُ الفيزيائيةُ تُصَنَّفُ إلى نوعين: الكمياتِ الأساسيةِ والكمياتِ المشتقةِ (التي تُشتَقُّ من الكمياتِ الأساسية).

- النظامُ الدّوليُّ للوِحداتِ (SI): نظامٌ مُوحدٌ للقياسِ تَستخدمُه الدولُ جميعُها، ويشتملُ على سَبْعِ وِحداتِ قياسٍ أساسيةٍ لسبعِ كمياتٍ فيزيائيةٍ أساسية.

- الوِحداتُ المشتقةُ هي: الوِحداتُ التي يَتِمُّ اشتقاقُها اعتمادًا على الوِحداتِ الأساسية.

- تُستخدَمُ بادئاتُ النظامِ الدّوليّ للتَّعامُلِ مع وِحداتِ قياسِ الكمياتِ الصغيرةِ جدًا والكبيرةِ جدًا.

- تُستخدَمُ الصيغةُ القياسيةُ $N \times 10^{n}$ ، لتسهيلِ التّعامُلِ مع الأرقامِ الكبيرةِ جدًّا والصغيرةِ جدًّا والتي يَصعبُ أحيانًا كتابتُها أو قراءتُها أو لفظُها، حتى باستخدامِ بادئاتِ النظامِ الدّوليّ.

- تَحليلُ الوِحدات: عمليةُ التّحقُّقِ من العلاقاتِ بين الكمياتِ الفيزيائيةِ بتحديدِ وِحداتِها.

تقويم الدرس الأول

1. اخترِ الإجابةَ الصحيحةَ في كلٍّ مما يأتي:

3. ما الوحدةُ الأساسيةُ لقياسِ درجةِ الحرارةِ في النظامِ الدَّوليِّ للوِحدات؟

a. Kelvin (K)

b. Celsius (^{o}C)

c. mole (mol)

d. Fahrenheit (^{o}F)

2. إذا علمتَ أن الشُّغلَ W يُعطَى بالعلاقةِ ($W= F.d$) حيثُ وِحدة F هي: $kg.m/s^2$، فما هي وحدةُ قياسِ الشُّغل؟

a. ($kg.m^2/s$)

b. ($kg/m^2.s^2$)

c. (kg.m/s)

d. ($kg.m^2/s^2$)

3. ما الصيغةُ القياسيةُ لمتوسطِ بُعْدِ الأرضِ عن القمر (384400000 m) ؟

a. (3844×10^5 m)

b. (3.844×10^{-8} m)

c. (3.844×10^8 m)

d. (3.844×10^{-5} m)

تابع تقويم الدرس الأول

2. وَضّحِ المقصودَ بالمفاهيم الآتية: (القياس، الكمية المشتقة، النظام الدولي للوِحدات).

3. ما الفرقُ بين الوِحداتِ الأساسيةِ والوِحداتِ المشتقة؟

4. حَوّلِ الكمياتِ الآتيةَ إلى الوحدةِ المُقابلة؟

a. $5\ \mu m = \ldots\ldots\ nm$

b. $72\ km/h = \ldots\ldots\ m/s$

c. $12\ kHz = \ldots\ldots\ MHz$

5. ما وِحدةُ قياسِ الثابت k في قانون كولوم $F = \frac{k\, q_1 q_2}{d^2}$ ؟ حيث F : القوةُ ووِحدتُها نيوتن (N)
q: الشُّحنةُ ووِحدتُها كولوم (C) ، d: المسافةُ ووِحدتُها(m) .

6. علّلْ: يبحثُ العلماءُ عن المعيار(الوحدة المعيارية) الأكثرِ دِقّةً وثباتًا للكمياتِ الفيزيائية؟

7. مَركبةٌ مَكتوبٌ عليها الحُمولةُ القصوى 1.5 ton ، أراد تاجرٌ تَحميلَ عَبْواتٍ بلاستيكيةٍ تحتوي كلُّ عَبْوةٍ 1.6 l من الزيت، إذا علمتَ أن كثافةَ الزيت $0.8\ g/cm^3$ ، كيف تُساعدُ التاجرَ في حسابِ العددِ الأقصى للعَبْواتِ المُمكنِ تَحميلُها في المَركبةِ بأمانٍ؟ (تَجاهلْ كُتلةَ العَبْوات الفارغة).

8. حدّدْ ما إذا كانت العلاقةُ الآتيةُ صحيحةً من حيثُ وِحداتِ القياس أم لا.

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

حيث a : التسارع d: الإزاحة v : السرعة .

الدَّرسُ الثاني 2-1

الكَميَّاتُ المُتَّجِهَةُ
Vector Quantities

P1003

التَّجارِبُ والأنشِطة

3-1 تَصنيفُ الكميَّاتِ الفيزيائيةِ إلى مُتَّجِهةٍ وقياسيةٍ.

4-1 مُحصِّلَةُ قُوتَينِ في مستوىً واحدٍ.

5-1 أَثَرُ اتجاهِ القوةِ في المَقدرةِ على تحريكِ الأجسامِ.

مُخرَجاتُ التَّعلُّمِ

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

يُوضِّحَ الفرقَ بين الكَميَّاتِ القياسيَّةِ والمُتَّجِهةِ (المُتَّجِهات). ويُحلِّلَ المُتَّجِهاتِ، ويَحسِبَ المُحَصِّلةَ في مَواقفَ حقيقيةٍ.

المُفرَداتُ الرَّئيسَةُ

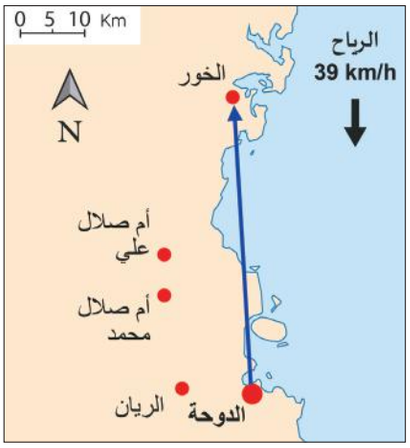
الكَميَّاتُ المُتَّجِهةُ	Vector quantities
الكَميَّاتُ القِياسيَّةُ	Scalar quantities
تَحليلُ المُتَّجِهِ	Vector analysis
مُتَّجِهُ المُحَصِّلةِ	Resultant vector

نشاط 3-1	
	تَصنيفُ الكميَّاتِ الفيزيائيةِ
الأهداف:	- يَقيسُ عَمليًّا بعضَ الكميَّاتِ الفيزيائيةِ. - يَستخرجُ الكميَّاتِ الأخرى من الشكلِ. - يَميزُ الكميَّاتِ الفيزيائيةَ التي وُصفتْ وصفًا كاملاً عن غيرِها.
الأدوات:	- ميزانُ حرارةٍ. - ميزانٌ لقياسِ الكُتلةِ - مِقياسُ القوةِ الإلكتروني (أو الميزانُ الزنبركي) - مسطرةٌ 30 cm - مقياسٌ متريّ كُرة قدم.

الخطوات:

بالتعاونِ مع أفرادِ مجموعتِكَ نَفِّذِ الخُطواتِ الآتيةَ:

1. قِسْ الكميَّاتِ الفيزيائيةِ في الجدولِ أدناهُ وسَجِّلِ النتائجَ.
2. اِستخدمِ المعلوماتِ في الخريطةِ للإجابةِ عن السؤالينِ الثاني والثالثِ وسَجِّلِ النتيجةَ في الجدولِ.

الرقم	الكميةُ الفيزيائيةُ	النتيجة
1	درجةُ حرارةِ الغرفةِ	
2	مِوقعُ مدينةِ الخورِ عن العاصمةِ الدوحةِ	
3	سُرعةُ الرياحِ على الخريطةِ. 	
4	كُتلةُ كُرة القدم.	
5	مساحةُ سطحِ المكتبِ.	
6	أقلُّ قوةٍ تلزمُ لتحريكِ حقيبتِكَ المدرسيةَ على سطحِ المكتبِ شمالاً.	

التحليلُ:

1 . أيُّ الكميَّاتِ وُصِفتْ وَصفًا كاملاً ودقيقًا؟

2. ما المعلومةُ اللازمُ إضافتُها لبعضِ الكميَّاتِ الأخرى لكي يكونَ وصفُهَا كاملًا ودقيقًا؟ ما المُستفادُ من إضافةِ تلك المعلومةِ؟

الكميَّاتُ القياسيةُ والكميَّاتُ المُتَّجِهَةُ Scalars and Vectors

نَتعاملُ بشكلٍ دائمٍ مع العديدِ من الكميَّاتِ الفيزيائيةِ في عالمِنا الطبيعي، ودرستَ سابقًا أنّ الكميّاتِ الفيزيائيةَ تندرجُ تحت نوعينِ رئيسينِ هما: الكميَّاتُ الأساسيةُ مثل: الكتلةُ، والزمنُ والطولُ، والكميَّاتُ المشتقةُ مثل: القوةُ، والسرعةُ والتَّسارُعُ. وتَعاملْنا في القياسِ مع هذينِ النوعينِ بطريقةٍ واحدةٍ، فَكنَّا نُعبّرُعن أيٍّ منهما برقمٍ ووِحدةٍ مُناسبينِ، فنقولُ مثلاً: كتلةُ الحقيبةِ 5 kg وتَسارُعُ السيارة $4\ m/s^2$ ولكنْ هل يَتطلَّبُ التعبيرُعن كلا الكميتينِ تحديدَ الاتجاهِ أيضاً؟

لا شك أنكَ لاحظتَ من النشاطِ السابق (1-3) أن هناك كمياتٍ فيزيائيةً يَكفي تَحديدُ مِقدارِها فقط لوصفِها وصفًا كاملاً دقيقًا، وهناك كمياتٌ أخرى يَلزمُ تَحديدُ مِقدارِها واتجاهِها معًا. وبشكلٍ عامٍّ تُقسمُ الكميَّاتُ الفيزيائيةُ إلى قسمينِ رئيسينِ، هما:

a- الكميَّاتُ القياسيةُ Scalar quantities:

هي الكميَّاتُ التي تُحَدَّدُ بالمقدارِ فقط وليس لها اتجاهٌ. ففي النشاطِ (1-3)، يكفي أن نقولَ: إن درجةَ حرارةِ الغرفةِ $25^{o}C$، وكتلةَ كرةِ القدمِ 420 g. هذه الكميَّاتُ وكميَّاتٌ أخرى مثل: الحجمُ، والزمنُ، والطاقة وغيرُها تُسمّى كمياتٍ قياسيةٍ.

b- الكميَّاتُ المُتَّجِهَةُ Vector quantities:

هي الكميَّاتُ التي تُحدَّدُ بالمقدارِ والاتجاهِ معًا، فمثلاً الرجلُ في الشكلِ (1-5) يُؤثرُ بقوةٍ في صندوقٍ خشبي باتجاهِ اليمينِ، وبالتالي نستطيعُ وَصْفَ حركةِ الصندوقِ أو تَحديدَ اتجاهِ حركتِهِ الناتجةِ من تأثيرِ هذه القوة. ولاعبُ كرةِ القدمِ يَركُلُ الكرةَ بقدمِهِ لتنطلقَ بسرعةٍ معينةٍ واتجاهٍ مُحدَّدٍ كي يُسجِّلَ هدفًا في المَرمى، وهكذا بالنسبةِ للكميَّاتِ المُتَّجِهَةِ الأخرى مثل: الإزاحةُ، والسرعةُ المُتَّجِهَةُ، والتَّسارُعُ، والقوةُ، والمجالُ الكهربائيُّ والمجالُ المغناطيسيُّ وغيرها.

شكل 1-5: رجلٌ يؤثرُبقوةٍ في صندوقٍ خشبي

مثال 6

صَنّفِ الكمياتِ الفيزيائيةِ في الجدولِ الآتي إلى مُتجهةٍ وقياسيةٍ:

الكميَّةُ الفيزيائيةُ	كميةٌ مُتجهةٌ/ كميةٌ قياسيةٌ
50 m	
30 m/s، شرقًا	
25 K	
1500 N، شمالاً	

الحل

50 m: كميةٌ قياسيةٌ، لأنها حُدِّدَتْ بمقدارٍ فقط وهي تُمثلُ المسافةَ.

30 m/s، شرقًا : كميةٌ مُتَّجِهةٌ، لأنها حُدِّدَتْ بمقدارٍ واتجاهٍ وهي تُمثلُ السرعةَ المُتجهةَ.

25 K : كميةٌ قياسيةٌ ، لأنها حُدِّدَتْ بمقدارٍ فقط وهي تُمثلُ درجةَ الحرارةِ بالكلفن.

1500 N، شمالاً : كميةٌ مُتَّجِهةٌ ، لأنها حُدِّدَتْ بمقدارٍ واتجاهٍ وهي تُمثلُ القوةَ.

وللتمييزِ بين الكميةِ القياسيةِ والكميةِ المُتجهةِ بالرموزِ، هناك أكثرُ من طريقةٍ، منها:

a. وَضْعُ سَهْمٍ فوق رمزِ الكميةِ المُتجهةِ مثل: ($\vec{F}$ ، $\vec{a}$) لتمييزِ مُتَّجهيْ القوةِ والتَّسارُعِ أما مقدارُ المُتجهِ فنأخذُ القيمةَ المُطلَقةَ للمُتجهِ مثل: $|\vec{F}|$ ، $|\vec{a}|$

b. كتابةُ رمزِ الكميةِ المُتجهةِ بالخطِّ العريضِ (**Bold**)، مثل: **F** ، $\boldsymbol{a}$ لتمييزِ مُتجهيْ القوةِ والتَّسارُعِ وكتابتها بالخطِّ العادي للدلالةِ على مقدارِ المُتجهِ مثل: F ، a وسَنستخدمُ هذه الطريقةَ في كتابِنا هذا.

تَمثيلُ الكميَّةِ المُتَّجِهةِ بيانيًا

التَّمثيلُ البيانيُّ للكميَّاتِ الفيزيائية المُتجهةِ مُهمٌّ وسَهلٌ للغايةِ، وتَكمُنُ أهميتُه في سُرعةِ وسُهولةِ التَّعاملِ مع الكميَّاتِ الفيزيائيةِ المُتجهةِ مثل: النشراتُ الجويةُ وسرعةُ الرياحِ وأبراجُ المراقبةِ وغيرُها، كذلك يُمكنُ باستخدامِ التمثيلِ البيانيِّ إيجادُ مُحصلةِ عدةِ مُتجهاتٍ وإجراءُ عملياتِ الطرحِ والجمعِ للمُتجهاتِ.

ولتمثيلِ كميةٍ متجهةٍ بيانيًا، نَختارُ مقياسَ رَسْمٍ مناسبٍ لتلك الكميةِ المُتجهةِ ثم نَرسمُ سَهمًا، طولُ السهمِ يَدلُّ على مقدارِ الكميةِ المُتجهةِ، واتجاهُ السهمِ يُمثلُ اتجاهَ الكميةِ المُتجهةِ.

ويُمكنُ استخدامُ المستوى الإحداثي (xy) لتمثيلِ مُتجهٍ ما بيانيًّا على النحو الآتي:

1. تَحديدُ نُقطةِ إسنادٍ، مثل: النقطةُ (0,0) وهي نقطةُ الأصلِ بالنسبةِ للمستوى الإحداثي(xy) .
2. تَحديدُ طولِ المُتجهِ (طول السهم) باستخدامِ مقياسِ رسمٍ مناسبٍ.
3. تَحديدُ الاتجاهِ إما جغرافيًا باستخدامِ الجهاتِ الأربعِ (شمال، جنوب، شرق، غرب)، أو باستخدامِ محور (x) المُوجب مرجعًا.

مثال 7

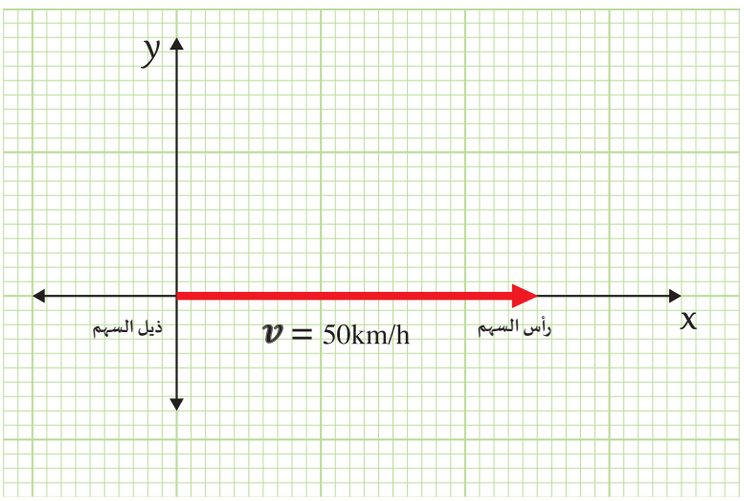
مثّلْ بيانيًّا مُتجهَ السرعةِ لسيارةٍ تتحركُ بسرعةِ 50 km/h باتجاهِ الشرق؟

الحل

نُحدِّدُ نُقطة إسنادٍ مثلاً 0,0 ثم نَختارُ مقياسَ رَسْمٍ مناسبٍ وليكنْ 1 cm:10 km/h أي أنَّ كلِّ 1 cm على الورقةِ يُمثلُ 10 km/h في الواقع، ثم نَحسِبُ طولَ السهمِ من العلاقةِ:

$$\frac{1\text{cm}}{10\text{ km/h}} \times 50\text{ km/h} = 5\text{ cm}$$

وبالتالي نَرسُمُ سهمًا طُولُه 5 cm، له نقطةُ بدايةِ (ذيل السهم) عند النقطةِ (0,0) ونقطةُ نهايةِ (رأس السهم) بحيث يكونُ اتجاهُ السهمِ باتجاهِ محور (x) الموجب، كما في الشكل (2-2).



الشكل 1-6 : سهم يمثل متجه السرعة.

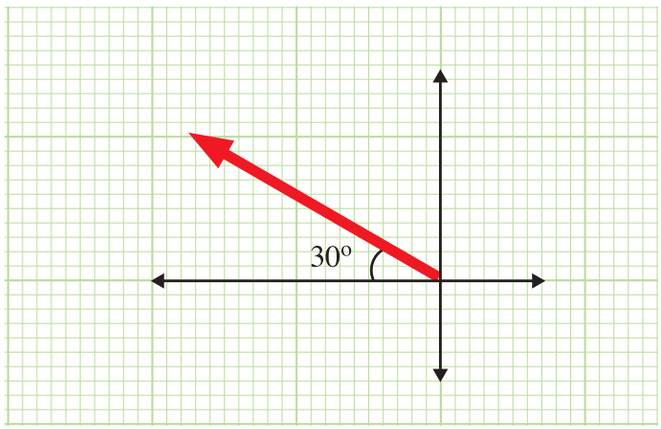
مثال 8

مَثِّلْ بيانيًّا مُتجهَ إزاحةٍ مقدارُهُ 400 km باتجاهٍ يَصنعُ زاويةَ 30^{o} شمالَ الغرب.

الحل

1- نُحدِّدُ نُقطةَ الإسنادِ، مثلاً (0,0) .

2- نَستخدمُ مقياسَ رسمٍ مثل(1 cm:100 km) ونَرسمُ سهمًا طولُه 4 cm بالاتجاهِ المُبيَّنِ في الشكلِ (2-3).



الشكل 1-7 : رسم لمتجه الإزاحة على المستوى xy.

اختبر نفسك

مَثِّلْ بيانيًّا ما يأتي:

3. تَسارُعُ جسمٍ مقدارُه $5m/s^2$ باتجاهِ الشمال.

4. قوةٌ مقدارُها 500 N باتجاهِ الجنوبِ الشرقي (تَصنعُ زاويةَ 45^o شرق الجنوب، أو جنوب الشرق).

جَمْعُ المُتَّجهاتِ Vectors Addition

طالبٌ كُتلتُهُ 60 kg، يحملُ حقيبةَ كتبهِ وكُتلتُها 5 kg، فيكون حاصلَ جمعِ الكتلتينِ 65 kg . وكذلك عندما تَنخفضُ درجةُ حرارةِ الجوِّ من 31 °C نهارًا إلى 25 °C ليلًا، فإن الفرقَ في درجاتِ الحرارةِ يُساوي 6 °C . تُعدُّ هاتانِ الحالتانِ من الأمثلةِ على جَمعِ الكميَّاتِ القياسيةِ التي تُحدَّدُ بالمقدارِ فقط وليس لها اتجاهٌ، ويُعرفُ جمعُها بأنه جمعٌ جبريٌّ شريطةَ أن تكونَ من النوعِ نفسِهِ (لها الوِحداتُ نفسُها)، ولكن ماذا عن جمعِ الكمياتِ المُتجهةِ؟

التَّعامُلُ مع الكمياتِ الفيزيائيةِ المُتجهةِ يختلفُ كثيرًا عن التَّعامُلِ مع الكمياتِ القياسيةِ، فإذا حاولنا جمعَ مقاديرِ الكمياتِ المُتجهةِ دون مراعاةِ اتجاهِ تلك الكمياتِ، فَسنحصُلُ على نتائجَ غيرِ صحيحةٍ؛ كأن نجمعُ قوتينِ مقدارُكلٍّ منهما 40 N وبينهما زاويةُ 180^o تُؤثرانِ في جسمٍ ما جمعًا جبريًا دون مراعاةِ الاتجاهاتِ فتكونُ النتيجةُ (40 N + 40 N = 80 N). بينما حاصلُ جمعِهما جمعًا مُتجهًا يُساوي (40 N - 40 N = 0 N). كذلك لاعبُ كرةِ القدمِ إذا أراد تسجيلَ هدفٍ في المَرمى فإنه يُركِّزُعلى اتجاهِ سرعةِ انطلاقِ الكرةِ إضافةً إلى مقدارِها وإذا أراد إبعادَ الكرةِ عن مَرماهُ لأقصى مسافةٍ مُمكنةٍ فإنه يَركُلُ الكرةَ باتجاه يصنع زاوية 45^o مع الأفق. ويُسمّى المِتجهُ الذي ينتجُ من الجمعِ الاتجاهي لِمُتجهينِ أو أكثرَ مُتّجهِ المُحصلةِ resultant vector ويُرمزُله بالرمز **R** .

عندما تتحركُ سيارةٌ باتجاه محدد (الشرق مثلاً) ولا تغير من هذا الاتجاه مهما تغير مقدار السرعة، فإن حركتها توصف بأنها في بعد واحد، ويمثل هذا الاتجاه بيانياً على محور (x) . لكن عندما تتحرك السيارة باتجاه الشرق ثم تغير اتجاهها نحو الشمال، فإن حركتها توصف بأنها حركة في بعدين، وتمثل هذه الحركة بيانياً على المستوى (xy).

سنتناولُ عمليةَ إيجادِ مُحصلةِ عدةِ مُتجهاتٍ بالطريقتينِ البيانيةِ والحسابيةِ سواءً في بُعْدٍ واحدٍ أم في بُعدين شَريطةَ أن تكونَ المُتجهاتُ من النوعِ نفسِهِ.

المُتَّجهاتُ في بُعْدٍ واحدٍ: Vectors in one dimension

يُمكنُ إيجادُ مُحصلةِ مُتجهيْنِ مثل A، B في بُعدٍ واحدٍ (متوازيينِ أو متعاكسينِ) بيانيًّا أو حسابيًّا على النحو الآتي:

a. إذا كان للمُتجهيْن الاتجاهُ نفسُهُ (الزاوية بينهما صفر)، فإنّ مُحصلتَهُمَا:

1- **الطريقةُ البيانيةُ(الرسم) Graphical method:** نرسمُ المُتجهَ الأولَ A ثم نرسمُ المُتجهَ الثاني B بحيثُ يكونُ ذيلُ المُتجهِ B عند رأسِ المُتجهِ A ثم نرسمُ سهمًا من ذيلِ المُتجهِ الأولِ A إلى رأسِ المُتجهِ B ليمثلَ طولُهُ طولَ المُحصلةِ (A+B) واتجاهُهُ هو اتجاهُ المُحصلةِ، كما في الشكل(1-8/a).

2-**الطريقةُ الجبريةُ(الحسابيةُ) Algebraic method:** مُحصلةُ المُتجهيْنِ = حاصلُ جَمْعِ مِقداريْ المُتجهينِ= A+B وبالاتجاهِ نفسِه.

(a) (b)

الشكل 1-8 : جَمْعُ وطَرْحُ مُتجهين A ، B

b. إذا كان المُتجهانِ مُتعاكسينِ بالاتجاهِ (الزاوية بينهما 180^{o}):

نَستخدمُ عمليةَ الطرحِ، ولِطرحِ مُتجهٍ مثل B من مُتجهٍ آخرَ مثل A يَتِمُ عَكْسُ المُتجهِ المُرادِ طرحُه (B -) وتُكتَبُ : $A - B = A + (-B)$

1- بيانيًّا: نرسمُ المُتجهَ الأولَ A ثم نرسمُ المُتجهَ الثاني B بحيثُ يكونُ ذيلُ المُتجهِ (B-) عند رأسِ المُتجهِ A ثم نرسمُ سهمًا من ذيلِ المُتجهِ الأولِ A إلى رأسِ المُتجهِ(B-) ليمثلَ طولُهُ طولَ المُحصلةِ (B-)+A واتجاهُهُ اتجاهَ المُحصلةِ، كما في الشكل(1-8/b).

2 - جَبريًّا:

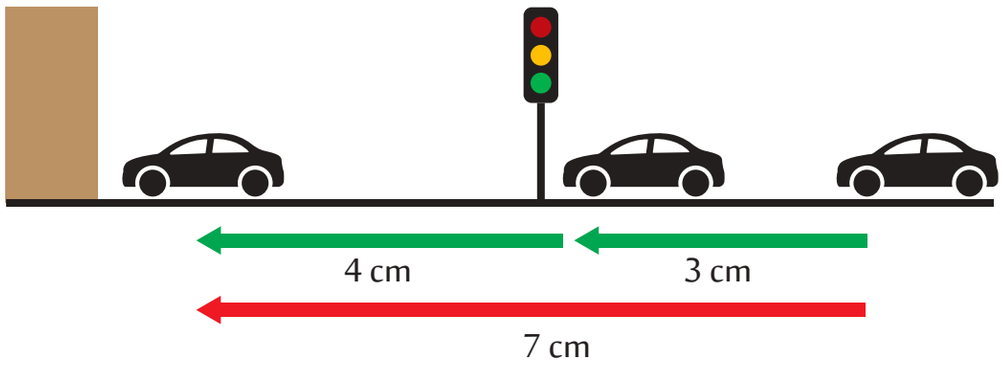
مُحصلةُ المُتجهينِ R: $R = A-B = A + (-B)$ ويكون اتجاهها باتجاه المتجه الأكبر A .

*ملاحظة: ما يَنطبقُ على مُتجهيْنِ يَنطبقُ كذلك على أكثرَ من مُتجهينِ مثل D،C،B،A في بُعْدٍ واحدٍ.

مثال 9

سيارةُ أجرةٍ انطلقتْ من السوق مُتجهةً غربًا نحو المتحف الوطني في مدينة الدوحة، فقطعتْ مسافةَ 300 m ، وتوقفت عند الإشارةِ الضوئيةِ ، ثم تابعتْ سيرَها غربًا وقطعتْ مسافةَ 400 m لتصلَ إلى المتحف. اِحسبِ الإزاحةَ بين المتحف والسوق بَيانيًا وجَبريًّا.

الحل

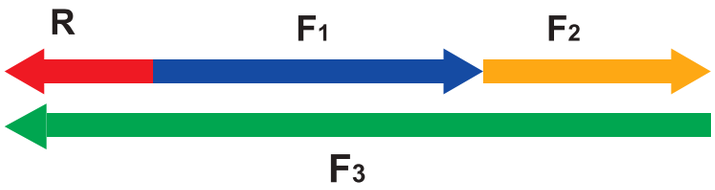


الشكل 1-9 : جَمْعُ مُتجهينِ بوضعِ ذيلِ المُتجهِ الثاني على رأسِ المُتجهِ الأولِ

1. نختارُ مقياسِ رسمٍ مناسبٍ مثلاً (1 cm:100 m) ونرسمُ سهمًا طولُه 3 cm يُمثلُ مُتجهَ الإزاحةِ في المرحلةِ الأولى وسهمًا آخرَ طولُه 4cm يُمثلُ مُتجهَ الإزاحةِ في المرحلةِ الثانيةِ، كما في الشكل.(1-9) ثم نضعُ ذيلَ المُتجهِ الثاني عند رأسِ المُتجهِ الأولِ، فيكونُ المُتجهُ الذي يبدأ من ذيلِ المُتجهِ الأولِ وينتهي عند رأسِ المُتجهِ الثاني يُمثلُ مجموعَ المُتجهينِ وطولُه 7cm باتجاهِ الغربِ، وبالتالي تكونُ الإزاحةُ من السوق إلى المتحف وِفقَ مقياسِ الرسمِ

باتجاهِ الغرب $7\text{cm} \times \frac{100\text{ m}}{1\text{ cm}} = 700\text{ m}$

2. جبرياً : الإزاحة R تساوي $R = 300 + 400 = 700\text{ m}$ باتجاه الغرب

مثال 10	تُؤثِّرُ ثلاثُ قُوى في نُقطةٍ ما، فإذا كانت القوةُ الأولى مقدارُها F_1=30 N باتجاهِ الشرقِ والثانيةُ F_2= 20 N باتجاهِ الشرقِ والثالثةُ F_3=60 N باتجاهِ الغربِ.. أوجدْ مقدارَ مُحصلةِ القُوى المُؤثرةِ في تلك النُقطةِ ، وحدد اتجاهها جَبريًّا وبَيانيًا.
الحل	مُحصلةُ القُوى **R** جَبريًّا: $R=F_1+F_2-F_3 = 30+20-60$ $R = -10$ N باتجاهِ الغربِ بَيانيًا: مقياسُ الرسمِ (1 cm :10 N)  مقدارُ المُحصلةِ= 10 N باتجاهِ الغربِ

المُتَّجهاتُ في بُعدينِ Vectors in two dimensions

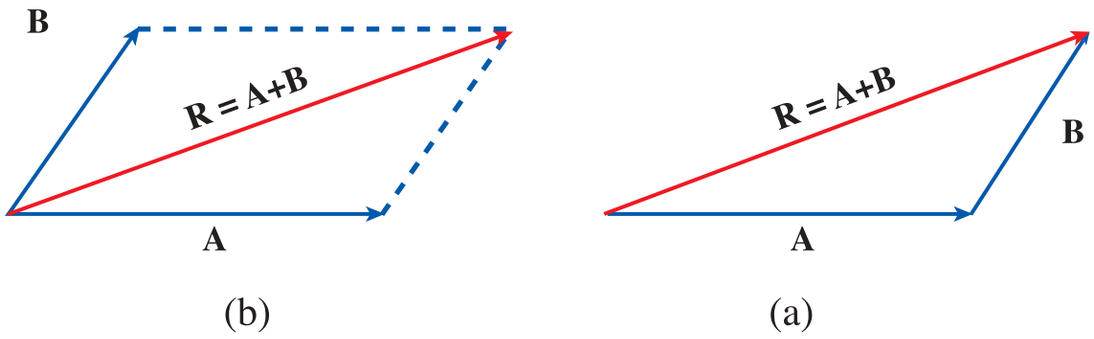
تَعلَّمنَا في البَنْدِ السابقِ كيفيةَ إيجادِ مُحصلةِ مُتجهين أو أكثرَ في بُعْدٍ واحدٍ بَيانيًا وجَبريًّا، وسَنتعرَّفُ الآن على إيجادِ مُحصلةِ مُتجهينِ أو أكثرَ في بُعدينِ بالطريقتينِ البَيانيةِ والجَبريةِ.

الطريقةُ البيانيَّةُ لإيجادِ مُحصلةِ مُتجهيْنِ:

لإيجادِ مُحصلةِ مُتجهينِ بَيانيًا تُوجدُ طريقتانِ هما:

1- طريقةُ الرأسِ والذيلِ(المثلث):

نرسمُ سهمًا طولُه يُمثلُ طولَ المُتجهِ الأولِ وسهمًا آخرَ طولُه يمثلُ طولَ المُتجهِ الثاني بحيثُ يقعُ ذيلُ السهمِ الثاني عند رأسِ السهمِ الأولِ، فيكونُ طولُ المُتجهِ الذي يبدأ من ذيلِ المُتجهِ الأولِ وينتهي عند رأسِ المُتجهِ الثاني يمثلُ طولَ مُحصلةِ هذين المُتجهينِ واتجاهَ تلك المُحصلةِ باتجاهِ السهمِ، انظرِ الشكلَ(1-10/a). أما مقدارُ مُحصلةِ المُتجهينِ الحقيقيةُ فيتمُّ حِسابُه باستخدامِ مقياسِ الرسمِ الذي تمَّ اختيارهُ في البدايةِ.



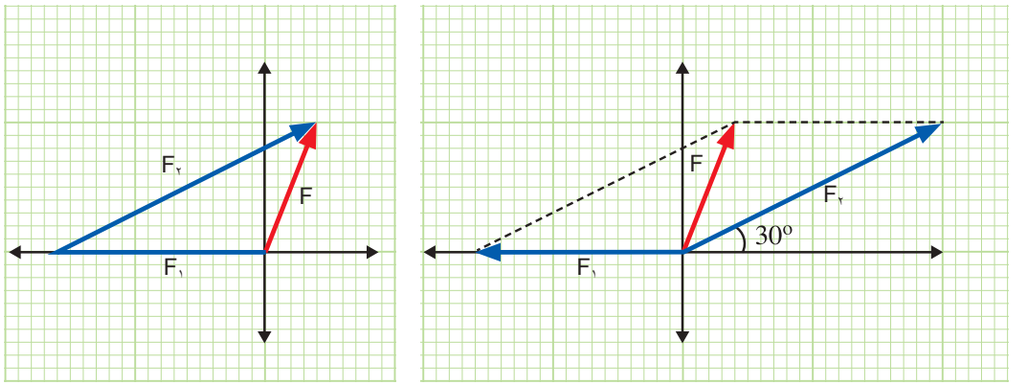
الشكل 1-10 : مُحصلةُ مُتجهينِ بطريقةِ: a- المثلث، b: مُتوازي الأضلاعِ

2 - طريقةُ مُتوازي الأضلاعِ:

وذلك بِوضعِ ذيلِ المُتجهِ الأولِ مع ذيلِ المُتجهِ الثاني ثم نُكملُ رسمَ متوازي الأضلاعِ فيكونُ طولُ مُتجهِ المُحصلةِ هو قُطْرُ مُتوازي الأضلاعِ الذي ضِلعاهُ المُتجاورانِ هما المُتجهانِ الأولِ والثاني واتجاهُهُ باتجاهِ السهمِ من الذيلِ إلى الرأسِ. كما هو مُوضحٌ في الشكلِ (b/10-1).

وهاتانِ الطريقتانِ (المثلث ومتوازي الاضلاع) تُستخدمانِ لأي مُتجهينِ بينهما زاويةٌ سواءً أكانت قائمةً أم غيرَ قائمةٍ.

مثال 6	قُوتانِ تُؤثرانِ في جسمٍ، القُّوةِ الأولى F_1=300 N باتجاهِ الغربِ والقُّوةُ الثانيةُ F_2=400 N باتجاهٍ يَصنعُ زاويةَ 30^o شمالَ الشرقِ. أَوجدْ مِقدارَ المُحصلةِ وحدد اتجاهها بَيانيًا باستخدامِ: a- طريقةِ متوازي الأضلاعِ. b- طريقةِ المثلثِ.
الحل	a. نُحدِّدُ نُقطةَ الإسنادِ (0,0) على مِحوري (xy) ثم نختارُ مقياسَ رسمٍ مناسبٍ (1 cm:100 N) ونرسمُ سَهْمًا طولُه 3 cm يمثلُ مُتجهَ القوةِ F_1 باتجاهِ محورِ (x) السالبِ وسهمًا آخرَ طولُه 4 cm يمثلُ مُتجهَ القوةِ F_2 باتجاهٍ يَميلُ بزاويةِ 30^o عن محورِ (x) المُوجبِ بحيثُ يلتقي ذيلا السهمين عند نقطةِ الإسنادِ كما في الشكل(a/11-1) ثم نُكملُ متوازيَ الأضلاعِ فيكونُ طولُ مُتجهِ المُحصلةِ F هو قُطْرٌ متوازي الأضلاعِ ومقدارُه 2 cm واتجاهُ المُحصلةِ باتجاهِ السهمِ من الذيلِ إلى الرأسِ.



(b) (a)

الشكل1-11 مُحصلةُ قوتينِ بطريقةِ a- متوازي الأضلاعِ b- المثلث

مقدارُ القوةِ المُحصلةِ F : $F = 2\ cm \times \frac{100\ N}{1\ cm} = 200\ N$

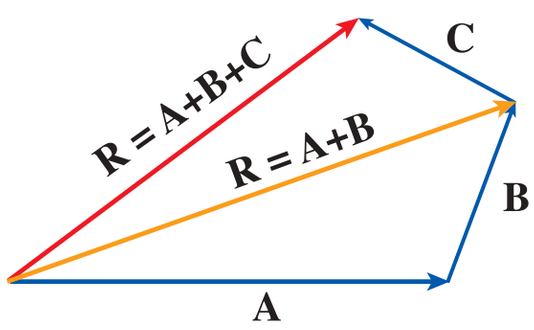
b- نُطبّقُ الخُطواتِ السابقةِ باستثناءِ وَضْعِ ذيلِ المُتجهِ الثاني F_2 عند رأسِ المُتجهِ F_1 ثم نُكملُ المثلثَ برسمِ سَهمٍ من ذيلِ المُتجهِ الأولِ إلى رأسِ المُتجهِ الثاني كما في الشكلِ (b/11-1) فيمثل طولُ السهمِ 2 cm مقدار المُحصلةِ F ومقدارُه واتجاهُ السهمِ يُمثلُ اتجاهَ المُحصلةِ.

وبالتالي فإن مقدارُ القوةِ المُحصلةِ F : $F = 2\ cm \times \frac{100\ N}{1\ cm} = 200\ N$

الطريقةُ البَيانيةُ لإيجادِ مُحصلةِ عِدةِ مُتجهاتٍ

أما بالنسبةِ لمُحصلةِ عِدةِ مُتجهاتٍ (أكثر من مُتجهين) بيانيًا، يُستخدمُ مُضلَّعُ القُوى بِوضْعِ رأسِ المُتجهِ الثاني على ذيلِ المُتجهِ الأولِ وهكذا، كما في الشكلِ(12-1) حيثُ:

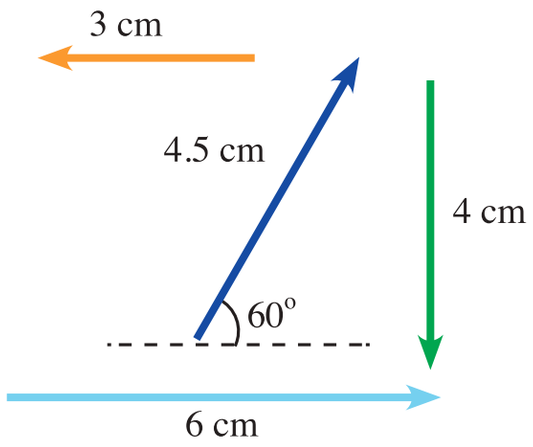
$R = A + B + C$ لثلاثةِ مُتجهاتٍ A ، B ، C.



الشكل1-12 : مُحصلةُ عِدةِ مُتجهاتٍ بيانيًا

مثال 12

قطعتْ سيارةٌ 450 m باتجاهٍ يَصنعُ زاويةَ 60° شمالَ الشرقِ ثم 600 m باتجاهِ الشرقِ ثم 400 m باتجاهِ الجنوبِ وأخيرًا 300 m غربًا، وقد تمَّ تمثيلُ مُتجهاتِ الإزاحةِ تلك بيانيًا كما في الشكلِ (1-13) باستخدامِ مقياسِ الرسمِ (1 cm:100 m). اِحسبْ مقدارَواتجاهَ مُحصلةِ الإزاحةِ التي قطعتها السيارةُ بيانيًا.

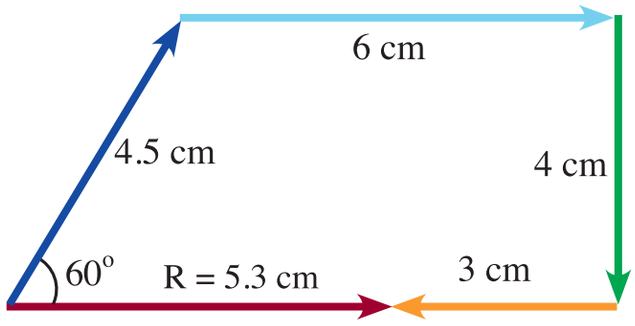


الشكل 1-13 : مُتجهاتُ الإزاحةِ التي قطعتها السيارةُ

الحل

نبدأُ برسمِ مُتجهِ الإزاحةِ الأولِ 4.5 cm بعد نقلُه من مكانِه إلى المكانِ المطلوبِ مع المُحافظةِ على مقدارِه واتجاهِه، (وهكذا لبقيةِ المُتجهاتِ)، كما في الشكل (1 - 14) ثم نرسمُ المُتجهَ الثاني 6 cm بحيثُ يقعُ ذيلُه على رأسِ المُتجهِ الأولِ وهكذا حتى آخرَمُتجهٍ 3 cm ، ثم نرسمُ سهمًا من ذيلِ المُتجهِ الأولِ إلى رأسِ المُتجهِ الأخيرِ حيثُ يمثل طولَ هذا السهمِ مقدارمُتجهِ مُحصلةِ الإزاحةِ **R** ويساوي 5.3 cm تقريبًا.

مِقدارُمُحصلةِ الإزاحةِ **R**: $\mathbf{R} = 5.3\ \text{cm} \times \frac{100\ \text{N}}{1\ \text{cm}} = 530\ \text{m}$ باتجاهِ الشرق.



الشكل(1-14) مُحصلةُ الإزاحةِ التي قطعتها السيارةُ

ذهب عبدُ الرحمنِ سيرًا على الأقدامِ من منزلِهِ مُتجهًا إلى مَركزِ التَّسوُّقِ، فسارَ مسافةَ 120 m غربًا ثم سارَ مسافةَ 80 m باتجاهٍ يَصنعُ زاويةَ 45^{o} شمالَ الغربِ ليصلَ إلى مركزِ التَّسوُّقِ. أَوجدْ مِقدارَ الإزاحةِ التي تَحرَّكَها عبدُ الرحمنِ من منزله إلى المركزِ واتجاهِها بَيانيا باستخدامِ:

a- طريقةِ متوازي الأضلاع.

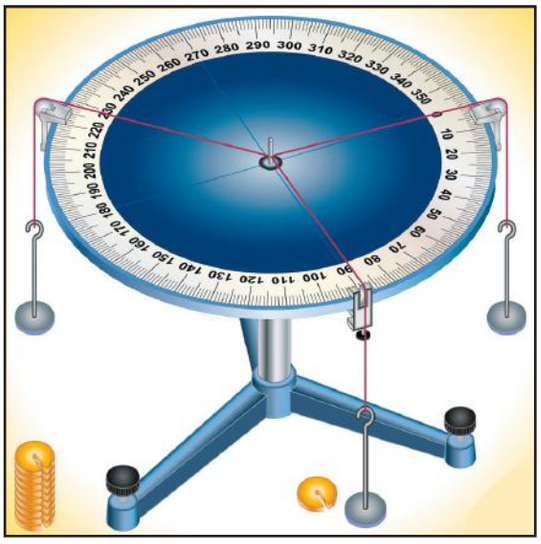
b- طريقةِ المُثلثِ.

شُحنةٌ كهربائيةٌ تُؤثرُ فيها أربع قُوى كهربائيةٍ، على النحو الآتي: 1 N باتجاهِ الشمالِ، 2 N باتجاهٍ يَصنعُ زاويةَ 40^{o} شمالَ الغربِ، 3 N باتجاهِ الغربِ، 4 N باتجاهٍ يَصنعُ زاويةَ 15^{o} شرقَ الجنوبِ. أَوجدْ مقدارَ مُحصلةِ القُوى الكهربائيةِ المُؤثِّرةُ في الشُّحنةِ واتجاهِها بَيانيًا.

نشاط 4-1	مُحصلةُ قُوتينِ بينهما زاويةٌ في مستوىً واحدٍ
الهدف:	يَحسِبُ مُحصلةَ قُوتينِ عمليًا باستخدامِ طاولةِ القُوى.
الأدوات:	- طاولةُ القُوى - ثلاث كتلٍ متساويةٌ مثلا 200 g -مِنقلةٌ ومسطرةٌ.
الأمن والسلامة:	تَوَخَّى الحذرَمن سُقوطِ بعضِ الأثقالِ.

الخطوات :

1. جهّزْ طاولةَ القُوى بالتعاونِ مع زملائِكَ في المجموعةِ، كما هو مُوضَّحٌ في الشكلِ بحيثُ تكونُ في وضع أفقي.
2. اِضبطْ خيطَ إحدى البكراتِ على التَّدريجِ 0^o (وذلك بتحريكِ البَكَرَةِ)، وخيطَ البكرةِ الثانيةِ على التَّدريجِ 120^o واتركْ خيطَ البَكرةِ الثالثةِ حُرًا.
3. عَلِّقْ ثلاثَ كُتلٍ مُتساويةٍ في الخيوطِ الثلاثةِ 200 g في كلِّ خيطٍ، وحَرِّكْ خيطَ البكرةِ الثالثةِ حتى ينطبقَ مَركزُ الحَلقةِ على مَركزِ طاولةِ القُوى، ثم سَجِّلْ تَدريجَ خيطِ البَكرةِ الثالثةِ، واحسبْ وزنَ كلِّ كُتلةٍ مُعلَّقةٍ من العلاقةِ (F = W = m.g) بوحدةِ نيوتن N .



التحليلُ:

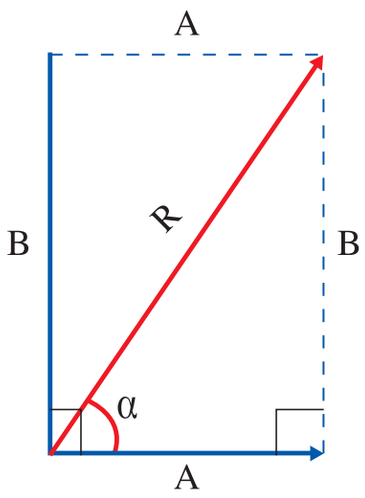
1. ما الذي تَطلَّبهُ ضَبْطُ مَركزِ الحَلقةِ في مَركزِ الطاولةِ؟
2. أَوجدْ مقدارَ مُحصلةِ القُوتينِ الأولى والثانيةِ واتجاهَهَا بَيانيًا مُستخدِمًا المنقلةَ والمِسطرةَ، وقارنِ النتيجةَ مع مقدارِ القوةِ الثالثةِ واتجاهِها.
3. ما مُحصلةُ القُوى المُؤثرةُ في الحلقةِ في الحالةِ التي انطبقِ فيها مِركزُ الحلقةِ على مِركزِ الطاولةِ؟

الطريقة الجبرية لإيجاد مُحَصِّلةِ مُتجهينِ بينهما زاويةٌ

1. مُتجهان بينهما زاويةٌ قائمة (90^o)

تُستخدمُ نظريةُ فيثاغورث لإيجادِ مِقدارِ مُحصلةِ مُتجهينِ **A**،**B** بينهما زاويةٌ قائمةٌ كما في الشكلِ(1-15) جَبريًّا كما يأتي: «مُربعُ مقدارُ مُتجهِ المُحصلةِ يُساوي مجموعَ مُربعي مِقداريْ المُتجهينِ»

$$R^2 = A^2 + B^2 \Rightarrow R = \sqrt{A^2 + B^2}$$



الشكل 1-15 : مُحَصِّلةُ مُتجهينِ بينهما زاويةٌ

أما اتجاهُ المُحصلةِ فيحددُ من حِسابِ الزاويةِ $\propto$ بين مُتجهِ المُحصلةِ **R** والمُتجهِ **A** باستخدامِ العلاقةِ:

$$\tan \propto = \frac{B}{A} \Rightarrow \propto = \tan^{-1}\left(\frac{B}{A}\right)$$

مثال 13

إذا أردتَ الذهابَ إلى المدرسةِ فانطلقتَ من منزلِكَ باتجاهِ الشرقِ وقطعتَ مسافةَ 300 m ثم اتجهتَ جنوبًا وقطعتَ مسافةَ 400 m، اِحسبْ مقدارَواتجاهَ الإزاحةِ بين منزلِكَ والمدرسةِ؟

الحل

نَستخدمُ نظريةَ فيثاغورث لإيجادِ مقدارِ المُحصلةِ **R** :

$$R^2 = A^2 + B^2 = 300^2 + 400^2 = 250000 \Rightarrow R = \sqrt{250000} = 500\ m$$

واتجاهَ المُحصلةِ : $\propto = \tan^{-1}\left(\frac{B}{A}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-400}{300}\right) = \tan^{-1}(-1.33) \Rightarrow \propto = 307^o$

أي أنَّ اتجاهَ المُحصلةِ **R** يصنع زاويةِ $\propto = 307^o$ مع المُتجهِ **A** (بعكسِ اتجاهِ عَقاربِ الساعةِ).

سؤال: قامت فاطمة بحل المثال 13 كالآتي : $R = 400 + 300 = 700\ m$

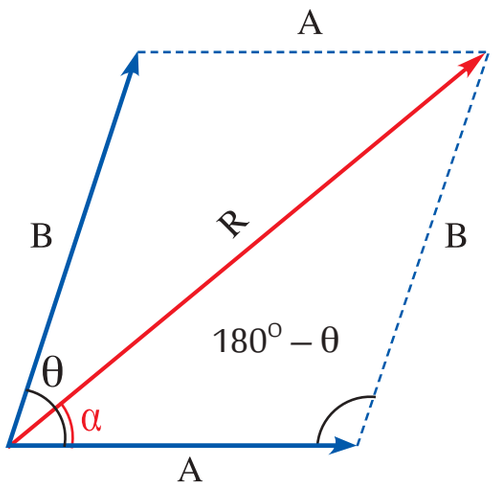
واتجاه الازاحة يقع بين المتجهين B,A . ما مدى صحة الحل ؟ وما دلالة الرقم 700 m ؟

اختبر نفسك

قطعتْ سيارةٌ مسافةَ 8 km باتجاهِ الجنوبِ ثم اتجهتْ نحوَ الغربِ وقطعتْ مسافةَ 6 km، أوجدْ مُحصلةَ الإزاحةِ (مقداراً واتجاها) بالطريقةِ الجَبريةِ.

2. مُتجهان بينهما زاويةٌ (θ) غيرُ قائمةٍ

لإيجادِ مُحَصِّلةِ متجهينِ **A**، **B** بينهما زاويةُ θ غيرُ قائمةٍ كما في الشكل (1-16) جَبريًّا، نَتَّبعُ ما يأتي:



الشكل 1-16 : مُحَصِّلةُ متجهينِ بينهما زاويةُ θ بطريقةِ متوازي الأضلاعِ

نَحسِبُ طولَ الوَترِ الذي يُمثلُ مقدارَ المُحَصِّلةِ **R** باستخدامِ قانونِ جيبِ التَّمامِ :

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos(180^{o} - \theta) \quad , \cos(180^{o} - \theta) = -\cos\theta$$

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta \quad \Longrightarrow \quad R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

حيث θ : الزاويةُ بين المُتجهينِ **A** ، **B** بحيثُ يكونُ ذيلُ **A** عند ذيلِ **B**.

نُحددُ اتجاهَ المُحَصِّلةِ بإيجادِ الزاويةِ ∝ بين المُحَصِّلةِ **R** والمُتجهِ **A** باستخدامِ قانونِ الجَيبِ:

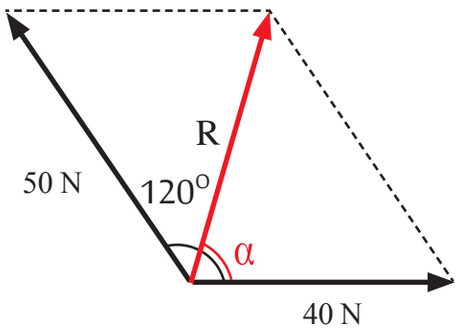
$$\frac{\sin\propto}{B} = \frac{\sin(180^{O} - \theta)}{R} \Longrightarrow \sin\propto = \frac{B\sin\theta}{R}$$

$$\propto = \sin^{-1}\left(\frac{B\sin\theta}{R}\right)$$

- **ملاحظة:** تُستخدمُ هذه الطريقةُ (قانون الجيب وجيب التمام) لإيجادِ مُحَصِّلةِ قوتين بينهما زاويةٌ مقداراً واتجاهاً، مهما كان مقدار الزاوية.

مثال 14

قوتانِ مقداراهُما 50 N، 40 N بينهما زاويةُ 120^o تُؤثرانِ في جسمٍ واحد كما في الشكلِ(1-17). أوجدْ مقدارَ مُحصلتِهما وحَددْ اتجاهَها.



الشكل1-17 : مُحصلةُ قوتينِ بينهما زاويةُ 120^o

الحل

لإيجادِ مُحَصِّلةِ القوتينِ، نُطبقُ العلاقةَ الرياضيةَ :

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos\theta$$

$$R^2 = 40^2 + 50^2 + 2 \times 40 \times 50 \times \cos 120^o = 2100$$

$$(\cos 120^o = -\cos 60^o = -0.5)$$

$$R^2 = 40^2 + 50^2 - 2 \times 40 \times 50 \times 0.5 = 2100$$

$$R = 45.8N$$

ولإيجادِ اتجاهِ المُحَصِّلةِ نَستخدمُ قانونَ الجَيبِ

$$\text{Sin} \propto = \frac{B \sin\theta}{R}$$

$$\text{Sin} \propto = \frac{50 \times \sin 120^o}{45.8} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\sin 120^o = \sin 60^o = 0.87)$$

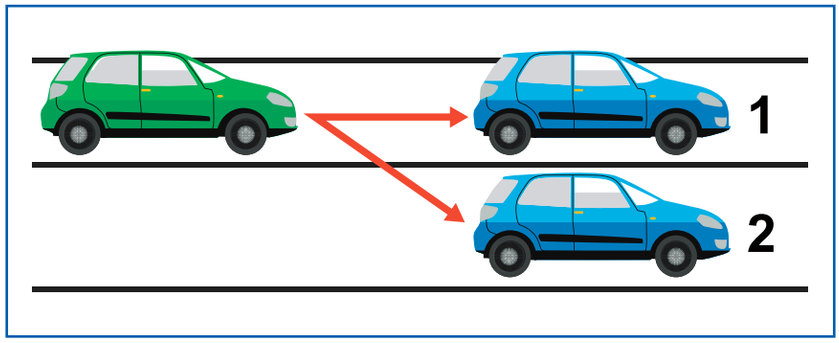
$$= \frac{50 \times 0.87}{45.8} = 0.95 \Longrightarrow \propto = 72^o$$

اختبر نفسك

يتحركُ مِنطادٌ بسرعةِ 3 m/s باتجاهِ الشرقِ، أثَّرتْ فيه رياحٌ سرعتُها 3 m/s باتجاه يصنع زاوية 60^o شمال الشرق. اوجد مقدارواتجاه مُحصلةِ سرعة المنطاد بيانيًا وجبريًا.

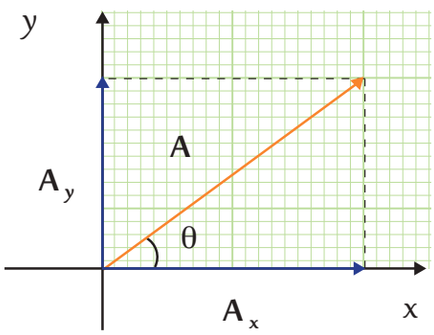
تَحليلُ المُتجهِ إلى مركبتينِ Vector analysis into two components

تعطلتِ السيارةُ الخضراءُ في الشكلِ (1-18) فحاولَ سائقُ السيارةِ الزرقاءِ مساعدتَه فوقفَ في الموقعِ 2 على الجانبِ الأيمنِ وحاولَ سَحْبَ السيارةِ ولم يتمكنْ من سحبها، وعندما قدَّمَ أحدُ الطلبةِ نصيحةً لسائقِ السيارةِ الزرقاءِ بالوقوفِ أمامَ السيارةِ المُتعطلةِ (في الموقع 1) وسحبِها، تمَّ سحبُ السيارةِ بسهولة. ما تفسيرُك لذلك؟



الشكل 1-18 : مُحاولةُ سَحْبِ سيارةٍ مُتعطلةٍ

تَعرَّفنَا على طُرقِ إيجادِ مُحصلةِ مُتجهينِ بينهما زاويةٌ قائمةٌ وتَمَكَّنا من إيجادِ مقدارِ واتجاهِ مُتجهِ المُحصلةِ، سنقومُ الآن بعمليةٍ عكسيةٍ؛ أي تَحليلُ مُتجهٍ إلى مُتجهينِ مُتعامدينِ مُحصلتُهما تساوي المُتجهُ نفسُهُ.



الشكل 1-19 : تحليل المتجه A الى مركبتين

في الشكل (1-19) يُمكنُ تَحليلُ المُتجهِ A الذي يقعُ على النظامِ الإحداثي في المستوى (xy) إلى مُتجهينِ مُتعامدينِ، الأولُ موازي لمحورِ (x) ويمثله الرمز (A_x) ويُسمَّى المَركبةَ الأفقيةَ والآخرُ موازي لمحورِ (y) ويمثله الرمز (A_y) ويُسمَّى المركبةَ العموديةَ، وتُسمّى عمليةُ تحليلِ المُتجهِ إلى مركبتيهِ الأفقيةِ والعموديةِ **تحليلَ المُتجهِ Vector analysis** ، وهذا يعني أنه إذا جُمِعَ المُتجهانِ A_x وA_y جمعًا مُتجهًا فإن حاصلَ جمعِهما (مُحصلتِهما) يُساوي المُتجهَ الأصلي A.

$$A = A_x + A_y$$

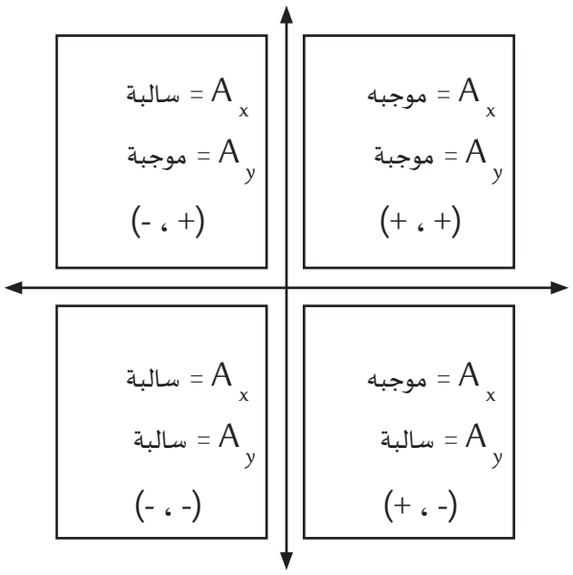
فإذا كان المُتجهُ A يَصنعُ زاويةً مقدارُها θ مع الاتجاهِ المُوجبِ لمحورِ x وأسقطنا من رأسِ المُتجهِ A عموديينِ على المحورينِ x و y فإنه يمكن تحديد مركبَتي المُتجهَ A وهما المُتجهان A_x و A_y ومن الشكل (1-19) نجدُ أن:

$$\sin\theta = \frac{A_y}{A} \Rightarrow A_y = A\sin\theta \qquad \cos\theta = \frac{A_x}{A} \Rightarrow A_x = A\cos\theta$$

وبشكلٍ عامٍ فإن أيًّا من المركبتين A_y ، A_x يمكنُ أن تكونَ مُوجبةً أو سالبةً (أو صفر) وتُشكلانِ ضلعين من مثلثٍ قائمِ الزاويةِ، بينما يُشكل المُتجه **A** وَتَرَ هذا المثلثِ وبتطبيقِ نظريةِ فيثاغورث نجدُ مقدار المُتجه **A** :

$$A^2 = A_x^{\,2} + A_y^{\,2} \implies A = \sqrt{A_x^{\,2} + A_y^{\,2}}$$

وقياس الزاوية θ يحدد اشارة كل من المركبتين A_y ، A_x إن كانت موجبة أو سالبة، فقياس الزاويةَ θ يُحددُ الربعَ الذي يقعُ فيه المُتجهَ A . والشكلُ (1-20) يوضح ذلك.

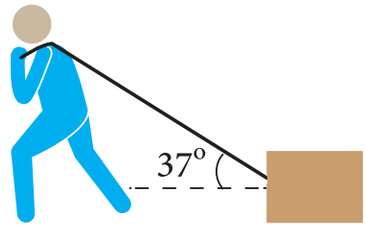


الشكل 1-20 : إشارةُ المركباتِ حَسْبَ الربعِ الذي يقعُ فيه المُتجهُ

مثال 15	أُطلقتْ قذيفةٌ من مِدفعٍ بسرعةٍ ابتدائيةٍ $\boldsymbol{v} = 200$ m/s باتجاهٍ يَميلُ عن مِحورِ x الموجبِ بزاويةِ $\theta = 30^\circ$ نحو الأعلى. أَوجِدِ المركبتينِ الأفقيةَ والعموديةَ للسرعةِ.
الحل	المركبةُ الأفقيةُ للسرعةِ: $\boldsymbol{v}_x = \boldsymbol{v} \cos\theta = 200 \times \cos 30^\circ = 173$ m/s المركبةُ العموديةُ للسرعةِ: $\boldsymbol{v}_y = \boldsymbol{v} \sin\theta = 200 \times \sin 30^\circ = 100$ m/s نُلاحظُ أن إشارتي المركبتينِ الأفقيةِ والعموديةِ مُوجبتانِ (محور x الموجب، محور y الموجب) لأن المُتجهَ $\boldsymbol{v}$ يقعُ في الربعِ الأولِ.

مثال 16

يَسحبُ رجلٌ صُندوقًا بقوةٍ مِقدارُها 120 N كما في الشكلِ(a/21-1). أوجدِ المركبتينِ الأفقيةَ والعموديةَ للقوةِ.



الشكل a/21-1 : رجلٌ يسحبُ صندوقًا بقوةِ F

الحل

$\theta = (180^\circ - 37^\circ) = 143^\circ$ ، حيث θ: الزاويةُ بين المُتجهِ F ومِحورِ x المُوجبِ

- المركبةُ الأفقيةُ للقوة:

$F_x = F \cos\theta = 120 \times \cos 143^\circ = -96\ N$

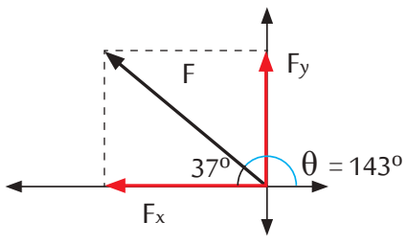
باتجاهِ مِحورِ x السالبِ (الغرب)

كما في الشكل (b/21-1).

- المركبةُ العموديةُ للقوةِ:

$F_y = F \sin\theta = 120 \times \sin 143^\circ = 72\ N$

باتجاهِ مِحورِ y المُوجبِ (الأعلى) كما في الشكلِ.



الشكل b/21-1 : تحليل القوة إلى مركبتينِ

اختبر نفسك

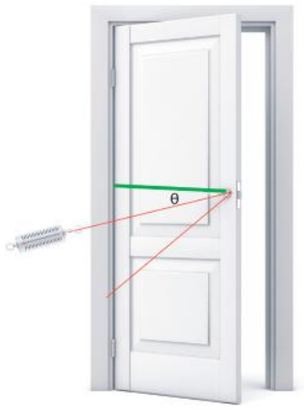
ما مِقدارُ الزاويةِ التي يَجبُ أن تُطلقَ بها قذيفةُ مِدفعٍ بسرعةِ v بحيثُ تكونُ:

- المركبةُ العموديةُ للسرعةِ تُساوي صفرًا.
- المركبةُ العموديةُ للسرعةِ تُساوي في المِقدارِ مُتجهَ السرعةِ v.

نشاط 1-5	أَثَرُ اتجاهِ القُوةِ في المقدرةِ على تَحريكِ الأجسامِ
الهدف:	- يَستنتجُ أثرَ تغييرِ زاويةِ القوةِ المؤثرة في المقدرةِ على فَتْحِ البابِ بسهولةٍ.
الأدوات:	خيطٌ ، مِقياسُ قوةٍ (يفضل ألكتروني) ، مِنقلةٌ كبيرةٌ ، شريطٌ لاصقٌ.

الخطوات :

1. بالتعاونِ مع زملائِك في المجموعةِ، ثَبِّتِ الشريطَ اللاصقَ على بابِ المُختبرِ بحيثُ يكونُ أُفقيًا بين مِقبضِ البابِ والطرفِ الآخرِ للبابِ (مكان الخط الأخضر) في الشكل.



2. ثَبِّتْ طرفَ الخيطِ بمقبضِ البابِ والطرفِ الآخرِ من الخيطِ بمقياسِ القوةِ.
3. استخدمِ المِنقلةَ وحَرِّكْ بمقياسِ القوةِ حتى تصبحَ الزاويةَ بين الشريطِ اللاصقِ والخيطِ ، $\theta = 30^o$ وقُمْ بفتحِ البابِ وسَجِّلْ قراءةَ مِقياسِ القُوةِ عند بَدْءِ حركةِ فَتْحِ البابِ في الجدولِ.
4. كَرِّرِ الخُطوةَ رقم 3عدةَ مراتٍ باستخدامِ الزوايا المُبينةِ في الجدولِ وسجل مقدار القوة اللازمة لفتح الباب في كل مرة.
5. اِحسبِ مركبةَ القوة الموازية للشريط اللاصق والمركبةَ العموديةَ في كلِّ حالةٍ وسَجِّلْها في الجدولِ.

الزاوية θ^o	مقدارُ القُوةِ (N)	المركبةُ الأفقيةُ للقوة(N)	المركبةُ العموديةُ للقوة (N)
30^o			
60^o			
90^o			
120^o			

التحليل :

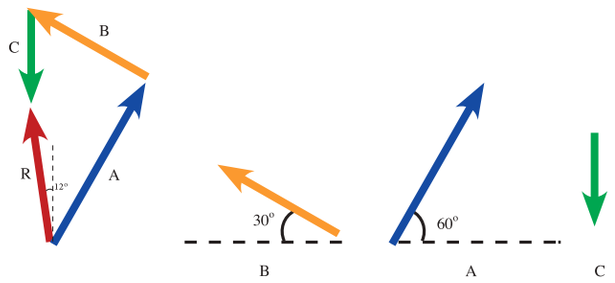
1. ما علاقةُ الزاويةِ θ مع مِقدارِ القُوةِ اللازمة لفتح الباب؟
2. عند أيِّ زاويةٍ تحتاجُ إلى أقلِّ قوةٍ لفتحِ البابِ؟
3. ما علاقةُ الزاويةِ θ مع كلٍّ من مركبتي القوة المُؤثرةِ في البابِ؟
4. ما الاستنتاجُ العامُّ الذي تَوصَّلتَ إليه من هذا النشاطِ؟

مُحَصِلَةُ عِدَّةِ مُتجهاتٍ بطريقةِ التَّحليلِ:

لإيجادِ مقدارِواتجاهِ مُحصلةِ عدةِ مُتجهاتٍ بينها زوايا مُختلفةٌ بطريقةٍ حِسابيةٍ، نَستخدمُ طريقةَ تحليلِ كلِّ مُتجهٍ إلى مركبتيهِ الأفقيةِ والعموديةِ ثم نَحسبُ مُحصلةَ المركباتِ الأفقيةِ ومُحصلةَ المركباتِ العموديةِ لنحسبَ بعد ذلك المُحصلةَ الكليةَ حَسْبَ الخُطواتِ المُبينةِ في البندِ السابقِ. أما إيجاد المحصلة بيانيًا، فيكون كما مرَّمعك سابقًا في هذا الدرسِ برسمِ المُتجهاتِ بحيثُ تتصلُ رأسًا بذيلٍ كما في الشكل (1-22) أدناه .

مثال 17

ثلاثُ قوى **A** ، **B** ، **C** قِيَمُها 4N ، 3N ، 2N على الترتيبِ، كما في الشكلِ (2-18) اِحسبْ مقدارَ واتجاهَ المُحصلةِ بَيانيًّا وجَبريًا.



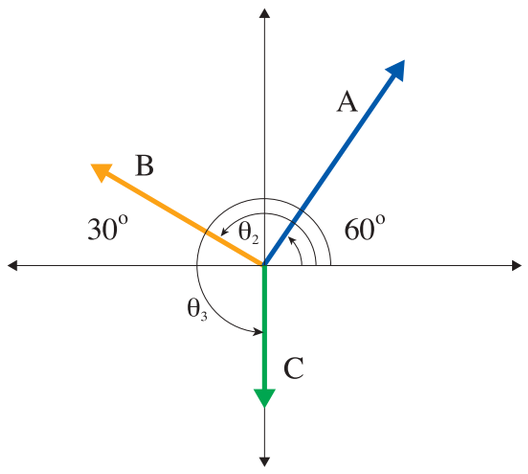
الشكل 1-22 : ثلاث قوى **A** ، **B** ، **C** ومحصلتها **R** بالطريقة البيانية

الحل

بيانيًا: مقدارُواتجاهُ المُحصلةِ R كما هو مُبيَّنٌ في الشكلِ (2-18).

جَبريًّا: لإيجادِ مقدارِمُحصلةِ المُتجهاتِ C،B،A ، واتجاهِها جَبريًّا نَتبعُ الخُطواتِ الآتيةَ:

a) نَرسمُ المُتجهاتِ **C،B،A** على المستوى xy كما في الشكل (1-23) بحيثُ يلتقي ذيلُ كلِّ مُتجهٍ من المُتجهاتِ الثلاثةِ عند نقطةِ الأصل .(0,0).



الشكل 1-23 : مُحصلةُ عدةِ مُتجهاتٍ بالتحليلِ إلى المركباتِ

b) نُحللُ كلَّ مُتجهٍ إلى مركبتيهِ الأفقيةِ على مِحورِ x والعموديةِ على المِحورِ y على النحو الآتي:

تُقاسُ الزاويةُ θ من مِحورِ x المُوجبِ إلى المُتجهِ بعكسِ اتجاهِ عقاربِ الساعةِ، أي إنَّ:

الزاويةَ بين المتجهِ A ومِحورَ x المُوجبِ $\theta_1 = 60^o$

والزاويةَ بين المتجهِ B ومِحورَ x المُوجبِ $\theta_2 = 180^o - 30^o = 150^o$

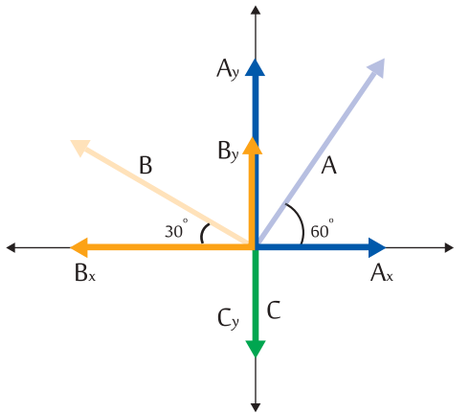
والزاويةَ بين المتجهِ C ومِحورَ x المُوجبِ $\theta_3 = 270^o$

لذا فإن مركباتِ هذه المُتجهاتِ في اتجاهِ مِحورِ x ، كما في الشكل(1-24) هي:

$A_x = A \cos \theta_1 = 4 \cos 60^o = 2 \text{ N}$

$B_x = B \cos \theta_2 = 3 \cos 150^o = -2.61 \text{ N}$

$C_x = C \cos \theta_3 = 2 \cos 270^o = 0 \text{ N}$



الشكل 1-24 : المركباتِ الأفقية والعمودية

ومركباتُ تلك المُتجهاتِ في اتجاهِ مِحورِ y هي:

$A_y = A \sin \theta_1 = 4 \sin 60^o = 3.48 \text{ N}$

$B_y = B \sin \theta_2 = 3 \sin 150^o = 1.5 \text{ N}$

$C_y = C \sin \theta_3 = 2 \sin 270^o = -2 \text{ N}$

c) نَجدُ (R_x) مُحصلةَ المركباتِ على المِحورِ (x) التي تُساوي مَجموعَ المركباتِ على ذلك المَحورِ:

$$R_x = A_x + B_x + C_x$$
$$R_x = 2 - 2.61 + 0 = -0.61\ N$$

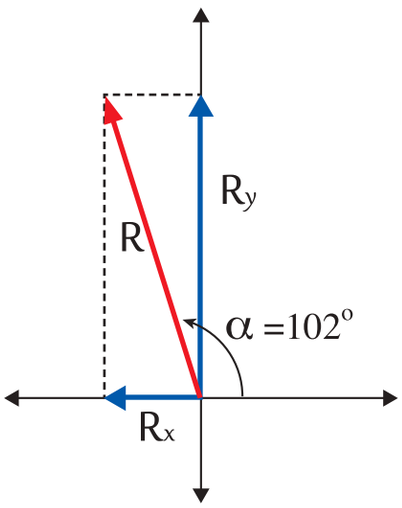
وبالمثلِ نجد (R_y) مُحصلةِ المركباتِ على المِحورِ (y) التي تُساوي مَجموعَ المركباتِ على ذلك المَحورِ:

$$R_y = A_y + B_y + C_y$$
$$R_y = 3.48 + 1.5 - 2 = 2.98\ N$$

d) نَحسِبُ مِقدارَ المُحصلةِ **R** من العلاقةِ

$$\mathbf{R} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(0.61)^2 + (2.98)^2} = 3.04\ N$$

انظرِ الشكل (2-21).



الشكل 1-25 : محصلة المركبتين الافقية والعمودية

e) لتحديدِ اتجاهِ المُحصلةِ بحساب الزاوية $\propto$ بين المُحصلةِ **R** ومِحورِ x الموجبِ نَستخدمُ العلاقة :

$$\propto = \tan^{-1} \frac{R_y}{R_x}$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{2.98}{-0.61}\right) = 102^o$$

سؤال: قارنْ بين نتائجِ مِقدارِواتجاهِ المُحصلةِ بيانيًا وحسابيًا في المثال السابق 12 .

تَحرَّكَ سائحٌ من مَركزِ العاصمةِ الدوحةِ نحوَ الغربِ وقطعَ مسافةَ 10 km ثم اتجهَ جنوبَ الغربِ بزاويةِ 30^{o} وقطعَ مسافةَ 20 km وأخيرًا اتجهَ نحوَ الشمالِ الشرقيِّ وقطعَ مسافةَ 5 km ليصلَ الموقعَ الذي يُريدُه. اِحسبْ مِقدارَ واتجاهَ الإزاحةِ بين مَركزِ العاصمةِ والمَوقعِ الذي وصلَ إليه السائحُ.

مراجعة الدرس الثاني

الأفكار الرئيسة:

- الكَميَّاتُ القِياسيةُ: هي الكَميَّاتُ التي تُحدَّدُ بالمِقدارِ فقط وليس لها اتجاهٌ.
- الكَميَّاتُ المُتجهةُ: هي الكَميَّاتُ التي تُحدَّدُ بالمِقدارِ والاتجاهِ معًا.
- مُتجهُ المُحصلةِ: هو المُتجهُ الذي يَنتجُ من الجَمْعِ الاتجاهيِّ لمُتجهينِ أو أكثرَ معًا.
- تُستخدَمُ الطريقةُ البيانيَّةُ أو الحِسابيَّةُ (الجَبريَّةُ) لإيجادِ مُحصلةِ مُتجهينِ أو أكثرَ.
- لإيجادِ مُحصلةِ مُتجهينِ في بُعدينِ بالطريقةِ البيانيةِ نَستخدمُ طريقةَ المُثلثِ أو مُتوازي الأضلاعِ.
- لإيجادِ مُحصلةِ أكثرَ من مُتجهينِ في بُعدينِ بالطريقةِ البيانيةِ نَستخدمِ مُضلَّعَ القُوى.
- تَحليلُ المُتجهِ: عمليةُ استبدالِ المُتجهِ بمتجهينِ يُطلقُ عليهما المركبتينِ الأفقيةَ والعموديةَ.
- تُستخدمُ طريقةُ تحليلِ المُتجهاتِ لإيجادِ مُحصلةِ مُتجهينِ أو أكثرَ جَبريًّا.

تقويم الدرس الثاني

1. اختر الإجابةَ الصحيحةَ في كلٍّ مما يأتي:

1. أيُّ الكمياتِ الآتيةِ كميةٌ مُتجهةٌ؟

a. الشغل.

b. الكتلة.

c. الحجم.

d. التسارع.

2. رَكَلَ لاعبٌ كرةً باتجاه يصنع زاويةِ 60^o فوق مِحورِ x المُوجبِ بسرعةِ 40m/s. ما مِقدارُ المركبةِ الأفقيةِ لسرعةِ الكرةِ بوحدةِ m/s؟

a. $40 \cos 30^o$

b. $40 \sin 60^o$

c. $40 \cos 60^o$

d. $40 \tan 60^o$

3. مُتجهانِ **A** ،**B** حاصلُ جمعِهما **A+B** = 0. ما العلاقةُ بين المُتجهينِ من حيثُ المِقدارُ والاتجاهُ؟

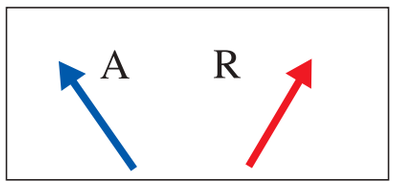
a. مُتساويانِ في المقدارِ، مُتعاكسانِ في الاتجاهِ .

b. مُتساويانِ في المقدارِ، وبالاتجاهِ نفسِهِ.

c. مُختلفانِ في المِقدارِ، مُتعاكسانِ في الاتجاهِ.

d. مُختلفانِ في المِقدارِ، وبالاتجاهِ نفسِهِ.

4. أيُّ مُتجهاتِ الإزاحةِ الآتيةِ يُمثلُ المُتجهَ B ، بحيثُ إذا جُمِعَ المُتجهُ B مع المُتجهِ A ينتجُ المُتجهُ R كما في الشكلِ.



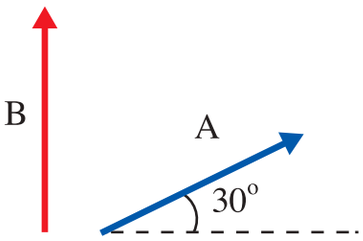
تابع تقويمُ الدرسِ الثاني

2. هل يمكنُ لثلاثِ قُوى مُستويةً ومُتساويةً في المِقدارِ أن تكونَ مُحصلتها تُساوي صفرًا؟ وضح ذلك.

3. قوتانَ مُتعامدتانِ مِقدارُ مُحصلتِهما 50 N تُؤثرانِ في جسمٍ ما ، فإذا كان مِقدارُ القوةِ الأولى 30 N اِحسبْ:

a. مِقدارَ القوةِ الثانيةِ.

b. اتجاهَ المُحصلةِ.



4. مُتجها إزاحةِ **A،B** مِقدارُكلٍّ منهما 20m ،واتجاههما كما في الشكلِ.

أَوْجِدْ A-B بَيانيًا.

5. مُتجها سرعة، مِقدارُ المُتجهِ الأولِ 12 m/s ومِقدارُ المُتجهِ الثاني 9 m/s ومِقدارُ مُحصلتِها 3m/s.

أَوْجِدْ مِقدارَ الزاويةِ بين المُتجهين؟

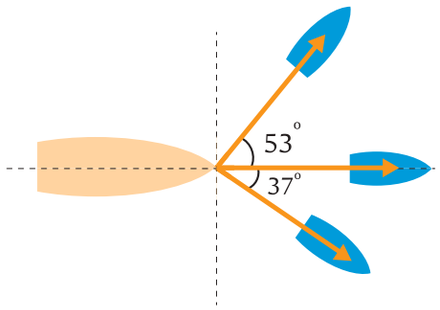
6. تتحركُ سيارةٌ بسرعةِ $\boldsymbol{v}$ ، فإذا كانت مركبةُ السرعةِ باتجاه الشرق 8 m/s ومركبةُ السرعةِ باتجاه الشمال 6 m/s أَوجدْ مِقدارَ مُتجهَ السرعةِ $\boldsymbol{v}$ وَحَدِّدِ اتجاهَه.

7. ثلاثةُ قواربَ تُحاولُ سَحْبَ سفينةٍ مُتعطلةٍ في البحرِ كما في الشكلِ ، فإذا كانت قُوةُ الشَّدِّ لكُلِّ قاربٍ 5000 N . اِحسبْ:

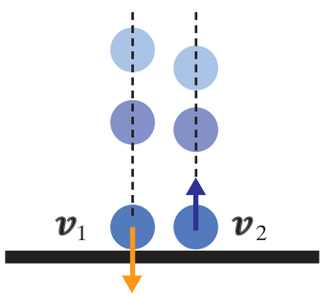
a- مُحصلةَ كلٍّ من المركباتِ الأفقيةِ والمركباتِ العموديةِ لقُوى الشَّدِّ.

b- مِقدارَ مُحصلةَ قُوى الشَّدِّ.

c- اتجاهَ حركةِ السفينةِ.



8. سقطتْ كرةٌ رأسيًا لأسفلَ فاصطدمتْ بسطحِ الأرضِ بسرعةٍ مِقدارُها 8 m/s كما في الشكلِ، ثم ارتدَّتْ لأعلى بسرعةِ 6 m/s. اِحسبِ التَّغيُّرَ في سرعةِ الكرةِ $\Delta \boldsymbol{v}$



الطاقةُ الحراريةُ ودرجةُ الحرارةِ
Thermal Energy and Temperature

الدَّرسُ الثالث 3-1

P1006

تُعدُّ الحرارةُ عاملًا رئيسًا من أجلِ استمراريةِ الحياةِ على سطحِ الأرضِ وهي أحد الأشكالِ الأساسيةِ للطاقةِ، وقد تطوّرتْ معرفةُ الإنسانِ بالحرارةِ مع الزّمنِ حتى أصبحتْ في عصرِنا الحاليّ عِلماً قائماً بذاتِه، يُؤثّر في جوانبِ الحياةِ المختلفةِ، فالحرارةُ تَلعبُ دوراً مهمًّا ورئيسًا في حياتِنا وفي التَّطوراتِ التكنولوجيةِ والصناعيّةِ وفي الطبيعةِ كذلك مثلَ حدوثِ الرياحِ والأمطارِ وتَغيُّرِ الفصولِ. وسنتناول في هذا الدرسِ كلاً من درجة الحرارةِ، والحرارةِ، والطاقةِ الحراريةِ، وظاهرةِ الاتزانِ الحراريّ إضافةً إلى مقاييسِ درجةِ الحرارةِ وأنظمتِها والتحويلاتِ بين تلك الأنظمةِ.

التَّجارِبُ والأنشِطة

6-1 التمييزُ بين درجةِ الحرارةِ والطاقةِ الحراريةِ.

7-1 استقصاءُ درجةِ الصفرِ المُطلقِ للهواءِ عمليًّا.

مُخرَجاتُ التَّعلُّمِ

يُتوقَعُ في نهايةِ الدرسِ أنْ يكونَ الطالبُ قادرًا على أن:

- يتذكرَ أن درجةَ حرارةِ المادةِ هي مقياسٌ لمتوسطِ الطاقةِ الحركيةِ لجُزيئاتِها بِسببِ حركتِها العشوائيةِ.
- يَوضِّحَ ممَا يَتركَّبُ مقياسُ درجةِ الحرارةِ (ميزان الحرارة). وكيف يُمكنُ التحويلُ بينَ مقاييسِ درجاتِ الحرارةِ المختلفةِ.
- يَصفَ الطاقةَ الحراريةَ المُخزَّنةَ في جسمٍ على أنها طاقةُ الجزيئاتِ الكليةِ بسببِ حركتِها العشوائيةِ.

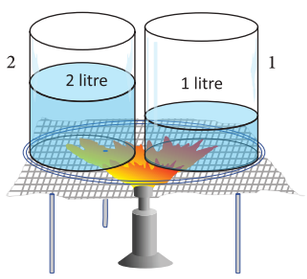
المُفرَداتُ الرَّئيسَةُ

الحرارةُ	Heat
درجةُ الحرارةِ	Temperature
الطاقةُ الحراريةِ	Thermal enerrgy
الاتزانُ الحراريُّ	Thermal equilibrium
الصفر المطلق	Absolute zero
المزدوجُ الحراريُّ	Thermocouple

نشاط 1-6	
	التمييزبين درجةِ الحرارةِ والطاقةِ الحراريةِ
الأهداف:	**يُميِّزُبين درجةِ الحرارةِ والطاقةِ الحراريةِ.**
الأدواتُ:	دورقانِ زجاجيانِ سعةَ كلٍّ منهما 500 ml، لهبُ بنسن،مقياسُ حرارةٍ عدد 2، ماءٌ، مخبارٌ مُدرَّجٌ.
الأمنُ والسلامةُ:	الحذرَعند التَّعاملِ مع لهبِ بنسن والماءِ الساخنِ.

الخُطُواتُ:

1. بالتعاونِ مع أفرادِ مجموعتِكَ نَفِّذِ الخُطواتِ الآتيةَ:
2. ضَعْ في الدورقِ الأولِ 300 ml ماءً وفي الدورقِ الثاني 100 ml من الماءِ نفسِه مُستخدمًا المِخبارَ المُدرَّجَ.
3. قِسْ درجةَ حرارةِ الماءِ في كلٍّ من الدورقينِ باستخدامِ مقياسي الحرارةِ التي يجبُ أن تكونَ مُتساويةً، وسَجِّلِ القراءاتِ في الجدولِ.
4. سخِّنِ الدورقينِ على اللهبِ نفسِه، كما في الشكلِ لفترةٍ زمنيةٍ حوالي 5 min ثم أطفِئِ اللهبَ، وقِسْ درجةَ حرارةِ الماءِ في الدورقينِ وسَجِّلِ القراءاتِ في الجدولِ.



رقم الدورق	كمية الماء	درجة حرارة الماء قبل التسخين (متساوية في الدورقين)	درجة حرارة الماء بعد التسخين
الأول			
الثاني			

التحليل:

1. ما العلاقةُ بين كميةِ الماءِ في كلٍّ من الدورقينِ ودرجةِ الحرارةِ النهائيةِ بعد التسخينِ؟
2. هل كانتِ الطاقةُ الحراريةُ التي تَمَّ تَزويدُ الدورقينِ بها متساويةً أم مختلفةً؟ وهل درجةُ حرارةِ الماءِ في الدورقينِ بعد التسخينِ متساويةً؟ ماذا تَستنتجُ؟
3. كيف يُمكنُكَ رَفْعُ درجةِ حرارةِ الماءِ في الدورقِ الثاني لتصلَ إلى درجةِ الحرارةِ نفسِها في الدورقِ الأولِ؟

الحرارةُ والطاقةُ الحرارية Heat and Thermal Energy

إذا دَلَكْتَ يديَكَ ببعضِهما ستُلاحظُ أنّ حرارتَهما ارتفعتْ؛ حيثُ تَحوَّلتِ الطاقةُ الحركيةُ إلى حرارةٍ، وبما أنّ الطاقةَ لا تُفنى ولا تُستحدثُ فيَمُكنُنا تَفسيرُ ما حدثَ على أساسٍ واحدٍ وهو أنَّ الحرارةَ شكلٌ من أشكالِ الطاقةِ، وقد أثبتَ العالمُ جيمس جول James Joule في منتصفِ القرنِ التاسعَ عشرَ عامَ 1843 أنَّ الحرارةَ طاقةٌ. ولكنْ ما الفرقُ بين الحرارةِ والطاقةِ الحراريةِ؟

بِحَسَبِ نموذجِ الحركةِ الجزيئيةِ، فإن جزيئاتِ المادةِ أو ذراتِها تكونُ في حالةِ حركةٍ عشوائيةٍ ومستمرةٍ وهذا يَعني أن جزيئاتِ المادةِ تمتلكُ طاقةً حركيةً، ويُطلقُ على مجموعِ الطاقةِ الحركيةِ الكليةِ التي تَمتلكُها جميعُ جزيئاتِ المادةِ معاً نتيجةَ حركتِها المستمرةِ **بالطاقةِ الحراريةِ Thermal Energy**. وتُقاسُ الطاقةُ الحراريةُ بوحدةِ الجُول (J) joul وِفْقَ النظامِ الدوليِّ للوِحداتِ، وهناك وِحداتٌ أخرى أُستخدِمتْ قبل الجُولِ وما زالتْ تُستخدَمُ حتى الآن، وهي مُبيَّنةٌ في الجدولِ (1-3).

المجال/النظام	الوحدة	العلاقة بين الوحدات
المجالُ العلميّ	calorie(cal) سُعرٌ حراريٌّ	1cal=4.19 J
النظامُ البريطاني	British Thermal Energy (BTE)	1 BTE=253 J
المجالُ الصحيُّ والغذائيُّ	Calorie (Cal)	1Cal=1000 cal

جدول 1-3: وِحداتٌ مُستخدَمةٌ في قياسِ الطاقةِ الحراريةِ

الشكل 1-26: احتراق الورقة يُنتج طاقة.

يُعدّ الجولُ من الناحيةِ العمليةِ وِحدةً صغيرةً جداً لقياسِ الطاقةِ، فالطاقةُ الناتجةُ عن حَرْقِ ورقةٍ كما في الشكلِ (1-26)، تُساوي 8000 J تقريباً.

وحَسَبَ نموذجِ الحركةِ الجزيئيةِ، فإنه كلما كان عددُ جزيئاتِ المادةِ أكثرَ (الكتلة اكبر) تكونُ الطاقةُ الحراريةُ المُخزَّنةُ في المادةِ أكبرَ، وكلما ارتفعتْ درجةُ حرارةِ المادةِ زادتْ سرعةُ حركةِ جزيئاتِها وزادتْ طاقتُها الحركيةُ وهذا يعني زيادةَ طاقتِها الحراريةِ.

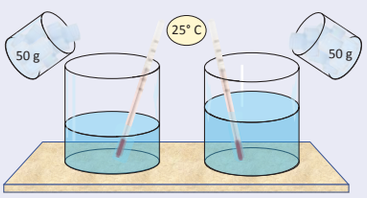
نَستنتجُ مما سبقَ أنّ الطاقةَ الحراريةَ المُخزَّنةَ في جسمٍ تَعتمدُ على كتلةِ الجسمِ (عددُ جزيئاتِ المادةِ) وعلى درجةِ حرارةِ الجسمِ (متوسطُ الطاقةِ الحركيةِ للجزيئاتِ).

العلم والعلماء

جيمس بريسكوت جول عالم فيزيائي إنجليزي (1818-1891) تستند شهرته إلى أبحاثه في مجال الحرارة إضافة الى الكهرباء، وله دراسات وابحاث وتجارب عديدة في مجال الشغل والطاقة الحرارية وسميت وحدة قياس الطاقة والشغل(جول) باسمه تكريما له.

اختبر نفسك

في أيّ الوعاءين في الشكل (1-27) ينصهرُ الثلجُ بشكل أسرعَ في الماءِ؟ ولماذا؟



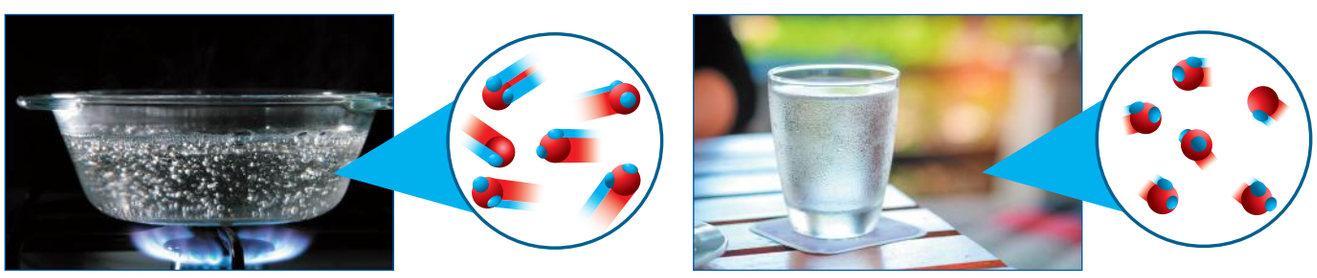
الشكل 1-27: سرعة انصهار الثلج في الوعائين.

الشكل 1-28:انتقال الحرارة من ا لفنجان إلى اليد.

إذا أردتَ أنْ تشربَ فنجانًا ساخنًا من الشاي وأمسكتَ بالفنجان بيدِك كما في الشكلِ (1-28) فإنك تَشعرُ بالحرارةِ في يدِك، إنَّ درجةَ حرارةِ فنجانِ الشاي المُرتفعةِ تَعني امتلاكَ الفنجانِ طاقةً حراريةً كبيرةً، وبما أن درجةَ حرارةِ الفنجانِ عاليةٌ ودرجةَ حرارةِ يدِك معتدلةٌ فإن جزءًا من الطاقةِ الحراريةِ انتقلتْ على شكلِ حرارةٍ من الفنجان إلى يدِك بينما تشعر بالبرودة عند امساك كأس باردة بسبب انتقال الحرارة من يدك إلى الكأس؛ لذا تُعرّفُ الحرارةُ heat بأنها الطاقةُ الحراريةُ التي تنتقلُ بين مادتينِ عند تَلامُسِهما معًا، نتيجةً لاختلافِ درجتي حرارةِ المادتينِ؛ حيثُ تنتقلُ الحرارةِ من المادةِ ذاتِ درجةِ الحرارةِ الأعلى إلى المادةِ ذاتِ درجةِ الحرارةِ الأدنى، أي أنّ الطاقةَ الحراريةَ تنتقلُ بين الموادِّعلى شكلِ حرارةٍ؛ لذا تُعرفُ درجةُ الحرارةِ بأنها خاصيةٌ تُحدِّدُ اتجاه انتقالَ الحرارةِ بين جسمينِ عند تَلامُسِهما.

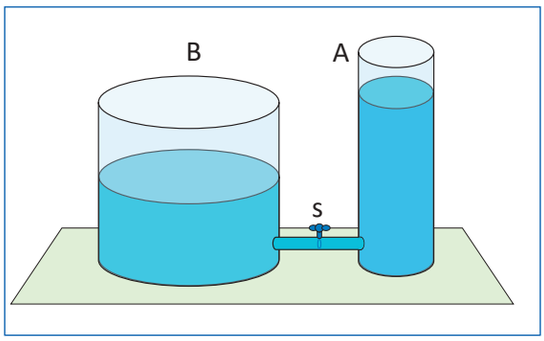
درجةُ الحرارةِ Temperature

درجةُ الحرارةِ إحدى الكمياتِ الفيزيائيةِ الأساسيةِ التي درستَها في النظامِ الدوليِّ للوحداتِ، فهي مقياسٌ لحالةِ الجسمِ من حيثُ السخونةُ والبرودةُ. نُلاحظُ في الشكلِ (1-29) أنّ الماءَ الباردَ ذو درجةِ الحرارةِ المُنخفضةِ تكونُ حركةُ جزيئاتِه بطيئةً؛ وبالتالي فهي تمتلكُ مقدارًا قليلًا من الطاقةِ الحركيةِ، ولكنْ عند تسخينِ الماءِ ترتفع درجةُ حرارةِ الماءِ فتزدادُ سرعةُ حركةِ جزيئاتِه وبالتالي تزدادُ الطاقةُ الحركيةُ لتلك الجزيئات؛ لذا يُمكنُ تَعريفُ **درجةِ الحرارةِ Temperature** بأنها مقياسٌ لمتوسطِ الطاقةِ الحركيةِ لجزيئاتِ المادةِ أو ذراتِها، وهي لا تَعتمدُ على عددِ جزيئاتِ المادةِ، وتَختلفُ تمامًا عن الطاقةِ الحراريةِ التي تُمثِّلُ المجموعَ الكليَّ للطاقةِ الحركيةِ لجميعِ جزيئاتِ المادةِ، كما سبق تَعريفُها.



الشكل 1-29: حركة جزيئات الماء البارد و والماء الساخن.

ويُمكنُ تشبيهُ الفرقِ بين درجةِ الحرارةِ والطاقةِ الحراريةِ للجسمِ بالفرقِ بين مستوى الماءِ في الإناءِ وكميتهِ؛ حيثُ إن ارتفاعَ مستوى الماءِ يُشبهُ درجةَ الحرارةِ، وكميةَ الماءِ تُشبهُ الطاقةَ الحراريةَ. يُبيّنُ الشكلُ (1-30) إنائينِ فيهما كميتانِ مختلفتانِ من الماءِ، وارتفاعُ مستوى الماءِ مختلفٌ في كلِّ إناءٍ. عند فَتْحِ الصنبورِ (s) يَنتقلُ الماءُ من الإناءِ A ذي الارتفاعِ الأعلى إلى الإناءِ B ذي الارتفاعِ الأدنى حتى يَتَساوى مستوى الماءِ في الإنائينِ، عندئذٍ لا تَتَساوي كميةُ الماءِ في الإناءينِ وتصبحُ كميةُ الماءِ في B أكبرَ من كميةِ الماءِ في A.



الشكل 1-30: انتقال الماء من المستوى المرتفع إلى المستوى المنخفض.

وكذلك الحالُ بالنسبةِ للطاقةِ الحراريةِ عند تَلامسِ جسمينِ مختلفينِ في درجةِ الحرارةِ، فإنها تنتقلُ من الجسمِ ذي درجةِ الحرارةِ الأعلى إلى الجسمِ ذي درجةِ الحرارةِ الأدنى حتى تَتساوى درجتا حرارةِ الجسمين، وعندئذٍ قد لا تَتساوى الطاقةُ الحراريةُ في كلٍّ من الجسمينِ كما هو الحالُ في كميةِ الماءِ.

وتَجدُرُ الإشارةُ هنا إلى أن الطاقةَ الحراريةَ التي يَفقدُها الجسمُ الساخنُ تُساوي الطاقةَ الحراريةَ التي يَكتسبُها الجسمُ الباردُ؛ بحيثُ يكونُ مجموعُ الطاقةِ الكليةِ في النظامِ ثابتٌ، قبل الانتقالِ وبعده، عندما لا يحدثُ ضَياعٌ في الطاقةِ، ويَتفقُ هذا مع مبدأِ حِفْظِ الطاقةِ، وعندها يُوصفُ النظامُ المُكوَّنُ من الجسمينِ المتلامسينِ بأنه نظامٌ حراريٌّ مغلق.

اختبر نفسك

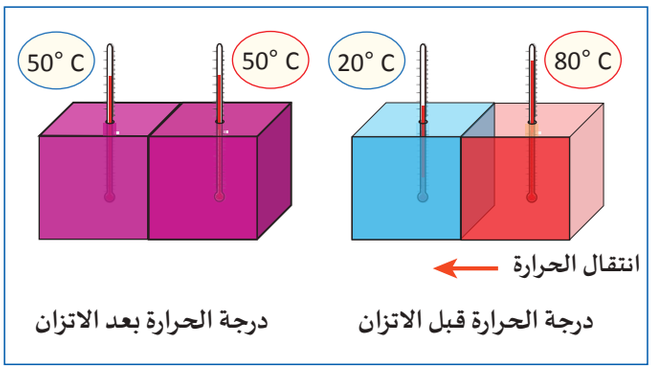
1. فَسِّرِ اختلافَ درجتي حرارةِ الماءِ في دورقينِ يحتويانِ كميتينِ مختلفتينِ من الماءِ، كما في النشاطِ (3-5)، رغم تَزويدِهما بكميتينِ متساويتينِ من الطاقةِ الحراريةِ.
2. إذا كان لديك دورقان يحتويان كميتين مختلفتين من الماء ولهما درجة الحرارة نفسها، أي منهما يمتلك طاقة حرارية أكبر؟

الاتّزانُ الحراريُّ Thermal Equilibrium

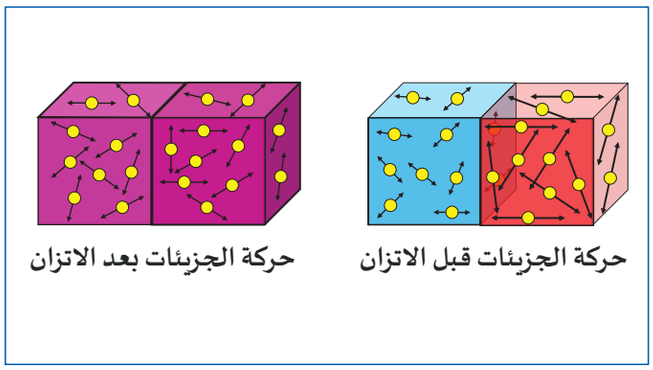
عند إضافةِ كميةٍ من الحليبِ الباردِ إلى كوبٍ من القهوةِ الساخنِ، أو عند تَبريدِ علبةِ عصيرٍ دافئةٍ بِوضْعِها في ماءٍ مثلجٍ أو عند وَضْعِ قطعةِ حديدٍ ساخنةٍ جداً في كميةٍ من الماءِ الباردِ، فإن الطاقةَ الحراريةَ تنتقلُ من القهوةِ الساخنةِ إلى الحليبِ الباردِ ومن علبةِ العصيرِ إلى الماءِ المُثلَّجِ ومن قطعةِ الحديدِ الساخنةِ إلى الماءِ الباردِ على شكلِ حرارةٍ. ولكنْ إلى متى يَستمرُّ انتقالُ تلك الطاقةِ؟

في الشكلِ (a/31-1) مكعبان مُتساويان في الحجمِ من مادتينِ من النوعِ نفسِه أحدُهُما درجةُ حرارتِهِ 80° C والآخرُ 20° C عند ملامستِهما معًا، تَنتقلُ الطاقةُ الحراريةُ من المُكعبِ ذي درجةِ الحرارةِ الأعلى إلى المُكعبِ ذي درجةِ الحرارةِ الأدنى. ويَستمرُّ انتقالُ الطاقةِ الحراريةِ حتى تَتساوى درجةُ حرارةِ الجسمينِ؛ حيثُ يحدثُ في هذه الحالةِ اتزانٌ حراريٌّ وتُصبحُ درجةُ حرارةِ الجسمينِ بعد الإتزانِ أكبرَ من 20° C وأقلَّ من 80° C، أي ما بين قيمتي درجتي حرارةِ الجسمين قبل الإتزانِ، حَسَبَ نوعِ وكتلةِ المادةِ التي يَتكوَّنُ منها الجسمانِ المُتلامسانِ، والشكلَ (b/31-1) يُبيِّنُ حركةَ جزيئاتِ المادتينِ قبل الاتّزانِ وبعده.

يُمكنُ تَعريفُ **الاتزانِ الحراريّ Thermal Equilibrium** بأنه الحالةُ التي يَصلُ إليها جسمانِ مختلفانِ في درجتي حرارتِهما بعد تَلامسِهما معًا وحُدوثِ انتقالٍ في الطاقةِ الحراريةِ بينهما من الجسمِ الأعلى درجةَ حرارةٍ إلى الجسمِ الأدنى درجةَ حرارةٍ؛ حتى يتساويَا في درجةِ الحرارةِ. وكلما كان الفرقُ في درجتي حرارةِ الجسمينِ أكبرَ كان مِقدارُ الحرارةِ التي تنتقلُ بينهما في وِحدةِ الزمنِ أكبرَ، بِغَضِّ النظرِ عن العواملِ الأخرى. وعند حدوثِ الاتزانِ الحراريِّ تكونُ الطاقةُ الحراريةُ المفقودةُ تساوي الطاقةَ الحراريةَ المُكتسبةَ (عندما يكون النظامُ معزولًا).



(a)

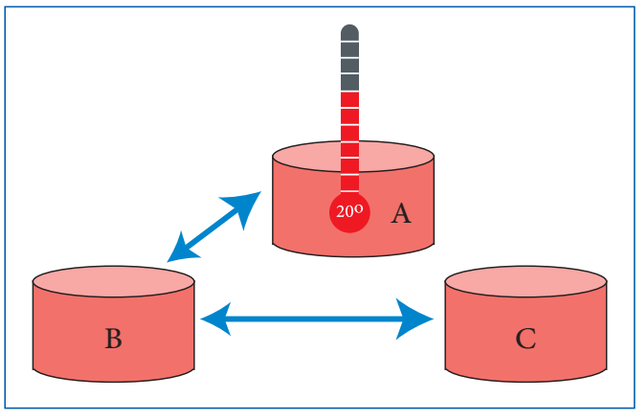


(b)

شكل: a/31-1 : تَغيُّرُ درجةِ الحرارةِ المادةِ قبل وبعد الاتزانِ الحراري، b: تَغيُّرُ سرعةِ حركةِ جزيئاتِ المادةِ قبل وبعد الاتَّزانِ الحراريّ.

مثال 18

ثلاثةُ أجسامٍ A، B، C مُوضَّحةٌ كما في الشكلِ(1-23). إذا كان الجسمُ A في حالةِ اتزانٍ حراريٍّ مع الجسمِ B ، وكان الجسمُ B في حالةِ اتزانٍ حراريٍّ مع الجسمِ C. فما درجةُ حرارةِ الجسمِ C؟



الشكل 1-32: الاتزان الحراري بين عدة أجسام.

الحلُّ

بما أنَّ الجسمَ A في حالةِ اتزانٍ حراريٍّ مع الجسمِ B، فإنهما متساويانِ في درجةِ الحرارةِ أي أنّ درجةَ حرارةِ الجسمِ B تُساوي 20° C، وبما أنّ الجسمَ B في حالةِ اتزانٍ حراريٍّ مع الجسمِ C فإنّ درجةَ حرارةِ الجسمِ C تِساوي 20° C.

اختبر نفسك

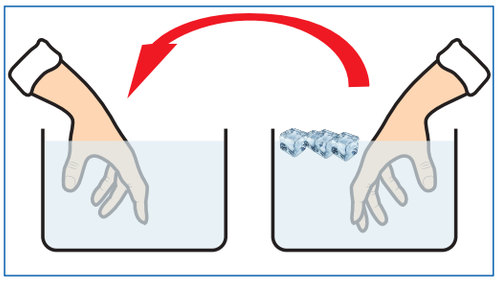
1. في المثالِ السابقِ هل تَتوقّعُ أن يكونَ الجسمُ C في حالةِ اتزانٍ حراريٍّ مع الجسمِ A؟
2. ما الذي يحدثُ لكلٍّ من الطاقةِ الحراريةِ ودرجةِ الحرارةِ ومتوسطِ سرعةِ حركةِ الجزيئاتِ في علبةِ عصيرٍ درجةُ حرارتِها 5° C عند وَضعِها في غرفةٍ درجةُ حرارةِ الهواءِ فيها 25° C؟

مِقياسُ درجةِ الحرارةِ Temperature Scale

نَستخدمُ حاسّـةَ اللمسِ لدينا في حالاتٍ ومواقفَ يوميةٍ كثيرةٍ للتَّمييزِ بين الأجسامِ الساخنةِ والباردةِ، فمثلاً نَضعُ اليدَ على جبينِ الطفلِ المريضِ لمعرفةِ درجةِ حرارةِ جسمِه. لكنْ هل حاسَّةُ اللمسِ باليدِ تُعدُّ مِقياسًا دقيقًا لدرجةِ حرارةِ الطفلِ؟ ما رأيُك في طريقتي قياسِ درجةِ الحرارةِ في الشكلِ (1-33).

الشكل 1-33: قياس درجة حرارة المريض.

إذا وَضعتَ يدَكَ اليُمنى في كأسٍ فيها ماءٌ باردٌ ويدَكَ اليُسرى في كأسٍ أُخرى فيها ماءٌ دافئٌ كما في الشكلِ (1-34)، فإنك تُحسُّ ببرودةِ الماءِ بيدِكَ اليُمنى ودِفئِها بيدِك اليُسرى.



الشكل 1-34: أثر حالة اليد على قياس الحرارة.

فإذا أَخرجتَ يدكَ اليمنى ووَضعتَها مُباشرةً في الماءِ الدافئِ مع يدِك اليسرى فكيف تَشعرُ؟ لا شكَّ أنك سَتشعرُ بيدكَ اليمنى أن الماءَ ساخنٌ، بينما لا تزالُ يدُك اليمنى تَحسُّهُ دافئًا؛ رغم أن درجةَ حرارةِ الماءِ نفسِها في الكأسِ. هذا أحدُ الأدلةِ على عدمِ دقةِ حاسةِ اللمسِ باليدِ في تحديدِ درجةِ حرارةِ الأجسامِ؛ لذا كان لا بُدَّ من استخدامِ مقاييسَ حرارة أكثرَ دقةٍ وثباتٍ في قياسِ درجاتِ الحرارةِ. وبشكل عام يعتمد مبدأُ عملِ معظمِ أجهزةِ قياسِ درجاتِ الحرارةِ على خاصيَّةٍ فيزيائيةٍ للمادةِ المُستخدمةِ في مقياسِ الحرارةِ، تَتغيَّرُ بتغيُّرِ درجةِ حرارةِ تلك المادةِ.

يُعرفُ **مقياسُ درجةِ الحرارةِ Thermometer Scale** بأنه جهازٌ يُستخدمُ لقياسِ درجةِ الحرارةِ ويَعتمِدُ عملُه على خاصيّةٍ فيزيائيةٍ تَتغيَّرُ بشكلٍ واضحٍ ومُحدَّدٍ ومنتظمٍ بَتغيُّرِ درجةِ الحرارةِ. كالتَّمدُّدِ الحراريّ أو التَّغيُّرِ في المقاومةِ الكهربائيةِ أو الجهدِ الكهربائي، ويُدرّجُ مقياسُ الحرارةِ بناءً على هذا التَّغيُّرِ المنتظمِ.

يُعدّ مقياسُ الحرارةِ الزئبقي من أشهرِ أجهزةِ قياسِ الحرارةِ وأقدمِها، وقد اخترعَهُ العالمُ فهرنهايت Gabriel Fahrenhiet ؛ حيثُ اعتمدَ في تَصميمِهِ على خاصيَّةِ التَّمدُّدِ الحجميّ لسائلِ الزئبقِ، وقد تَمَّ تَطويرُ مقياسِ الحرارةِ الزئبقي على يدِ العالمِ رومر Romer ولا يزالُ هذا المقياسُ مُستخدمًا حتى وقتِنا الحاضرِ.

عند استخدامِ مقياسِ الحرارةِ لقياسِ درجةِ حرارةِ مادةٍ معينةٍ، نَضعُ طَرَفَ المقياسِ داخلَ المادةِ كما في الشكلُ (1-35) ونَنتظرُ حتى يَصلَ المقياسُ إلى حالةِ اتّزانٍ حراريٍّ مع المادةِ، وعندها يُمكنُنا قراءةُ درجةِ الحرارة بدقةٍ؛ حيثُ يَحدثُ اتزانٌ حراريٌّ بين المادةِ والميزانِ؛ نتيجةَ انتقالِ الطاقةِ الحراريةِ بينهما من الأعلى إلى الأدنى في درجةِ الحرارةِ.

الشكل 1-35: قياس درجة الحرارة.

تَتنوَّعُ أجهزةُ قياسِ درجةِ الحرارةِ في أشكالِها وتركيبِها وطريقةِ عملِها ومدى درجاتِ الحرارةِ التي تَقيسُها، وتَختلفُ في وِحداتِ درجةِ الحرارةِ وذلك حَسَبَ متطلباتِنا وحاجاتِنا، ومن أبرزِ أجهزةِ قياسِ درجاتِ الحرارةِ المعروفةِ:

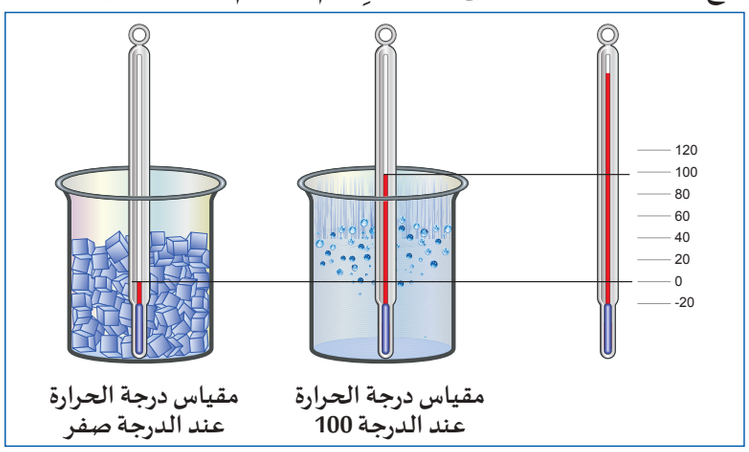
1. مقياسُ الحرارةِ السائلِ Liquid Thermometer

مقياسُ الحرارةِالسائلِ يُعدُّ من أكثرِ الأنواعِ شيوعًا خاصةً في الاستخداماتِ المنزليةِ والطبيةِ، ويَتركَّبُ من ساقٍ زجاجيةٍ شفافةٍ بداخلِها تَجويفٌ رفيعٌ مغلقُ الطرفين، كما في الشكل (1-36)، يُشكِّلُ مَجرى السائلِ، وينتهي أحدُ طرفيهِ بمستودعٍ صغيرٍ مملوءٍ بسائلٍ مناسبٍ مثلَ الزئبقِ، ويُرسَمُ على الساقِ الزجاجيةِ التَّدريجُ المناسبُ حَسَبَ استخدامِه.

الشكل 1-36: تركيب مقياس درجة الحرارة الزئبقي.

يَعتمدُ مبدأُ عملِ مقياسِ الحرارةِ السائلِ على التَّغيُّرِ المنتظمِ لحجمِ السائلِ مع تَغيُّرِ درجةِ الحرارةِ، فعندما ترتفعُ درجةُ حرارةِ السائلِ بداخلِ مستودعِ المقياسِ يَتمددُ السائلُ فيزدادُ حجمُه، وبما أن السائلَ محصورٌ في مَجرًى ضيقٍ ذي مقطعٍ عرضيٍّ ثابتٍ، فإن تَمدُّدَ السائلِ يؤدي إلى تَغيُّرِ ارتفاعِه في المَجرى؛ بحيثُ يتناسبُ التَّغيرُ في كلٍّ من حجمِ السائلِ وارتفاعِه في الأنبوبِ مع ارتفاعِ درجةِ الحرارةِ، وتكونُ العلاقةُ بين درجةِ الحرارةِ وارتفاعِ عمودِ السائلِ علاقةً خطيةً ضمنَ مجالاتٍ معينةٍ من درجةِ الحرارةِ التي يُستخدَمُ عندها المقياسُ؛ هذه العلاقةُ الخطيةُ تجعلُ معايرةَ مقياسِ درجةِ الحرارةِ وتَدريجَهُ مُهمةً سهلةً نسبيًا.

يُعايرُ مقياسُ درجةِ الحرارةِ نسبة إلى درجة حرارة محددة ومعروفة، وقد تم اعتماد درجةِ تَجمُّدِ الماءِ النقيِّ ودرجةُ غليانِه عند الضغطِ الجويِّ 1 atm؛ حيثُ يُوضعُ مقياسُ درجةِ الحرارةِ في مزيجٍ من الماءِ والجليدِ لفترةٍ حتى يستقرَّ ارتفاعُ السائلِ في المقياسِ. وتُوضعُ علامةُ 0° C ، انظرِ الشكلَ (1-37). ثم يُوضعُ المقياسُ في ماءٍ يَغلي لفترةٍ حتى يَستقرَّ ارتفاعُ السائلِ في المقياسِ، وتُوضعُ علامةُ 100° C على المقياسِ ثم تُقسمُ المسافةُ بين هاتين العلامتين إلى 100 مسافةٍ متساويةٍ كلُّ مسافةٍ تُمثِّلُ درجةَ سلسيوس واحدةً.



الشكل 1-37: معايرة مقياس الحرارة السائل.

يَتِمُّ اختيارُ السائلِ في المقياسِ بحيثُ يَتغيرُ حجمُه بسرعةٍ عند أيِّ تَغيُّرٍ طفيفٍ في درجةِ الحرارةِ، أي أنَّ حجمُ السائلِ يَتمدَّدُ أو يَتقلَّصُ عند أيِّ ارتفاعٍ أو انخفاضٍ في درجةِ الحرارةِ مهما كان صغيرًا. وأفضلُ سائلٍ من حيثُ دقةُ القياسِ وسرعةُ استجابتِه للتغيرِ في درجةِ الحرارةِ، هو

الزئبقُ ولكنْ بسببِ خطورتِه كونه سائلًا سامًّا، يُستعاضُ عنه بسائلٍ كحوليّ ملونٍ. وتُوجد أشكالٌ عدةٌ لمقياسِ الحرارةِ السائلِ نذكرِ منها:

المقياسُ الزئبقيُّ: مدى درجاتِ الحرارةِ التي يمكنُ قياسُها بواسطتِه كبيرٌ؛ حيثُ إن درجةَ تَجَمّدِ الزئبقِ (-39° C) ودرجةَ غليانِه (357° C) وهذه ميزةٌ من ميزاتِ الزئبقِ إضافةً إلى ميزاتٍ أخرى.

المقياسُ الكحوليّ: مدى درجاتِ الحرارةِ التي يمكنُ قياسُها أقلُّ من الزئبقِ؛ حيثُ إن درجةَ تَجَمُّدِ الكحولِ (-115° C) ودرجةَ غليانِه (79° C) والجدولُ (4-1) يُبينُ خصائصَ كلٍّ من مقياسي الحرارةِ الزئبقيّ والكحوليّ.

مقياسُ الحرارةِ الزئبقيّ	مقياسُ الحرارةِ الكحوليّ
فِضيُّ اللونِ يُمكنُ رؤيتُه.	عديمُ اللونِ؛ لذا يُصبغُ باللونِ الأحمرِ أو الأزرقِ.
يستجيبُ بسرعةٍ كبيرةٍ لِتغيُّرِ درجاتِ الحرارةِ.	يستغرقُ وقتا أطولَ للاستجابةِ لِتغيُّرِ درجاتِ الحرارةِ.
مدى درجاتِ الحرارةِ التي يُمكنُ قياسُها كبيرٌ.	مدى درجاتِ الحرارةِ التي يُمكنُ قياسُها قليلٌ.
درجةُ غليانِه عاليةٌ 357° C	درجةُ غليانِه منخفضةٌ 79° C
درجةُ تجمُّدِه عاليةٌ -39° C	درجةُ تجمُّدِه منخفضةٌ -115° C
لا يلتصقُ بالزجاجِ.	يلتصقُ بالزجاجِ ولكنْ بدرجةٍ قليلةٍ جدًا.
السائلُ خطرٌ (سامٌّ).	السائلُ آمنٌ.
تَكلفتُه عاليةٌ.	تَكلفتُه منخفضة.

جدول 1-4: مقارنة بين خصائص مقياسي الحرارة الزئبقي والكحولي.

وحيثُ إن درجةَ حرارةِ جسمِ الإنسانِ تقعُ ضِمنَ مدى القياسِ لكلٍّ من المقياسين؛ فإنه يُمكنُ استخدامُ أيٍّ منهما لقياسِ درجةِ حرارةِ جسمِ الإنسانِ؛ حيثُ يُدرّجُ مقياسُ الحرارةِ الطبيّ من 35° C إلى 42° C وتكونُ دقتُهُ بمقدارِ 0.1° C .

2. مقياسُ الحرارةِ الكهربائيِّ Electrical Thermometer

يَعتمدُ مبدأ عمله على خاصيةٍ فيزيائيةٍ أخرى لقياسِ درجةِ الحرارةِ، هي التَّغيُّرُ المنتظمُ في المقاومةِ الكهربائيةِ أو فرقُ الجهدِ الكهربائيّ بتغيُّرِ درجةِ الحرارةِ، ويُستخدمُ هذا النوعُ لقياسِ درجاتِ الحرارةِ العاليةِ جدًا إضافةً إلى الدرجاتِ المنخفضةِ جدًا، وهناك نوعانِ منه هما:

a. **المُزدوجُ الحراريّ Thermocouple** مبدأُ عملِه يَعتمدُ على التَّغيُّرِ المُنتظمِ في فرقِ الجهدِ الكهربائي بتَغيُّرِ درجةِ الحرارةِ، ويُستخدمُ في الصناعاتِ والمختبراتِ ولقياسِ درجاتِ الحرارةِ العاليةِ التي تصلُ أحيانًا إلى 2800° C. وهو سهلُ الاستخدامِ وتَكلفتُهُ قليلةٌ وصلبٌ يَصعُبُ كسرُهُ، ولكنَّ حساسيتُه منخفضةٌ. أنظرِ الشكلَ (1-38).

الشكل 1-38: المزدوج الحراري.

b. **مقياس المقاومة الكهربائية Electrical Resistance Thermometer** ومبدأ عمله يعتمد على التغير المنتظم في مقدار المقاومة الكهربائية لسلك معدني - يكون عادة من البلاتين - بتغير درجة الحرارة، وهو عالي الدقة ويستخدم لضبط جميع أنواع المقاييس الأخرى. ويتراوح مدى درجات الحرارة التي يقيسها بين الدرجتين C° 250- و C° 960 ، لكن تكلفته عالية نسبيًا ويحتاج إلى بطارية لتشغيله.

3. مقياسُ الحرارةِ الرقميّ Digital Thermometer

المقياسُ الرقميُّ حاليًا هو الأكثرُ انتشارًا خاصةً في الاستخداماتِ المنزليةِ والطبيةِ كونَه أكثرَ أمنًا وأسهلَ استخدامًا؛ حيثُ تظهرُ درجةُ الحرارةِ على شكلِ أرقامٍ. وتعملُ هذه المقاييسُ على مبادئَ متعددةٍ منها تَغيُّرُ خاصيةِ المقاومةِ الكهربائيةِ، الجهدُ الكهربائي، والأشعةُ المنبعثةُ من الأجسامِ. انظرِ الشكلَ (1-39).

الشكل 1-39: أشكال مختلفة من المقاييس الرقمية.

إثراءٌ:

مقياسُ الحرارةِ الغازي

يعملُ على مبدأِ تَغيُّرِ إمّا حجمِ الغازِ أو ضغطِه بتَغيُّرِ درجةِ حرارته، ويتراوحُ مدى درجاتِ الحرارةِ التي يقيسُها بين ^{o}C -270 إلى ^{o}C 1500.

4. مقياسُ الحرارةِ الإشعاعيّ Radiation Thermometer

يعملُ على مبدأِ كشفِ الأشعةِ تحت الحمراءِ المنبعثةِ من الجسمِ المرادِ قياسُ درجةِ حرارتِهِ بواسطةِ كاشفِ الأشعةِ، كما في الشكلِ (1-40) حيثُ تتناسبُ طاقة تلك الأشعة مع درجةِ حرارةِ المصدرِ، ويَتميَّزُ بأنه يُستخدمُ عن بعدٍ دون الحاجةِ إلى التَّلامُسِ مع الجسمِ المرادِ قياسُ درجةِ حرارته، ويتراوحُ مدى درجاتِ الحرارةِ التي يقيسُها من الدرجةِ C °30- إلى الدرجةِ C °650. ويُستخدمُ هذا النوعُ لقياسِ درجةِ حرارةِ جسمِ الإنسانِ بتوجيههِ داخل الأذنِ أو على الجبينِ.

الشكل 1-40: مقياس الحرارة الأشعاعي.

5. مقياسُ البلوراتِ السائلةِ Liquid Crystal Thermometer

تُستخدمُ فيه مجموعةٌ مختلفةٌ من البلوراتِ السائلةِ مرتبةً بالتدريجِ لكلِّ درجةِ حرارةٍ، ويعملُ المقياسُ على مبدأِ تَغيُّرِ إضاءةِ البلوراتِ بَتغيُّرِ درجةِ الحرارةِ، وهو سهلٌ وتَكلفتُهُ قليلةٌ ولكنَّ إضاءةَ البلوراتِ خافتةٌ، ويُوجدُ منها على شكلِ شريطٍ يُستخدمُ لقياسِ حرارةِ الجسمِ. كما في الشكلِ (1-41).

الشكل 1-41: مقياس الحرارة/البلورات السائلة.

أنظمةُ قياسِ درجاتِ الحرارةِ Temperature Measuring Systems

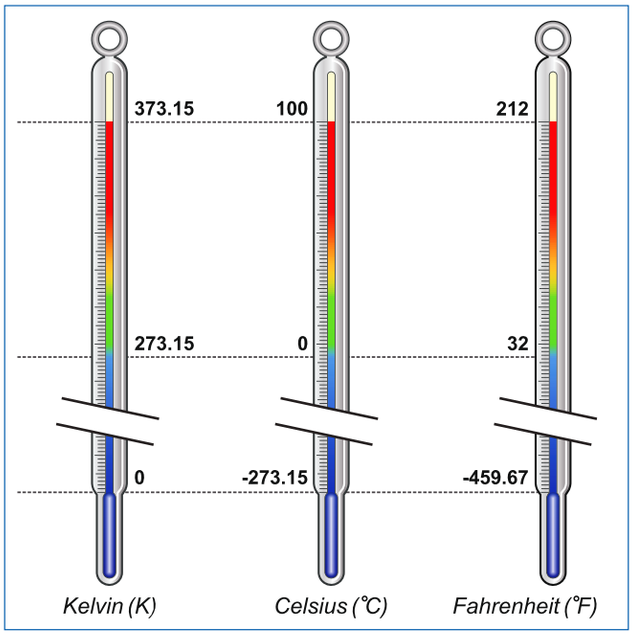
في الوقتِ الحاضرِ، يَنتشرُ استخدامُ ثلاثةِ أنظمةٍ لقياسِ درجاتِ الحرارةِ، هي سلسيوس وفهرنهايت وكلفن. في حين أنه تُوجدُ أنظمةٌ أخرى تُستخدمُ للتَّعبيرِ عن درجةِ الحرارةِ، منها رومر، رانكلن، نيوتن. وفي النظامِ الدوليِّ للوِحداتِ SI تُستخدمُ «الكلفن» وِحدةً دوليةً لقياسِ درجةِ الحرارةِ، إلا أنه قد شاعَ استخدامُ نظامِ سلسيوس (المئوي) في قياسِ درجةِ الحرارةِ لسهولتِهِ وبساطتِهِ. وفيما يأتي تَوضيحٌ للمقاييسِ الثلاثةِ لدرجاتِ الحرارةِ المُستخدَمةِ في الوقتِ الحالي:

1. نظامُ فهرنهايت Fahrenheit(°F)

صمَّمَهُ العالمُ الفيزيائيُّ الألمانيُّ جابريل فهرنهايت Daniel Gabriel Fahrenheit عامَ 1724، وهو أولُ نظامٍ لقياسِ درجاتِ الحرارةِ، ويُرمزُ لهذا النظامِ بالرمزِ °F ؛ حيثُ درجةُ تَجمُّدِ الماءِ تحت الضغطِ الجويّ (1 atm) 32° F ودرجةُ غَليانِ الماءِ 212° F، وقُسِّمتِ المسافةُ بينهما إلى 180 تَدريجًا متساويًا كلَّ تدريجٍ يُعادلُ درجةَ فهرنهايت واحدة. انظرِ الشكلِ (1-42).

2. نظامُ سلسيوس Celsius (°C)

صَمَّمَ هذا النظامَ العالمُ السويدي أندرس سلسيوس Anders Celsius عامَ 1747، ويُرمزُ لهذا النظامِ بالرمزِ °C ، ويَعتمدُ في معايرةِ تَدريجِهِ على درجتي تَجمُّدِ المياهِ وغليانِه؛ حيثُ يصلُ الماءُ إلى التَّجمُّدِ تحت الضغطِ الجوي (1atm) عند درجةِ حرارةِ صفرٍ، ويصلُ إلى الغليانِ عند درجةِ حرارةِ 100، وقُسِّمتِ المسافةُ بينهما إلى 100 تدريجٍ متساوٍ كلَّ تَدريجٍ يعادلُ درجةَ سلسيوس واحدة، ويُستخدمُ في معظمِ دولِ العالمِ ما عدا الولاياتِ المتحدةِ الأمريكيةِ التي تُطبِّقُ نظامَ الفهرنهايت. انظرِ الشكلَ (1-42).



الشكل 1-42: أنظمة تدريج مقياس الحرارة الثلاث الفهرنهايت والسلسيوس والكلفن.

3. نظام كلفن (K) Kelvin

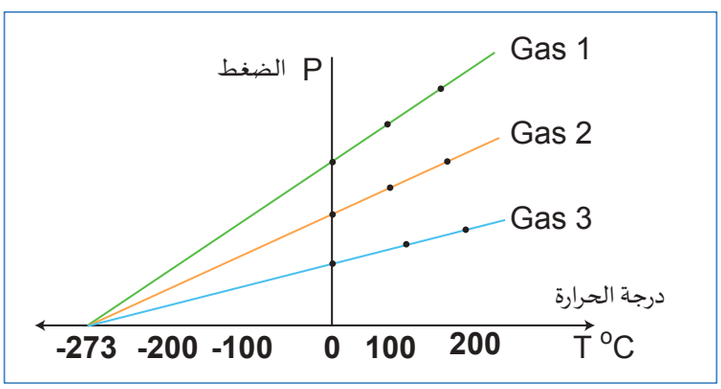
صَمَّمَ هذا النظامَ العالمُ الفيزيائيُّ والمهندسُ البريطاني اللوردُ كلفن Lord Kelvin عام 1852 ويُرمزُ لهذا النظامِ بالرمزِ K، ومقياسُ الكلفن هو مقياسٌ لدرجةِ الحرارةِ المُطلقةِ بحيثُ تكونُ درجة الحرارةِ بوحدةِ الكلفن موجبةً دائمًا، وتبدأُ من 0 K (الصفر المطلق)، وتكونُ درجةُ انصهارِ الثلجِ على هذا المقياسِ 273.15 K ودرجةُ غليانِ الماءِ 373.15 K ويَفصلُ بين هاتَينِ القيمتَينِ مائةُ درجةٍ متساويةٍ. والكلفن هو وِحدةُ قياسِ درجةِ الحرارةِ في النظامِ الدوليِّ للوِحداتِ، ونادراً ما يُستخدمُ هذا النظامُ في الحياةِ اليوميةِ؛ إذ أنه يُستخدمُ في القياساتِ والأبحاثِ العلميةِ.

إثراءٌ:

يعتقدُ العلماءُ أن درجةَ الصفر المطلقِ تُوجدُ في أطرافِ الكونِ البعيدةِ جدًا عن مصادرِ الطاقةِ، إلا أنه تمَّ التَّوصلُ عمليًا في المختبرِ إلى درجةِ حرارةٍ قريبةٍ من الصفر المطلقِ، عندما أمكنَ تَبريدُ غازِ الهيليوم إلى الدرجةِ $-272.2^{\circ}C$ التي تُعادلُ تقريبًا 0.95 K وتُمثِّلُ درجةَ انصهارِ الهيليوم عند ضَغطٍ عالٍ جدًا. وأقلُّ درجةِ حرارةٍ تمَّ الوصولُ إليها لغايةِ الآن هي: 10^{-10} K تحت ظروف خاصة جدًا.

اعتمدَ نظاما الفهرنهايت والسلسيوس في تَدريجِهما على درجتي تَجمُّدِ الماءِ وغليانِه، وهاتانِ الدرجتانِ تَتغيَّرانِ بتَغيُّرِ الضغطِ الجوي؛ لذا قام العالمُ كلفن بتحديدِ تدريجٍ مطلقٍ لدرجةِ الحرارةِ يَعتمدُ على طبيعةِ المادةِ؛ حيثُ أجرى دراسةً للعلاقةِ بين الضغطِ ودرجةِ الحرارةِ لأكثرَ من غازٍ، وتوصَّلَ نظريًا إلى أنه عند درجةِ حرارةِ (-273.15° C) يصلُ ضغطُ الغازِ إلى الصفرِ، انظرِ الشكلَ (1-43).

وتَمَّ اعتبارُ درجةِ الحرارةِ هذه درجةَ الصفرِ المطلقِ وتَمَّ مُعايرةُ باقي التَّدريجاتِ الأخرى بالنسبةِ للصفرِ المطلقِ. لذا يُعرّفُ **الصفرُ المطلقُ (0 K)** في تدريجِ كلفن: بأنه درجةُ الحرارةِ التي يَصلُ عندها ضَغْطُ الغازِ المحصورِ إلى الصفرِ، وتُعادلُ (-273.15° C) وهي أدنى درجةِ حرارةٍ يُمكنُ أن تصلَ إليها المادةُ نظريًا؛ حيثُ تُصبحُ عندها الطاقةُ الحركيةُ لجزيئاتِ المادةِ عند أقلِّ قيمةٍ لها. ولا يُمكنُ الوصولُ إلى هذه الدرجةِ بصورةٍ عمليةٍ.



الشكل 1-43: تحديد درجة الصفر المطلق.

اختبر نفسك

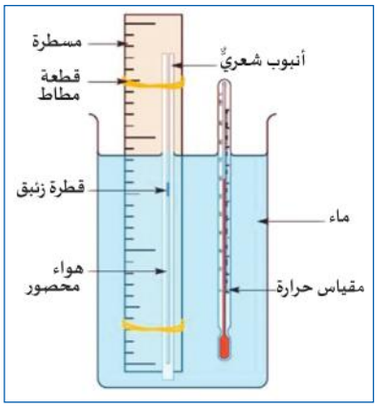
ما الذي تَتوقَّعُ حدوثُه لكلٍّ من سرعةِ دقائقِ الغازِ والمسافاتِ فيما بينها إذا أمكنَ خَفْضُ درجةِ حرارتِها إلى الصفرِ المطلقِ.

نشاط 7-1

استقصاء درجة الصفر المطلق عمليًا

الأهداف:	يحدد درجة الصفر المطلق عمليًا من خلال العلاقة بين حجم الهواء ودرجة حرارته بثبات ضغطه.
الأدواتُ:	أنبوبٌ شعريٌّ مغلقٌ من طرفٍ واحدٍ، حِمْضُ الكبريتيك المُركَّزُ أو الزئبقُ، مسطرةٌ مُدرَّجةٌ، مقياس حرارةٍ، كأسٌ زجاجيةٌ، ماءٌ، ثلجٌ، مصدرٌ حراريٌّ.
الأمنُ والسلامةُ:	الحذرَ في التَّعاملِ مع حِمْضِ الكبريتيك أو الزئبقِ.

الخُطُواتُ:



يقومُ مُحضِّرُ المُختبرِ بإدخالِ قطرةٍ من حِمْضِ الكبريتيك أو الزئبقِ في الأنبوبِ الشعريّ بحيثُ يحجزُ كميةً من الهواءِ داخلَه؛ وذلك بتسخينِ الأنبوبِ ثم غَمْرِ طرفِهِ المفتوحِ في حِمْضِ الكبريتيك (أو الزئبق) ومن ثَمَّ تَبريدُه.

وبالتعاونِ مع أفرادِ مجموعتِكَ نَفِّذِ الخُطواتِ الآتيةَ:

1. ثَبِّتِ الأنبوبَ الذي تَمَّ تجهيزُه على المسطرةِ المُدرَّجةِ، كما هو مُوضَّحٌ في الشكلِ، ثم أُغمرْهُ في الماءِ.
2. ضَعْ قِطَعًا من الثلجِ في الماءِ لتبريدِه، ولاحظْ حركةَ القطرةِ, وعندما تُثبّتُ القطرةَ قِسْ طولَ عمودِ الهواءِ الذي يُعبّرُ عن الحجمِ، ثم قِسْ درجةَ الحرارةِ وسَجِّلْهُما في الجدولِ.
3. سَخِّنِ الماءَ ببطءٍ، وقِسْ طولَ عمودِ الهواءِ عند درجاتِ حرارةٍ مختلفةٍ. وسَجِّلِ القراءاتِ في الجدولِ.

درجةُ الحرارةِ (°C)						
طول عمود الهواء (cm)						

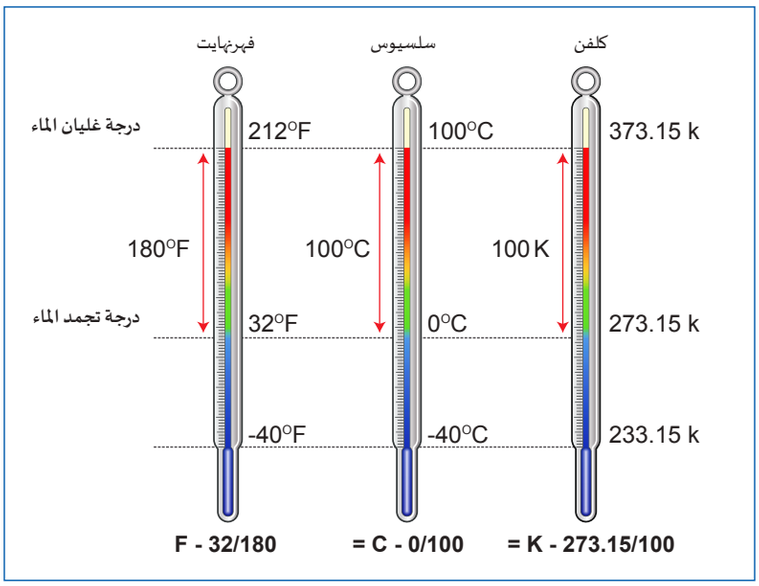
4. مَثِّلِ العلاقةَ بين الحجمِ ودرجةِ الحرارةِ بيانيًا باستخدامِ برمجيةِ Excel بِوَضْعِ درجةِ الحرارةِ على مِحورِ x والحجمِ على مِحورِ y .
5. أكملْ رسمَ امتدادِ مُنحنَى العلاقةِ حتى يَتقاطعَ مع مِحورِ x السالبِ (درجة الحرارة) وحَدِّدْ نقطةَ تقاطعِ المُنحنى مع هذا المِحورِ.

التحليل:

1. ما نوعُ العلاقةِ بين حجمِ الهواءِ ودرجةِ حرارته؟
2. ما مقدارُ درجةِ الحرارةِ عند نقطةِ تقاطعِ المُنحنى مع محورِ x السالبِ؟ ماذا تُمثِّلُ هذه النقطةُ؟
3. هل تعتقدُ أنَّ القيمةَ التي تُمثِّلُها نقطةُ تقاطعِ المُنحنى مع مِحورِ x تنطبقُ على جميعِ الغازاتِ؟

تحويلُ درجاتِ الحرارةِ Temperature Conversion

عند مقارنةِ التَّدريجاتِ في أنظمةِ قياسِ درجاتِ الحرارةِ الثلاثةِ، كما في الشكلِ (1-44)، فإنه يمكنُ التَّوصلُ للعلاقةِ الرياضيةِ الآتيةِ لتحويلِ درجاتِ الحرارةِ بين أنظمةِ القياسِ الثلاثةِ (السلسيوس، الفهرنهايت، الكلفن):



الشكل 1-44: تدريج أنظمة قياس درجة الحرارة؛ فهرنهايت، سليسوس، كلفن.

$$\frac{K - 273.15}{100} = \frac{^{o}C}{100} = \frac{(^{o}F - 32)}{180}$$

من هذه العلاقةِ الرياضيةِ العامةِ، يُمكنُ اشتقاقُ علاقاتٍ فرعيةٍ بين كلِّ نظامي قياسٍ، كما هو مُبيَّنٌ في الجدولِ (1-5)؛ وذلك لتسهيلِ إجراءِ التَّحويلاتِ من نظامِ قياسٍ إلى آخرَ.

التحويلُ بين نظامي القياسِ	العلاقةُ المُستخدَمةُ
سلسيوس °C ⇆ كلفن K	$K = {}^{\circ}C + 273.15$
سلسيوس °C ⇆ فهرنهايت °F	$\frac{^{o}C}{100} = \frac{(^{o}F - 32)}{180}$

جدول 1-5: العلاقات الخاصة بتحويل درجات الحرارة بين أنظمة القياس الثلاثة.

مثال 19

متوسطُ درجةِ الحرارةِ على سطحِ كوكبِ المريخِ ($-55^{o}C$) ، كم تُساوي هذه الدرجةُ حَسَبَ نظامِ كلفن؟

الحلُّ

للتَّحويلِ من سلسيوس إلى كلفن نَستخدمُ العلاقةَ في الجدولِ:

$K = {}^{o}C + 273.15$

$K = -55 + 273.15 = 218.15\ K$

مثال 20

اِحسبْ درجاتِ الحرارةِ وِفْقَ نظامِ سلسيوس التي تُكافئُ درجاتِ الحرارةِ الآتيةَ:

$100\ K$ ، $250\ K$ ، $(-176^{o}F)$ ، $50^{o}F$.

الحلُّ

نستخدم العلاقات في الجدول السابق على النحو الآتي:

1) $\frac{{}^{o}C}{100} = \frac{({}^{o}F - 32)}{180}$

$\frac{{}^{o}C}{100} = \frac{50 - 32}{180} \Rightarrow {}^{o}C = \frac{(18 \times 100)}{180} = 10\ {}^{o}C$

2) $\frac{{}^{o}C}{100} = \frac{({}^{o}F - 32)}{180} \Rightarrow {}^{o}C = \frac{(-176 - 32) \times 100}{180} = -115.6\ {}^{o}C$

3) ${}^{o}C = K - 273.15 = 250 - 273.15 = -23.15\ {}^{o}C$

4) ${}^{o}C = K - 273.15 = 100 - 273.15 = -173.15\ {}^{o}C$

مثال 21

درجةُ حرارةِ الجوِّ في يومٍ باردٍ جدًا تُساوي ($-10\ {}^{o}C$) ما درجةُ الحرارةِ المُكافئةِ لها حَسَبَ نظامِ فهرنهايت؟

الحلُّ

من سلسيوس إلى فهرنهايت:

$\frac{{}^{o}C}{100} = \frac{({}^{o}F - 32)}{180}$

$\frac{-10}{100} = \frac{({}^{o}F - 32)}{180} \Rightarrow$

${}^{o}F - 32 = \frac{(180 \times -10)}{100} \Rightarrow {}^{o}F = -18 + 32 = 14\ {}^{o}F$

مثال 22

قاسَ طالبٌ درجةَ حرارةِ زميلِه فكانتْ (104^{o} F) ، كم تُكافئُ هذه الدرجةُ في نظامِ كلفن؟

الحلُّ

نُحوّلُ من نظامِ فهرنهايت إلى سلسيوس، ثم من سلسيوس إلى نظامِ كلفن:

$$\frac{^{o}C}{100} = \frac{(^{o}F - 32)}{180}$$

$$\frac{^{o}C}{100} = \frac{(104 - 32)}{180}$$

$$^{o}C = \frac{100\,(104 - 32)}{180} = 40\,^{o}C$$

$$K = {}^{o}C + 273.15$$

$$K = 40 + 273.15 = 313.15\ K$$

هل درجةُ حرارةِ زميلِه طبيعيةٌ؟

اختبر نفسك

1. درجةُ غليانِ الهيدروجين السائلِ (-252.9^{o} C) ما مقدارُ هذه الدرجةِ في كلٍّ من نظامِ فهرنهايت ونظامِ كلفن؟
2. من الأنظمة المستخدمة لقياس درجة الحرارة نظامي كلفن وسلسيوس، اكتب تشابهًا واحدًا واختلافًا واحدًا بين النظامين.

مُراجعةُ الدرسِ الثالث

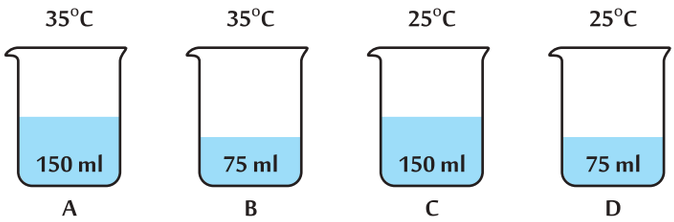
الأفكار الرئيسة:

- الطاقةُ الحراريةُ هي مجموعُ الطاقةِ الحركيةِ الكليةِ التي تَمتلكُها جميعُ جزيئاتِ/ذراتِ المادةِ معاً.
- الحرارةُ هي الطاقةُ الحراريةُ التي تنتقلُ بين مادتينِ متصلتينِ معًا نتيجةً لاختلافِ درجتي حرارةِ المادتينِ المتصلتينِ معًا.
- درجةُ الحرارةِ هي مقياسٌ لمتوسطِ الطاقةِ الحركيةِ لذراتِ أو جزيئاتِ المادةِ، وهي لا تَعتمدُ على عددِ جزيئاتِ/ ذرات المادةِ.
- عند تسخينِ المادةِ تَزدادُ سرعةُ جزيئاتِها / ذراتها فيزدادُ متوسطُ الطاقةِ الحركيةِ لها ؛وبالتالي يزدادُ مجموعُ الطاقةِ الحركيةِ الكليةِ التي تمتلكُها جميعُ جزيئاتِ / ذرات المادةِ.
- الاتِّزانُ الحراريُّ هو الحالةُ التي تَتساوى فيها درجتا الحرارةِ لجسمينِ أو مادتينِ أو نظامينِ مختلفينِ في درجاتِ الحرارةِ عندما يتصلانِ معًا ؛وذلك نتيجةَ انتقالِ الحرارةِ من الجسمِ ذي درجةِ الحرارةِ الأعلى إلى الجسمِ ذي درجةِ الحرارةِ الأدنى.
- فرقُ درجاتِ الحرارةِ بين جسمينِ مُتلامسينِ يُشكِّلُ العاملَ الأساس في انتقال الحرارة بين الجسمينِ.
- مقياسُ درجةِ الحرارةِ جهازٌ يُستخدَمُ لقياسِ درجةِ الحرارةِ ومبدأُ عملِه يَعتمدُ على خاصيةٍ فيزيائيةٍ للمادةِ المُستخدَمةِ في المقياسِ تَتغيَّرُ بشكلٍ واضحٍ ومُحدَّدٍ ومُنتظمٍ بِتغيُّرِ درجةِ الحرارةِ، كالتمدُّدِ الحراريّ أو التَّغيُّرِ في المقاومةُ الكهربائيةِ.
- مبدأُ مقياسِ الحرارةِ السائلِ يعتمدُ على التَّغيُّرِ المُنتظمِ في حجمِ السائلِ بِتَغيُّرِ درجةِ الحرارةِ.
- مبدأُ عملِ مقياسِ الحرارةِ الكهربائيّ يعتمد على التَّغيُّرِ المُنتظمِ في فرقِ الجهدِ الكهربائيّ أو المقاومةِ الكهربائيةِ بِتغيُّرِ درجةِ الحرارةِ.
- مبدأُ عملِ مقياسِ الحرارةِ الاشعاعيّ يعتمد على كشفِ الأشعةِ تحت الحمراءِ المُنبعثةِ من الجسمِ المرادِ قياسُ درجةِ حرارته.
- الصفرُ المطلقُ 0 K: هي درجةُ حرارةِ الغاز المحصور التي يَصلُ عندها ضَغْطُه نظريًا إلى الصفرِ، وتُعادل (-273.15^{o} C) وهي أدنى درجةِ حرارةٍ يُمكنُ أن تَصلَ إليها المادةُ نظريًا.
- أنظمةُ قياسِ درجاتِ الحرارةِ متعددةٌ أشهرُها الفهرنهايت والسلسيوس والكلفن؛ حيثُ يُمكنُ تحويلُ درجاتِ الحرارةِ من نظامٍ لآخرَ.

تَقويمُ الدرسِ الثالث

1. اختر رَمْزَ الإجابةِ الصحيحةِ في الأسئلةِ الآتيةِ:

أربعةُ أوعيةٍ تَحتوي كمياتٍ مختلفةً من الماءِ كما في الشكلِ، بالاعتمادِ على المعلوماتِ في الشكلِ أَجبْ عن السؤالينِ الأولِ والثاني:



1. أيُّ الأوعيةِ يَمتلكُ طاقةً حراريةً أكبرَ؟
   a. A
   b. B
   c. C
   d. D

2. أيٌّ من الأوعيةِ الآتيةِ تَنتقلُ بينهما الحرارةُ وفي أيِّ اتجاهٍ إذا ما تَلامَسا؟
   a. من A إلى B
   b. من B إلى A
   c. من A إلى C
   d. من C إلى A

3. ما هي درجةُ غليانِ الماءِ حَسَبَ مقياسِ كلفن؟
   a. 212 K
   b. 273.15 K
   c. 100 K
   d. 373.15 K

4. أيُّ درجاتِ الحرارةِ الآتيةِ تُمثِّلُ أقلَّ درجةِ حرارةٍ؟
   a. 0 k
   b. 0 °C
   c. 0 °F
   d. جميعُها متساويةٌ

5. ما العاملُ الذي يعتمدُ عليه حدوثُ اتّزانٍ حراريٍّ بين جسمينِ عند تَلامُسِهما معًا؟
   a. الطاقةُ الحراريةُ لكلٍّ من الجسمين.
   b. درجةُ حرارةِ كلٍّ من الجسمينِ.
   c. نوعُ مادةِ الجسمينِ.
   d. كتلةُ كلٍّ من الجسمينِ.

تابع تقويمُ الدرسِ الثالث

2. ما الخطأُ في هذه العبارةِ « إذا أُعطيتَ جسمين، فإن الجسمَ الذي درجةُ حرارته أعلى يمتلكُ طاقةً حراريةً أكبرَ»؟

3. طفلٌ درجةُ حرارته على مقياسِ كلفن 312 K أوجِدْ درجةَ حرارته حَسَبَ كلٍّ من نظامي سلسيوس وفهرنهايت؟ هل درجةُ حرارةِ الطفلِ طبيعيةٌ؟ عِلمًا بأن درجةَ حرارةِ الإنسانِ السليم ما بين ($36.5^{o}\,C - 37.5^{o}\,C$).

4. عَلِّلْ كلًّا من العباراتِ الآتيةِ:

a. حجمُ مقياسِ الحرارةِ (حجمُ السائلِ داخل مقياسِ الحرارةِ) يَجبُ أن يكونَ أصغرَ من حجمِ المادةِ المرادِ قياسُ درجةِ حرارتِها؟

b. عدمُ استخدامِ الماءِ المُلوَّنِ بدلاً من الزئبقِ في مقياسِ الحرارةِ السائلِ كونَه عديمَ التكلفةِ ويَتمدَّدُ بالحرارةِ.

5. أوجدْ درجةَ الحرارةِ التي تَتساوى عندها القراءة في نظامِ سلسيوس معها في نظامِ فهرنهايت.

6. اكتبْ اسمَ مقياسِ الحرارةِ الذي يَعتمدُ مبدأَ عملِه على كلٍّ من الخصائصِ الفيزيائيةِ الآتيةِ:

a. تَغَيُّرُ حجمِ السائلِ بِتَغَيُّرِ درجةِ الحرارةِ.

b. تَغَيُّرُ المقاومةِ الكهربائيةُ بِتَغَيُّرِ درجةِ الحرارةِ.

c. تَغَيُّرُ فرقِ الجهدِ الكهربائيِّ بِتَغَيُّرِ درجةِ الحرارةِ.

d. تَغَيُّرُ لونِ البلوراتِ السائلةِ بِتَغَيُّرِ درجةِ الحرارةِ.

7. قارنْ بين مقياسي الحرارةِ الزئبقي والكحولي حَسَبَ الجدولِ الآتي:

الخاصيةُ / المقياسُ	الدقةُ	درجةُ تَجَمُّدِهِ	درجةُ غليانِهِ	مدى درجاتِ الحرارةِ التي يَقيسُهَا	التَّكلِفَةُ
الزئبقي					
الكحولي					

تابع تقويمُ الدرسِ الثالث

8. كميتانِ من الكحولِ مختلفتانِ في الحجمِ ولكنَّ الطاقةَ الحراريةَ في كلٍّ منهما متساويةٌ، فهل تكونُ درجةُ حرارتهما متساويةً؟ وَضِّحْ ذلك؟

9. حوّلْ درجاتِ الحرارةِ الآتيةِ إلى أنظمةِ قياسِ الحرارةِ المطلوبةِ:

   a. 100 K إلى فهرنهايت.

   b. -50^{o} F إلى سلسيوس.

   c. 30^{o} C إلى كلفن.

10. يُستخدَمُ الأكسجينُ السائل في الصواريخِ وتبلغُ درجةُ غليانِه (-183^{o} C)، كم تبلغُ درجةُ غليانِه على مقياسي كلفن وفهرنهايت؟

11. استشارَكَ أحدُ الأشخاصِ لشراءِ مقياسِ حرارةٍ للاستخدامِ المنزليّ من أجلِ قياسِ درجةِ حرارةِ أطفالِه، اخترْ أسماءَ ثلاثةِ مقاييسَ تَنصحُ بها مُرتَّبةً حَسَبَ الأفضليةِ مُبينًا سببَ الاختيارِ؟

تقويم وحدة الفيزياء

1. اخترِ الإجابةَ الصحيحةَ في كل مما يأتي:

1. أيُّ الكمياتِ الآتيةِ يُسمّى كميةً مشتقةً؟

   a. شدة الإضاءة

   b. التيار الكهربائي

   c. الكثافة

   d. درجة الحرارة

2. أيُّ القِيَمِ الآتيةُ تُساوي 5 MW ؟

   a. 5×10^{-6} W

   b. 5×10^{6} W

   c. 5×10^{-3} kW

   d. 5×10^{-15} W

3. ما وِحدةُ قياسِ الكتلةِ حَسَبَ النظامِ الدوليِّ للوحدات؟

   a. g

   b. kg

   c. Mg

   d. mg

4. أيُّ الكمياتِ الفيزيائيةِ الآتيةِ كميةٌ قياسيةٌ؟

   a. الإزاحة.

   b. القوة.

   c. التسارع.

   d. الطاقة.

تابع تقويم وحدة الفيزياء

5. ركلَ لاعبٌ كرةَ القدمِ بزاويةِ 50^{o} فوق مِحورِ (x) السالبِ بسرعةِ 20 m/s . ما مِقدارُ المركبةِ الأفقيةِ لسرعةِ الكرةِ بوحدةِ (m/s)؟

a. $20 \sin 130^{o}$

b. $20 \cos 130^{o}$

c. $20 \sin 50^{o}$

d. $20 \cos 50^{o}$

6. في أيٍّ من الحالاتِ الآتيةِ تَتَساوى إزاحةُ الجسمِ مع المسافةِ التي يَقطعُها؟

a. جسمٍ تَحرَّكَ على مُحيطِ دائرةٍ بمقدارِ نِصفِ دورةٍ.

b. جسمٍ تَحرَّكَ على مُحيطِ دائرةٍ بمقدارِ دورةٍ كاملةٍ.

c. جسمٍ تَحرَّكَ في خطٍّ مستقيمٍ إلى الشرقِ مسافةَ (2d) ثم إلى الغربِ مسافةَ (d).

d. جسمٍ تَحرَّكَ في خطٍّ مستقيمٍ إلى الشرقِ مسافةَ (d).

7. إذا شَكّلتْ أربعةُ مُتجهاتٍ متساويةً في المقدارِ مقدارُ كلٍّ منها A شكلًا رباعيًا مغلقًا، عند جمعِها بيانيًا. ما مقدارُ مُحصلةِ تلك المُتجهاتِ؟

a. 4A

b. 2A

c. A

d. 0

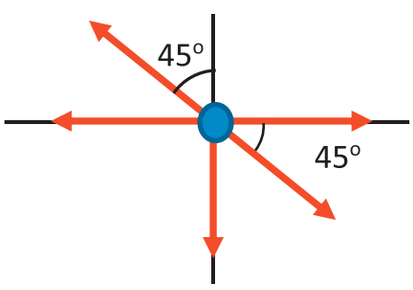
8. قوتانِ مُتعامدتانِ محصلتهما 10 N ومقدارُ القوةِ الأولى 6 N ، ما مقدارُ القوةِ الثانيةِ؟

a. 16 N

b. 4 N

c. 8 N

d. 2 N



تابع تقويم وحدة الفيزياء

9. قاربٌ سُرعتُهُ 15m/s باتجاهِ الشرقِ في المياهِ الساكنةِ، ما مقدارُ واتجاهُ مُحصلةِ سُرعةِ القاربِ إذا تَحركَ في عَكْسِ اتجاهِ مَجرى نهرٍ سُرعةُ مياهِهِ 10m/s باتجاهِ الغربِ.
   a. 25m/s باتجاهِ الغربِ.
   b. 25m/s باتجاهِ الشرقِ.
   c. 5m/s باتجاهِ الغربِ.
   d. 5m/s باتجاهِ الشرقِ.

10. تُؤثرُ في جسمٍ خَمسُ قُوىً مُتساويةٍ في المقدارِ وفي اتجاهاتٍ مختلفةٍ كما في الشكلِ، في أيِّ اتجاهٍ يَتحركُ الجسمُ؟
   a. الشرق.
   b. الجنوب.
   c. الغرب،
   d. الجنوب الشرقي.

11. أيُّ العباراتِ الآتيةِ صحيحةً فيما يتعلقُ بتزويدِ الأجسامِ بالطاقةِ الحراريةِ؟
   a. تَقِلُّ كميةُ الحرارةِ اللازمةِ لتسخينِ الجسمِ بزيادةِ الفرقِ بين درجتي حرارته الابتدائيةِ والنهائيةِ.
   b. تَقِلُّ كميةُ الحرارةِ اللازمةِ لتسخينِ الجسمِ بزيادةِ السعة الحراريةِ النوعيةِ لمادته.
   c. تزدادُ السعةُ الحراريةُ النوعيةُ لمادةِ الجسمِ بزيادةِ كتلتِه.
   d. تزدادُ السعةُ الحراريةُ للجسمِ بزيادةِ السعةِ الحراريةِ النوعيةِ لمادتِه.

12. ما مقياسُ درجةِ الحرارةِ الذي يتميَّزُ بإمكانيةِ استخدامِه دونَ الحاجةِ إلى اتصالِه مع الجسمِ المرادِ قياسُ درجةِ حرارتِه؟
   a. مقياسُ البلوراتِ السائلةِ.
   b. مقياسُ الحرارةِ الإشعاعيِّ.
   c. المزدوجُ الحراريُّ.
   d. مقياسُ المقاومةِ الكهربائيُّ.

تابع تقويم وحدة الفيزياء

13. ما هي درجةُ تَجمُّدِ الماءِ حَسَبَ مقياسِ فهرنهايت؟

a. 0 °F

b. 273.15 °F

c. 212 °F

d. 32 °F

14. أيٌّ مما يأتي تُوصفُ بأنها خاصيةٌ تُحددُ انتقالِ اتجاه الحرارةِ من جسمٍ إلى آخرَ؟

a. الطاقةُ الحراريةُ.

b. الاتزانُ الحراريُّ.

c. السعةُ الحراريةُ.

d. درجةُ الحرارةِ.

15. تنخفض درجةُ حرارةِ الجوِّ أحيانًا في الأيامِ الباردةِ إلى 10 oC، كم تُكافئُ هذه الدرجةُ على مقياسِ كلفن؟

a. 263.15 K

b. 273.15 K

c. 283.15 K

d. 373.15 K

2. بِمَ يمتازُ النظامُ الدوليُّ للوِحداتِ عن غيرِه من الأنظمةِ الأخرى للوِحدات؟

3. اِشتقَّ وحدةَ كلٍّ مما يأتي:

a. طاقةُ الحركةِ $K.E = \frac{1}{2} mv^2$ حيث m: الكتلة ، v : السرعة

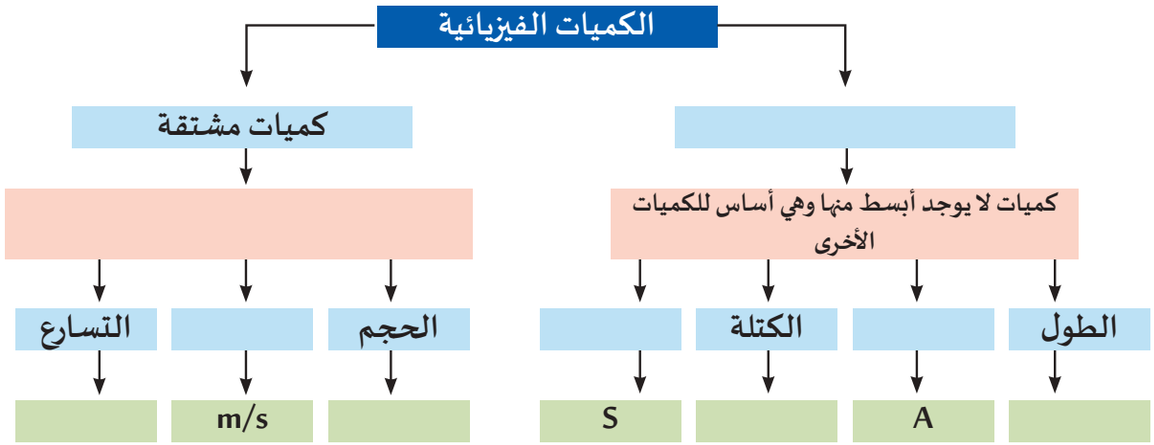
b. القدرةُ الكهربائية $P = I V$ حيث I: التيارُ الكهربائي ، $V = IR$ حيث: R المقاومةُ الكهربائية ووِحدتُها أوم (Ω) في النظام الدولي.

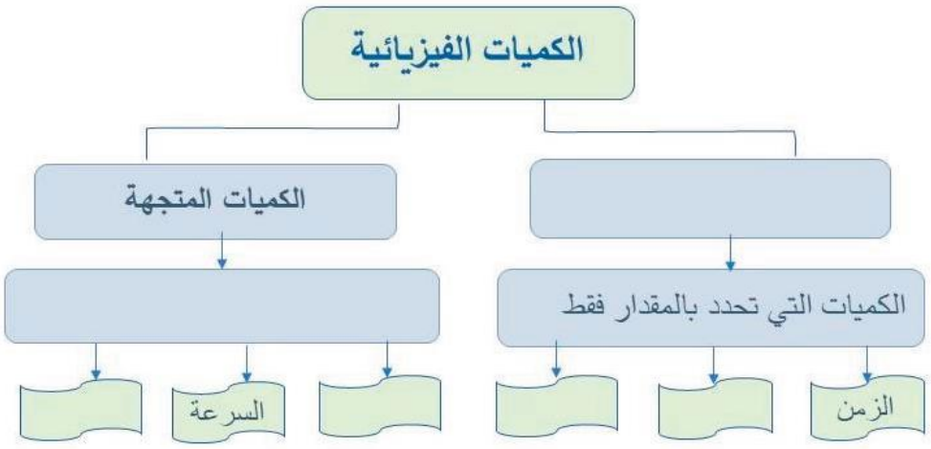
c. ثابتُ الجاذبية G في العلاقة $F = \frac{G m_1 m_2}{d^2}$

حيث m: الكتلة ، d: المسافة ، F : القوة (وتقاس بوحدة نيوتن N في النظام الدولي).

تابع تقويم وحدة الفيزياء

4. أكمِلِ الخرائط المَفاهيمية الآتية:





5. حَوِّلِ الكمياتِ المبينةَ في الجدولِ الآتي إلى البادئاتِ المقابِلةِ لكلِّ كميةٍ منها:

الكمية الفيزيائية	الوحدة المعطاة	الوحدة المطلوبة
الكتلة	0.0538 kg	mg
السرعة	108 km/h	m/s
فرق الجهد الكهربائي	2.6×10^5 V	MV

تابع تقويم وحدة الفيزياء

6. مُكعبٌ زجاجيٌّ طولُ ضِلْعِهِ 2.5 cm، اِحسبْ ما يأتي، ثم عَبِّرْ عن النتيجةِ بالصيغةِ القياسيةِ عِلمًا بأن كثافةَ الزجاجِ $2.4\ g/cm^3$:

a. حجمُ المكعبِ بوحدة m^3؟

b. كتلةُ المكعبِ بوحدة kg؟

7. أعدْ كتابةَ الفِقرةِ الآتيةِ، مستخدمًا الصيغةَ القياسيةَ في التعبيرِ عن الأرقام.

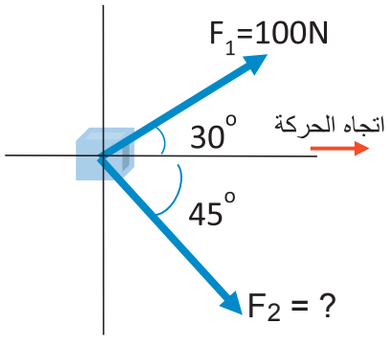
«كوكبُ المريخِ رابعُ الكواكبِ من حيثُ البُعد عن الشمس، متوسطُ بُعده عن الشمسِ يساوي 228,000,000 km تقريبًا، يبلغُ قُطْرُكوكبِ المريخ 6791 km، وتُعادلُ كتلتُه 0.000,000,322 من كتلةِ الشمس.»

8. أثَّرتْ قُوتانِ F1 ، F2 في جسمٍ حُرِّ الحركةِ كما في الشكلِ المُجاورِ؛ فتحركَ الجسمُ باتجاهِ مِحورِ (x) المُوجبِ.

أَوجِدْ:

a. مقدارَ القوة F2

b. مقدارَ مُحصلةِ القوتينِ.



9. أَكملْ بَياناتِ الجدولِ الآتي المُتعلقةِ بتحليلِ المُتجهاتِ:

مقدارُ المُتجهِ	اتجاهُ المُتجهِ (الزاوية θ بين المُتجهِ ومِحورِ x الموجبِ)	المركبةُ الأفقيةُ	المركبةُ العموديةُ
50 N	0^o		
8 m/s			-8 m/s
	240^o	-50 m	
		$7\ m/s^2$	$7\ m/s^2$

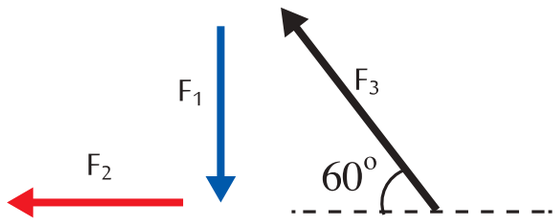
10. قُوتانِ مقدارُكلٍّ منهما F، ومقدارُ مُحصلتِهما يُساوي F. أجبْ عما يأتي:

a. اِحسبْ مقدارَ الزاويةِ بين القوتينِ.

b. حَدِّدِ اتجاهَ المُحصلةِ.

تابع تَقويمُ وحدة الفيزياء

11. أوجِدْ مِقدارَواتجاهَ مُحصلةِ القُوى المُمَثلَةَ في الشكلِ بَيانيًّا.



12. صِفْ تركيبَ الشريطِ ثُنائي الفِلِزّ، مُوضحًا استخداماتِه وطريقةَ عملِه. ثم فسّرْ سببَ انحنائِه بالاعتمادِ على نموذجِ الحركةِ الجزيئيةِ للمادةِ.

13. أذكرْ ثلاثَ نقاطٍ يجبُ مراعاتُها عند تصميمِ مقياسِ الحرارةِ السائلِ؟

14. عَلِّلْ كلًّا من العباراتِ الآتيةِ:

a . عمليةُ معايرةِ مقياسِ الحرارةِ الزئبقيّ أو الكحوليّ سهلةٌ نسبيًا.

b. لا يصلحُ مقياسُ الحرارةِ الكحوليّ لقياسِ درجةِ غليانِ الماءِ.

c. عند استخدامِ مقياسِ الحرارةِ السائلِ ننتظرُ فترةً قليلةً من الزمنِ قبل أخذِ القراءةِ.

15. هل يُؤثّرُ تَمدُّدُ مادةِ الساقِ الزجاجيةِ في مقياسِ الحرارةِ السائلِ في دقةِ قراءةِ المقياسِ؟ وضح ذلك.

16. قِيسَتْ درجةُ حرارةِ شخصٍ، فوُجدتْ 102° F. إذا علمتَ أن درجةَ حرارةِ الإنسانِ السليمِ تقع بين (36.5° C و 37.5° C) هل درجةُ حرارةِ الشخصِ طبيعيةً أم لا؟

17. ما هو مقياسُ الحرارةِ الأنسبُ لقياسِ كلٍّ مما يأتي:

a. درجةُ حرارةِ شخصٍ مريضٍ.

b. درجةُ تَجَمُّدِ الأكسجين (-218° C).

c. درجةُ حرارةِ قطعةٍ معدنيةٍ في آلةٍ حراريةٍ درجةُ حرارتِها 300° C.

d. درجةُ غليانِ الألومنيوم 2470° C.

18. أَوجِدْ درجةَ الحرارةِ التي تكونُ عندها قراءةُ مقياسِ الحرارةِ الفهرنهايت مثلي قراءةِ مقياسِ الحرارةِ السلسيوس.

19. حوّلْ درجاتِ الحرارةِ الآتيةِ إلى أنظمةِ قياسِ الحرارةِ المطلوبةِ:

a. درجةُ غليانِ الماءِ على قمةِ افريست 70°C إلى فهرنهايت.

b. متوسطُ درجةِ الحرارةِ على سطحِ القمرِ نهارًا 98°C إلى كلفن.

20. ناقشْ مدى صحةِ هذه العبارةِ " الحرارةُ هي مقياسٌ للطاقةِ الحراريةِ ".

وحدة الكيمياء

محتويات الوحدة:

الـدرس الأول: 2-1 الجَدْوَلُ الدَّوْرِيُّ لِلْعَنَاصِرِ
Periodic Table Of Elements

الدرس الثاني: 2-2 التَّركيبُ الإلِكترونيّ وتَصْنيفُ العَناصِرِ
Electronic configuration and Classification of Elements

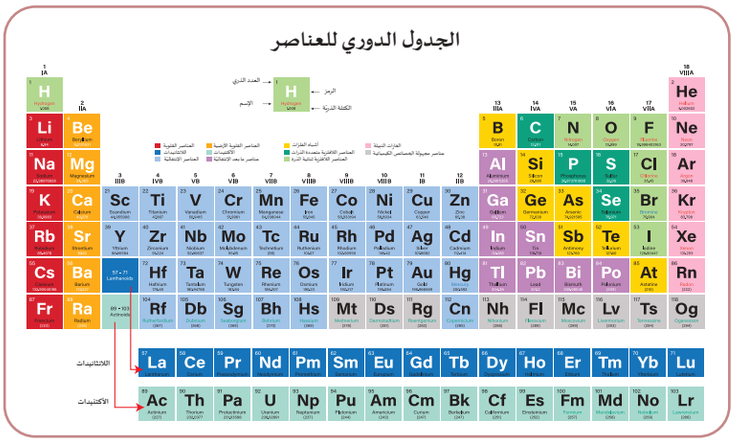
الدرس الثالث: 2-3 تَدَرُّجُ خواصّ العَناصِرِ.
Trend in properties of elements

الدرس الرابع: 2-4 النَّشَاطُ الكِيمْيَائِيُّ لِلعَنَاصِرِ.
Chemical reactivity of elements

الجَدْوَلُ الدَّوْرِيُّ لِلْعَنَاصِرِ
Periodic Table of Elements

الدَّرسُ الأوَّلُ 1-2

واصلَ الإنسانُ اكتشافَه العناصرَ مُنذُ القِدم، ومع تطوُّرِ معرفةِ العلماءِ عن المكوناتِ الأساسيةِ للذرَّاتِ، واكتشافِهم للكثيرِ من العناصرِ، وملاحظتِهم للتشابُهِ بينها في بعض الصِّفاتِ واختلافِها في صفاتٍ أخرى، فقد تركَّزت الجهودُ لترتيب هذه العناصر وِفقَ صفاتِها وخواصِّها. فما الجُهودُ التي بذلَها العلماءُ لكي يتمكنوا من وضعِ العناصرِ جميعِها في جَدولٍ واحد؟ وكيف تَتَدرَّجُ العناصرُ في خواصِّها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ؟



التَّجارِبُ والأنشِطة

1-1 جَدولُ مِندليف.

2-1 ترتيبُ العناصرِ وِفقَ أُسلوبِ مِندليف.

3-1 الجَدولُ الدَّوريُّ للعناصرِ.

مُخرَجاتُ التَّعلُّمِ

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- يتعرَّفُ جَدولَ مِندليف الدَّوْريّ، بوصفِهِ وسيلةً لتصنيفِ العَناصِرِ وفقًا لخَصائِصِها.
- يُجري نشاطًا لمحاكاةِ اشتقاقِ جَدولِ مِندليفَ الدوريّ، باستخدامِ معلوماتٍ عن العناصرِ المعروفةِ حتَّى عامِ 1869.
- يستنتجُ أنَّ العناصرَ ذاتِ الخصائصِ المتشابهةِ مرتَّبةٌ في أعمدةٍ في الجَدولِ الدَّوريّ، وأنَّ خصائصَ العناصرِ تتغيرُ تدريجيًّا خلالَ الصُّفوفِ.
- يربطُ التصنيفَ الدَّوريَّ الحديثَ بالتركيبِ الإلكترونيّ للعناصرِ. ويشرحُ من خلالِ النظائرِ كيف أدَّى هذا إلى تغيُّرِ الترتيبِ الذي اقترحَهُ مِندليف، وإلى اكتشافِ عناصرَ ما بعدَ اليورانيوم.

المُفرَداتُ الرَّئيسَةُ

جَدولُ مِندليف	Mendeleev's Table
الجَدولُ الدَّوريُّ	Periodic Table
الكُتلةُ الذَرِّيّةُ	Atomic mass
مجموعةٌ	Group
دَورةٌ	Period
دَوريٌّ	Periodic
الدَّوريةُ	Periodicity
العناصرُ المُمَثِّلةُ	Representative elements
الفِلِزَّاتُ القَلَويَّةُ	Alkali Metals
الفِلِزَّاتُ القَلَويَّةُ الأرضيَّةُ	Alkaline Earth Metals
الهالوجيناتُ	Halogens
العناصرُ النَّبيلةُ	Noble Gases
العناصرُ الانتقاليَّةُ الرَّئيسةُ	Main Transition elements
العناصرُ الانتقاليَّةُ الداخليَّةُ	Inner Transition elements
النظائرُ	isotopes
النشاطُ الإشعاعيُّ	Radioactivity

بلغ عدد العناصر المعروفة في عام 1861م حوالي 61 عنصرًا، وكان على علماء الكيمياء أن يتعرفوا على خواص تلك العناصر بالإضافة إلى المركبات العديدة التي يكوّنها كل عنصر منها. ولكن ذلك يبدو صعبًا لأنه لم يكن لدى العلماء طريقة موحدة لقياس الكتل الذرية للعناصر المختلفة، أو لتحديد عدد ذرات كل عنصر في مركب كيميائي معين، بل كان لكل عنصر معروف أكثر من كتلة ذرية؛ ما أدى إلى تقديم مقترحات عدة من قبل الكيميائيين حول كيفية ترتيب هذه العناصر.

نشاط 1-1	جَدْوَلُ مِندليف
الهدف:	**يجري محاكاة لاشتقاق جَدول مِندليف**
المواد الأدوات:	**بِطاقاتٌ ملوَّنةٌ، و أقلامٌ ملوّنةٌ**

خُطُواتُ العملِ:

1. أُرسُمْ جَدولًا على ورقةٍ بيضاءَ؛ بحيثُ يحتوي الجَدولُ على 3 صفوفٍ أُفُقيَّةٍ، و3 أعمدةٍ رأسيَّةٍ.
2. أُدرُسِ البِطاقاتِ الَّتي يوزِّعُها المعلِّمُ على المجموعاتِ والتي تحملُ كلٌّ منها البياناتِ الخاصةَ بكُلِّ عُنصرٍ؛ مِثلَ: العَدَدِ الذَرِّيِّ، ودرجاتِ الانصهارِ، ودرجاتِ الغليانِ، والنشاطِ الكيميائيِّ.
3. تعاونْ مع زملائكَ في المجموعةِ في ترتيبِ البِطاقاتِ في مربعاتِ جَدولٍ فارغٍ حسَبَ التَّشابُهِ في خواصِّها، وكذلكَ حسَبَ التدرُّجِ في خواصِّها.

التَّحليلُ :

1. هلْ وجدتَّ نمطًا متكرِّرًا من الخواصِّ في الجَدولِ؟
2. هلْ تركتَ فراغاتٍ في الجَدولِ؟
3. بافتراضِ أنَّ هناكَ عُنصرًا لم يكنْ معروفًا في وقتِ وضْعِ الجَدولِ، كيفَ تتوقَّعُ خصائصَهُ؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

.....

.....

الجَدول الدَّوريّ لِمندليف Mendeleev's Table

تمَّ تكريمُ العالِمِ الكيميائيِّ الروسيِّ ديمتري مِندليف بعد مرورِ 150 عامًا مُنذُ أَعلَنَ في عام 1869م عن أوَّلِ جَدولٍ دوريٍّ يتمُّ فيهِ ترتيبُ العناصرِ الكيميائيةِ المكتشفةِ في ذلك الوقتِ، وكان عَدَدُها 63 عُنصرًا. انظر الشَّكلَ (1-1)؛ الذي يحوي مجسَّمًا ضخمًا لِمندليفَ وجَدولِهِ.

الشكل 1-1 : مُجسّمٌ ضخْمٌ للجَدول الدَّوري في سلوفاكيا تكريمًا للعالِم مِندليف

فقد أعدَّ العالِمُ الكيميائيُّ مِندليف قائمةً بالعناصرِ الكيميائيةِ الَّتي كانت معروفةً آنذاكَ، وقامَ بجمعِها في جَدولٍ سُمِّيَ فيما بعدُ بجَدولِ مِندليف، أو الجَدولِ الدَّوريّ لِمندليف، واعتمدَ في ترتيبِه على التدرُّجِ في **الكُتلةِ الذَرِّيَّةِ** لهذهِ العناصرِ. انظر الشَّكلَ (1-2).

الجَدول الدَّوري لِمندليف

مجموعة / دورة	1	2	3	4	5	6	7	8
1	H: 1							
2	Li: 7	Be: 9,4	B: 11	C: 12	N: 14	O: 16	F: 19	
3	Na: 23	Mg: 24	Al: 27,3	Si: 28	P: 31	S: 32	Cl: 35,5	
4	K: 39	Ca: 40	?: 44	Ti: 48	V: 51	Cr: 52	Mn: 55	Fe: 56, Co: 59, Ni: 59
5	Cu: 63	Zn: 65	?: 68	?: 72	As: 75	Se: 78	Br: 80	
6	Rb: 85	Sr: 87	?Yt: 88	Zr: 90	Nb: 94	Mo: 96	?: 100	Ru: 104, Rh: 104, Pd: 106
7	Ag: 108	Cd: 112	In: 113	Sn: 118	Sb: 122	Te: 128	J: 127	
8	Cs: 133	Ba: 137	?Di: 138	?Ce: 140				
9								
10			?Er: 178	?La: 180	Ta: 182	W: 184		Os: 195, Ir: 197, Pt: 198
11	Au: 199	Hg: 200	Tl: 204	Pb: 207	Bi: 208			
12				Th: 231		U: 240		

الشكل 1-2: الجَدول الدَّوري لِمندليف

حيثُ قام مِندليفُ بمحاولاتٍ عِدَّةٍ لتصنيفِ العناصرِ، بعد أنْ لاحظَ تشابُهًا في بعض صفاتِها. فبدأ بكتابةِ أسماءِ العناصرِ المكتشفةِ آنذاك على بِطاقاتٍ، وكتَبَ بجانبِ كُلِّ عُنصُرٍ بعضَ الخصائصِ الثَّابتةِ المعروفةِ عنه، مِثلَ: درجةِ الانصهارِ، والكثافةِ، واللونِ، والكُتلةِ الذَرِّيَّة، وكذلك عددِ الروابطِ التي يستطيعُ العُنصرُ تكوينَها. وَقَدْ لاحظَ أنّ هناك نمَطًا محدَّدًا يتكرَّرُ من خلالِ ترتيبِ هذه العناصرِ حسَبَ الزِّيادةِ في الكُتلةِ الذَرِّيَّة، ممّا يعني أنَّ العُنصُرَ له الخاصِّيةُ نفسُها التي يمتلكُها العُنصرُ الذي يقَعُ في العمودِ نفسِه من الجَدول الدَّوريّ، سواءٌ أكانَ فوقَه أم تحتَه. فوجدَ مِندليفُ أنَّ هناكَ صفاتٍ محدَّدةً تتكرَّرُ بَعْدَ عَددٍ معيَّنٍ من العناصرِ، وبترتيبِ العناصرِ في خطٍّ مستقيمٍ:

Li , Be , B , C , N , O , F , Na , Mg , Al , Si , P , S , Cl , K , Ca

اختبر نفسك

ما المهاراتُ التي اعتمدَ عليها مِندليف في تصنيفِ العناصر؟

حيثُ وجَدَ أنَّ بعضَ الصفاتِ تتشابهُ وتتكرَّرُ في الليثيوم(Li) والصوديوم (Na) والبوتاسيوم(K)؛ لذلك وضعَها في عمودٍ واحدٍ، ووجَدَ أيضًا أنَّ هُناك تشابهًا كبيرًا في الصفاتِ بين البريليوم (Be) والماغنسيوم (Mg) والكالسيوم (Ca) ، وكذلك يتشابهُ البورون (B) مع الألومنيوم (Al) ، والنيتروجين(N) مع الفوسفور (P)، والأكسجين(O) مع الكبريت (S)، والفلور(F) مع الكلور (Cl)، وقد قادَهُ ذلك إلى وضْعِ العناصرِ المتشابهةِ بعضَها تحتَ بعضٍ. كما هو موضّحٌ في الجَدول(1-1).

Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca					

الجَدول 1-1: ترتيب بعضِ العناصر في الجَدول الدوري لِمندليف

وأطلقَ على الجَدولِ كلمةَ دَوري **Periodic**، لأنّ خواصَّ العناصرِ تتكرَّرُ بشَكلٍ دوريٍّ في كلِّ صفٍّ أُفُقي (وهذا ما يُسمَّى الدَّوريّة **Periodicity** في صفاتِ العناصرِ) وعلى الرُّغم من وجودِ علماءَ آخرِينَ قاموا بوضعِ جداولَ مشابهةٍ لجَدول مِندليف، إلّا أنّ مِندليفَ كانَ أوَّلَ مَنْ أعلنَ عن جَدْولِه.

وعلى الرُّغم من هذا لم يكنْ جَدول مِندليف مكتملًا؛ لأن ترتيبَ العناصرِ فيه اعتمدَ على زيادة الكتلةِ الذَرِّيَّةِ للعناصرِ، فلمْ يستطعْ تفسيرَ عدمِ وجودِ بعضِ العناصرِ، وكذلك لم يفسرْ سببَ تدرُّجِ الخواصِّ الكيميائيةِ للعناصرِ. وقد تركَ هذا الترتيبُ ثلاثةَ فراغاتٍ بجَدوله؛ حيثُ أخبرَ مِندليفُ أنَّ هذهِ الفراغاتِ ستُملأ بعناصرَ سيتمُّ اكتشافُها فيما بعد، ومن خلالِ موقعِ هذه العناصرِ في جَدولِه استطاعَ أن يبيّنَ خواصَّ كُلٍّ منها وخصائصِها الفيزيائيةِ ويشار إلى هذه العناصر بالرمز «?»، انظر الجَدول(1-2).

الفراغ بين العناصر	اسم العُنصر وفق مِندليف		الكتلة الذَرِّيَّة		الكثافة g/cm^3		درجة الانصهار °C	
	قبل الاكتشاف	بعد الاكتشاف	المتوقعة	الصحيحة	المتوقعة	الصحيحة	المتوقعة	الصحيحة
Al ? In	شبيه الألومنيوم	جاليوم	68	69.72	5.9	5.95	قليلة	29.8
Si ? Sn	شبيه السِّيليكون	جرمانيوم	72	72.59	5.5	5.35	عالية	937
B ? Y	شبيه البورون	سكانديوم	44	44.96	3.5	3	عالية	1538

الجَدول 1-2: توقُّع مِندليف لمواقع بعضِ العناصر وخصائصِها الفيزيائية

لاحِظْ من خِلال الجَدولِ التقاربَ الكبيرَ بين ما توقَّعه مِندليفُ لخواصِّ هذه العناصرِ الثلاثةِ التي لم تكنْ مُكتَشفةً في ذلك الوقت، ولكنه حَجَزَ لها مكانًا في جَدوله إلى أنْ يتمَّ اكتشافُها.

وبعد مرورِ سنواتٍ عدةٍ على جَدول مِندليف، استطاع الكيميائيون اكتشافَ العناصر الثلاثةِ المفقودة من الجَدول؛ وهي السكانديوم، والجاليوم، والجرمانيوم. وكانت خواصُّها تشبه ما ذكرَه مِندليفُ عنها إلى حدٍّ كبير.

نشاط 2-1

ترتيبُ العناصرِ وِفْقَ أُسلوبِ مِندليف

الهدف: يتتبَّعُ أُسلوبُ مِندليف في ترتيبِ العناصر.

المواد الأدوات: بِطاقاتٌ عليها مقطعٌ من الجَدول الدَّوريّ للعناصر.

خُطُواتُ العملِ:

أُدرُس وزميلَك بَطاقةَ الجَدول الدَّوريّ التي أحضرَها لك معلمُك، كما هو مبيَّنٌ في الشَّكلِ.

H									
Li	^{9}Be					B	^{12}C	N	O	^{19}F
^{23}Na						^{27}Al		^{31}P	^{32}S	
K	^{40}Ca					Ga	^{72}Ge	As		^{80}Br
Rb	Sr					In	Sn	Sb	^{127}Te	I

التَّحليلُ :

1. لديك جزءٌ من الجَدول الدَّوريّ يحتوي على فراغاتٍ لعناصرَ غيرِ مكتشَفة، اتَّبِعْ أُسلوبَ مِندليف للتَّنبؤ بخواصِّ هذه العناصرِ وكُتَلِها الذَرِّيّة، ثم ضعْ رمزَ العُنصر الافتراضيّ الذي يناسبُ كلَّ فراغٍ. عِلمًا بأنَّ العددَ الكُتْليَّ للعناصرِ الافتراضيةِ الآتيةِ هو:

^{28}X ، ^{35}Z ، ^{24}Y ، ^{79}L

2. ما نِقاطُ القُوَّةِ في جَدول مِندليف؟ وما نِقاطُ الضَّعفِ فيهِ؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

.....

.....

يُمكنُ تلخيصُ نِقاطِ القُوَّةِ ونِقاطِ الضعفِ في جَدول مِندليف للعناصرِ، كما هو موضح في الجدول (1-3).

نِقاطُ القُوَّةِ	نِقاطُ الضَّعفِ
صحَّحَ الكتل الذَرِّيّة لبعض العناصر والتي كانت مُقدَّرةً خطأً في السابق؛ فمثلًا تنبَّأَ بقيمةِ الكُتلةِ الذَرِّيّة للبريليوم 9، وقدْ وجدَ فيما بعد أنَّ الكُتلةَ الصحيحةَ هي 9.01.	أخَلَّ بالترتيب التصاعُديّ لبعض العناصرِ؛ فوضَعَها في أماكنَ غيرِ صحيحةٍ.
ترَكَ أماكنَ فارغةً لعناصرَ جديدةٍ تَوَقَّعَ اكتشافَها بعد أنْ حدَّدَ قِيَم كُتَلِها الذَرِّيّة وخواصَّها؛ مثلَ: عُنصُرٍ مجهولٍ سمَّاه (إيكا سيليكون)، أيْ شبيه السيليكون، وقد تم اكتشافُه عام 1886م، وأُطلِقَ عليه اسمُ الجرمانيوم، وكانت له الخواصُّ نفسُها التي توقَّعَها مِندليفُ.	وضَعَ أكثرَ مِنْ عُنصُرٍ في مربَّعٍ واحدٍ؛ مثلَ: النيكل، والكُوبالت. لم يفسِّر سبب تدرج الخواص الكيميائية.
	لم يتطرَّقْ جَدولُ مِندليف إلى العناصرِ النَّبيلةِ؛ لأنَّها لم تكنْ معروفةً حينَها. ولم يتطرَّقْ إلى النظائرِ؛ لأنَّها لم تكنْ معروفةً أيضًا في ذلك الوقتِ.

الجَدول 1-3: نقاط القوة والضعف في جدول مندليف

اختبر نفسك

ماذا تَعني الدَّوريّة في صفاتِ العناصرِ؟

الجَدول الدَّوريّ الحَديثُ Modern Periodic Table

في ضوءِ المستجداتِ والحقائقِ العلمية الجديدةِ أصبح جَدولُ مِندليف بحاجة إلى تعديلٍ؛ حيثُ يحتوي الجَدولُ الدَّوريُّ الحديثُ على العناصر الكيميائيّة التي تم اكتشافُها حتى الآن، ويختلفُ عن جَدول مِندليف من حيثُ ترتيبُ العناصر، وشكلُ الجَدول نفسُه، فإذا دقَّقتَ النظرَ في الجَدول الدَّوريّ الحديث، ستجد أن آخرَ عمود من العناصر لم يكن موجودًا في جَدول مِندليف، هذا العمود يضم الغازاتِ النبيلةَ؛ وهي عناصر غازيةٌ في الهواء الجوي ليس لها لون أو رائحة، ولم يتم التعرفُ إليها في زمن مِندليف؛ لأنها لا تكوّن مركبات معروفة.

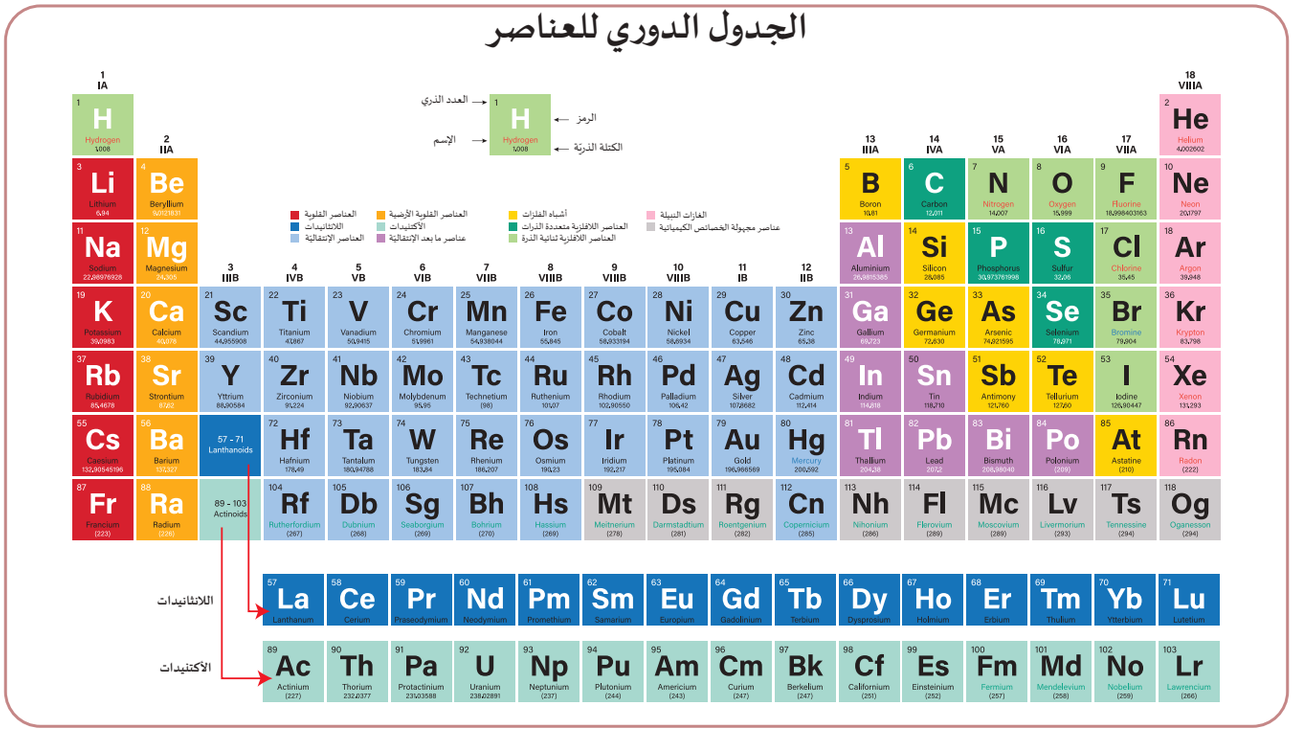
وعندما تم اكتشاف هذه العناصر فيما بعد، وُجدَ أن الكتلةَ الذَرِّيّة لعُنصر الأرْجون أكبرُ بقليل من الكتلة الذَرِّيّة لعُنصر البوتاسيوم، والذي يقع في المجموعة الأولى من الجَدول الدَّوريّ، في حين أن الأرْجون ينتمي إلى مجموعة العناصر النبيلة، وهذا يعني وجودُ عُنصرَين في جَدول مِندليف وُضِعا في المكان غير المناسب وفقًا لمبدأ تزايد الكتلة الذَرِّيّة للعناصر؛ حيث إنَّ الأرْجون يسبِق البوتاسيوم في جَدول مِندليف مع

أن كتلته الذَرّيّة أكبر، وكذلك اكتشافُ النظائر (التي سيتم دراستها لاحقًا) لعددٍ من العناصر الكيميائية، والتي لم يكن لها مكانٌ في جَدول مِندليف؛ مما دفع العلماء إلى اعتماد مبدأ آخَر لترتيب العناصر في الجَدول الدَّوريّ وهو تزايدُ العددِ الذَرّيّ.

وفي عام 1913م، تمكَّن العالم مُوزِلي من خلال دراسة الأشعة السينية إلى إيجاد علاقةٍ بين طاقة الأشعة السينية (أشعة X) وموقع العُنصر في الجَدول الدَّوريّ؛ حيث أعطى مُوزِلي كُلَّ عُنصر رقمًا متسلسلًا، فالعُنصر الذي يُنتِج أشعةً سينيةً ذاتَ طاقة أقل يُعطَى رقمًا أقل، وأطلق مُوزِلي على هذا الرقْم العددَ الذَرّيّ؛ ولذلك يأخذ الهيدروجين رقم 1، والهيليوم رقم 2، والليثيوم رقم 3، وهكذا، وبذلك يتطابق رقْمُ العُنصر مع موقعِه المتسلسِلِ في الجَدول الدَّوريّ، مما يعني الوصولَ إلى النتيجة الآتية: **تظهر الدَّوريَّة في صفات العناصر إذا رُتِّبَتْ حسَبَ تسلسُلِ أعدادِها الذَرّيّة**، وتبيَّنَ للعالِم مُوزِلي أن العددَ الذَرّيّ يُمَثِّلُ عددَ البُروتوناتِ في النواة.

وقد اكتملَ الجَدولُ الدَّوريّ للعناصر في وقتنا الحالي، عندما قام **الاتحادُ الدولي للكيمياءِ البحتةِ والتطبيقيةِ IUPAC** بإضافة أربعةِ عناصرَ جديدةٍ في عام 2015م، حتى وصل عَدَدُ العناصر الموجودة في الجَدول الدَّوريّ الحديث إلى 118 عُنصرًا. وقد توالَتْ اكتشافاتُ العناصر وتصنيعُها حتى أصبحَ الجَدولُ الدَّوريُّ الحديثُ، كما هو موضَّح في الشكل (1-3).

أطلقت الأممُ المتحدة على عامِ 2019م اسمَ «**العامُ العالميُّ للجَدولِ الدَّوريّ**»، باعتبارِه أحَدَ أهمِّ الإنجازاتِ التي شهدتْها العلومُ الحديثة، ولما لهُ مِنْ أثرٍ بارزٍ في تطوُّرِ العلمِ والتَّقْنيةِ الحديثة، وبناءً على دوره في توفير الحلولِ العلمية للتحدّياتِ العالميةِ في مجالات الطَّاقةِ، والتَّعليمِ، والزِّراعةِ، والصِّحَّةِ، وتعزيزِ التنميةِ المُستدامَةِ في هذه المجالاتِ.



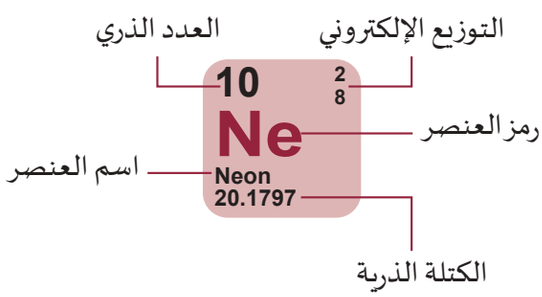
الشكل 1-3 : الجَدولُ الدَّوريُّ الحديثُ

نشاط 3-1	
	الجَدولُ الدَّوريُّ للعناصرِ
الهدف:	يصمِّمُ جَدولا دوريًّا لعددٍ من العناصر.
المواد الأدوات:	بِطاقاتٌ ملوَّنةٌ، عُلبةُ ألوانٍ مائيةٍ أو خشَبيةٍ، مِقَصٌّ، مِسطرةٌ، لاصِقٌ صَمْغِيٌّ.
الأمن والسلامة:	اِحذرْ عند استخدامِ المِقَصِّ.

خُطُواتُ العملِ:

1. تعاونْ مع زملائِكَ في تصميمِ بِطاقاتٍ مربَّعةِ الشَّكلِ، مدوِّنًا على كُلِّ بِطاقةٍ اسمَ العُنصرِ ورمزَه وعددَه الذَرِّيّ وكتلته الذرية وعددَ إلكتروناتِ مستوى الطاقةِ الأخير كما في مفتاحِ عُنصُرِ النِّيون في الشكل المقابل، على أنْ تبدأ البِطاقاتُ من العُنصرِ الذي له العددُ الذَرِّيُّ 3، وتنتهي بالعُنصرِ الذي له العددُ الذَرِّيُّ 36 (اِستثْنِ الأرقامَ من 21 إلى 30).

مفتاح عُنصر النيون.



2. لوِّن العناصرَ التي لها نفس عددُ إلكتروناتِ المستوى الأخيرِ باللَّون نفسِه.
3. أَلصِقِ البِطاقاتِ على لوحةٍ جداريةٍ بشكلٍ مُرتَّبٍ حسَبَ زيادةِ عددِها الذَرِّيّ من 3 إلى 10؛ بحيثُ ينتُجُ عنها صَفٌّ أُفُقيٌّ.
4. قارِنْ بين عددِ إلكترونات مستوى الطاقةِ الأخير في العناصر. وألصِقْ باقي البِطاقاتِ حسَب زيادةِ العدَدِ الذَرِّيّ من 11 إلى 18 في صفٍّ أُفُقيٍّ آخَر، ثم من 19 إلى 36 في صَفٍّ ثالثٍ.

التَّحليلُ :

1. ما أوجهُ الشَّبَهِ والاختلافِ بين العناصر في الصُّفوفِ: الأولِ، والثاني، والثالث في اللَّوحة التي صممتَها، والجَدولِ الدَّوريّ للعناصرِ؟
2. لو أحضرَ زملاؤُك في المجموعة بِطاقاتٍ أخرى عليها أعدادٌ ذَرِّيَّةٌ من 49 إلى 54، فما الأسسُ التي تعتمدُ عليها لكي ترتبَها في جَدولِك؟

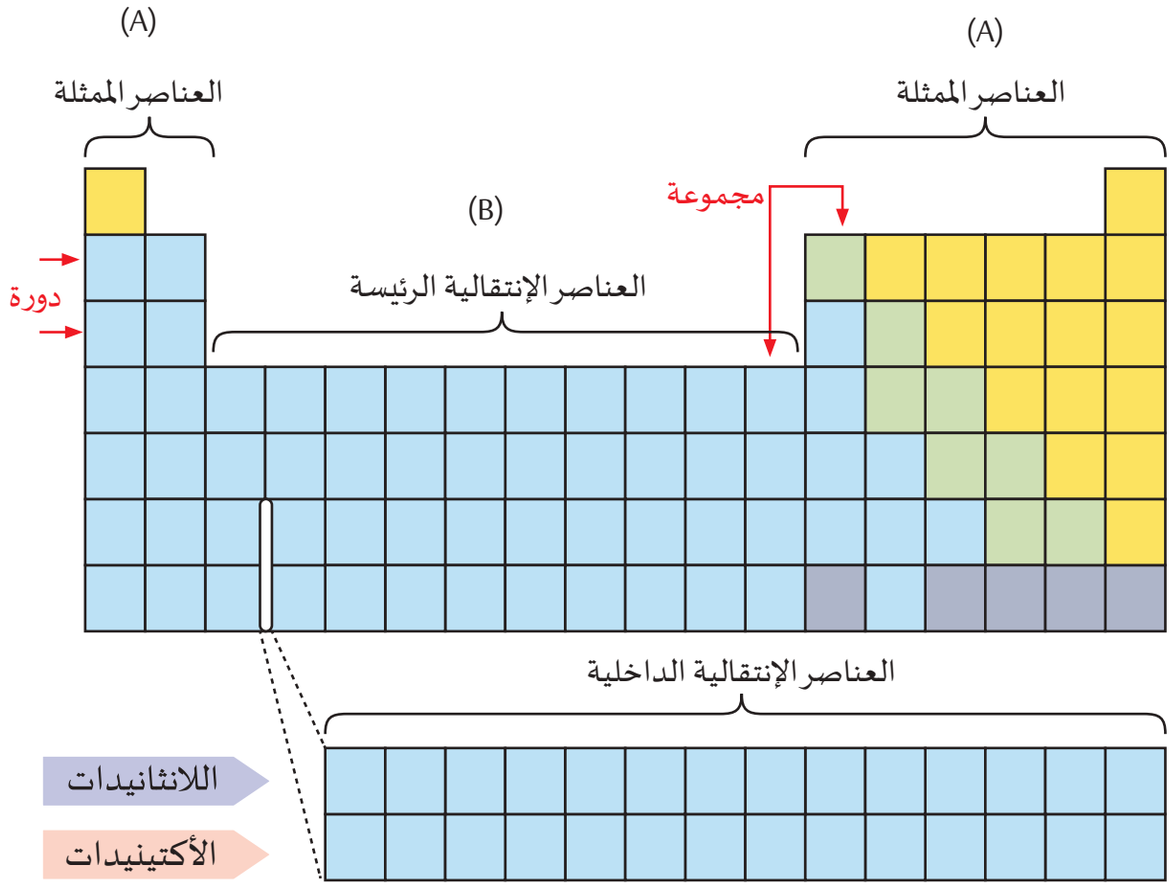
الاسْتِنْتَاجُ : .....

.....

.....

الدَّوراتُ والمَجموعاتُ في الجَدول الدَّوريّ
Periods and Groups in the Periodic Table

يتكوَّن الجَدول الدَّوريّ من معالمَ رئيسةٍ، فهو يتكوَّنُ من صفوفٍ أُفُقيَّةٍ تُسمَّى **دَوْرات**، ومن أعمدةٍ رأسيةٍ تُسمَّى **مَجموعات**، انظر الشَّكلَ (1-4).



الشكل 1-4 : يتكون الجَدول الدوري من 7 دورات أفقية و18 مجموعة رأسية

أولًا: الدَّوراتُ Periods

يتكوَّنُ الجَدول الدَّوريّ من صفوف أُفُقيّة عددُها سبعةٌ، وهي تمثِّلُ عددَ مستوياتِ الطَّاقة الرَّئيسةِ حول النَّواة؛ إذْ تحتوي الدورة الأولى على عُنصري الهيدروجين والهيليوم فقط؛ ويوجد حولَ نواةِ ذرَّةِ كُلٍّ منهُما مستوى طاقةٍ رئيسي واحد؛ لذلك فهما يشغلان الصفَّ الأُفُقيَّ الأَوَّل؛ أي الدَّورة الأولى، أما الدَّورةُ الثانية فإنها تحتوي على ثمانيةِ عناصرَ؛ تبدأ بعُنصرِ اللِّيثيوم (عدده الذَرّيّ 3)، وتنتهي بعُنصر النِّيون (عدده الذَرّيّ 10)، وتحتوي الدَّورةُ الثالثة على ثمانيةِ عناصر أيضًا؛ تبدأ بعُنصر الصُّوديوم (عدده الذَرّيّ 11)، وتنتهي بعُنصر الأرْجون (عدده الذَرّيّ 18)، وهكذا يستمرُّ ترتيبُ العناصرِ في الجَدول الدَّوريّ.

وبالنظر إلى الجَدول الدَّوريّ الحديث، فإنَّ هناك صَفَّين من العناصر يوضعان خارجَ الجَدول الدَّوريّ، ويُسمَّى الصفُّ الأولُ الذي يقع في الدَّورة السَّادسة سلسلةَ **اللانثانيدات**؛ لأنها تُشْبِهُ في صفاتِها عُنصرَ اللانثانيوم La (عدده الذَرّيّ57) وعددُها أربعةَ عشَرَ عُنصرًا، وهذه السلسلة تبدأ بعُنصر السِّيريوم Ce (عدده الذَرّيّ 58)، وتنتهي بعُنصر اللُّوتيتيوم Lu (عدده الذَرّيّ 71).

أما الصفُّ الثاني الذي يقع في الدَّورةِ السَّابعةِ فيسمى سلسلة **الأكتينيدات** لأنها تشبه في صفاتها عُنصر الأكتينيوم Ac (عدده الذَرّيّ 89) وعددها أربعة عشر عُنصرًا، وهذه السلسلة تبدأ بعُنصر الثُّوريوم Th (عدده الذَرّيّ 90)، وتنتهي بعُنصر اللُّورانسيوم Lr (عدده الذَرّيّ 103). انظر الشَّكلَ (1-3).

اختبر نفسك

ما المقصودُ بالدَّورةِ في الجَدولِ الدَّوريّ؟

ثانيًا: المَجموعاتُ Groups

تمَّ ترتيبُ كلِّ مجموعة من العناصر المتشابهة في خواصِّها الكيميائية في عمود واحد أُطلِق عليه اسمُ مَجموعة Group، تحتوي عناصرُ المجموعةِ الواحدةِ عددَ إلكتروناتِ مستوى الطَّاقةِ الأخير نفسَه (أي عددَ إلكترونات التكافُؤِ نفسَه)، ويحتوي الجَدولُ الدَّوريُّ على ثمانيَ عشْرةَ مجموعة. ويضُمُّ الجَدولُ الدَّوريُّ نَوعَينِ من المجموعات؛ المجموعةُ الأولى تُسمَّى **العناصرَ المُمَثِّلةَ Representative Elements**، ويُرمَزُ لمجموعاتها بالرَّمز A، وهي عبارةٌ عن ثماني مجموعاتٍ حيثُ يُشارُ إلى رقْم كل مجموعة منها بعددِ الإلكترونات في مستوى الطَّاقة الأخير (الخارجي). أمَّا النَّوعُ الثاني فيتكوَّنُ من عَشْرِ مجموعاتٍ من العناصر، تُسمَّى **العناصرَ الانتقاليةَ الرئيسة Main Transition Elements**، ويُرمَزُ لمجموعاتها بالرَّمز B، ويوجد أسفل الجدول سلسلتين أفقيتين هما اللانثانيدات والأكتينيدات، تُسمَّى **العناصرَ الانتقاليةَ الداخلية Inner Transition Elements**، انظر الشَّكلَ (1-4).

وتحمِلُ بعضُ المجموعاتِ أسماءً خاصةً بها؛ فالمجموعةُ الأُولى من العناصر المُمَثِّلةِ (التي تبدأ بعُنصر Li) تُسمَّى الفِلِزَّاتِ القَلَويَّةَ، وتُسمَّى المجموعةُ الثَّانية من العناصر المُمَثِّلةِ (التي تبدأ بعُنصر Be) القَلَويَّاتِ الأرضيةَ، بينما تُسمَّى عناصرُ المجموعةِ السَّابعةَ عشْرة (التي تبدأ بعُنصر F) الهالوجينات، وتُسمَّى عناصرُ المجموعةِ الثَّامنة عشْرة (التي تبدأ بعُنصر He) الغازاتِ النبيلةَ.

اختبر نفسك

استقصاء: ابحثْ في أسبابِ تسميةِ مجموعاتِ العناصرِ (الممثِّلة - الانتقالية).

النَّظائرُ Isotopes

تُعرفُ النظائرُ بأنها ذرَّات للعُنصرِ الواحد لها عددُ البُروتونات نفسُه، ولكنَّها تختلف في عدد النِّيوترونات، أي أنَّها تختلف في العدد الكُتْلي. وعلى العمومِ فإن هناك نظائرَ لعناصرَ مختلفةٍ في الجَدولِ الدَّوريّ.

فمثلًا لعُنصر الكَربون C ثلاثةُ نظائرَ في الطَّبيعةِ تُسمَّى كَربون- 12، كَربون- 13، كَربون- 14 وتُمثَّلُ هذه النظائرُ بالرُّموزِ كما يلي:

$$^{12}_{6}C \quad ، \quad ^{13}_{6}C \quad ، \quad ^{14}_{6}C$$

وتُشيرُ الأرقامُ (12، 13، 14) إلى مجموعِ عددِ البُروتوناتِ والنِّيوتروناتِ في نواةِ ذرَّة كُلِّ نظيرٍ، كما في الجَدول (1-4).

	الكَربون-12	الكَربون-13	الكَربون-14
الرمز	$^{12}_{6}C$	$^{13}_{6}C$	$^{14}_{6}C$
العددُ الكُتْليُّ	12	13	14
عددُ البُروتوناتِ	6	6	6
عددُ النِّيوتروناتِ	6	7	8

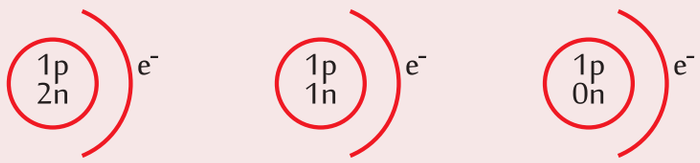
الجدول 1-4 : نظائر عنصر الكربون

حيثُ يشيرُ رمزُ كُلٍّ منها إلى العددِ الكُتْلي والعدد الذَّرِّي، كما يلي:

والنَّظائرُ هي ترجمةٌ لكلمةٍ مشتقَّةٍ من اللُّغةِ اليونانيةِ isotopes ، الَّتي تعنِي المكانَ نفسَه؛ وذلك لأنَّ جميعَ النظائرِ المختلفة لِلعُنصر الواحد تَشْغلُ المكانَ نفسَه في الجَدول الدَّوريّ. ومن الأمثلةِ أيضًا على النَّظائرِ؛ عُنصرُ الهَيدروجين، فإنَّ له ثلاثةَ نظائرَ هي بروتيوم $^{1}_{1}H$ ، وديوتيريوم $^{2}_{1}H$، وتريتيوم $^{3}_{1}H$. وتلاحِظُ أنَّها تمتلِكُ عددَ البُروتوناتِ نفسَه، ولكنَّها تختلف في عددِها الكُتْليّ.

اختبر نفسك

لديك الشَّكل الآتي الَّذي يمثلُ نظائرَ عُنصرِ الهَيدروجين، أُدرُسْهُ جيِّدًا، ثمَّ أكملِ الجَدولَ الَّذي يليهِ المتعلِّقَ بنظائرِ الهَيدروجين.



$^{1}_{1}H$ بروتيوم

$^{2}_{1}H$ ديوتيريوم

$^{3}_{1}H$ تريتيوم

	الهَيدروجين-1	الهَيدروجين-2	الهَيدروجين-3
الرَّمزُ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$
العددُ الكُتْليُّ			
عددُ البُروتوناتِ			
عددُ النِّيوتروناتِ			

ويبيّن الجَدولُ (1-5) أمثلةً لبعضِ نظائرِ العناصر:

العُنصر	النظائرِ
الأُكسُجين O	$^{16}_{8}O$ ، $^{17}_{8}O$
البوتاسيوم K	$^{39}_{19}K$ ، $^{40}_{19}K$ ، $^{41}_{19}K$
الكُلور Cl	$^{35}_{17}Cl$ ، $^{37}_{17}Cl$
اليُورانيومU	$^{233}_{92}U$ ، $^{234}_{92}U$ ، $^{235}_{92}U$ ، $^{238}_{92}U$

الجدول 1-5 : نظائر بعض العناصر

وتوجد معظمُ العناصرِ في الطَّبيعة على شكلِ خليطٍ من النَّظائرِ، وعندَ الحصولِ على أيِّ عَيِّنةٍ من العُنصرِ فإنَّ نسبةَ وجودِ النَّظيرِ فيها تكونُ ثابتةً.

وبسببِ تشابُهِ نظائرِ العُنصرِ في عددِ البُروتوناتِ، فإنَّ خصائصَها الكيميائيةَ تكونُ نفسَها، في حينِ تختلفُ خصائصُها الفيزيائيةُ لاختلافِها في عددِ النّيوتروناتِ، أي في عددِها الكُتْليّ؛ فمثلًا ذرَّةُ الكَربون C-12 لها الخصائصُ الكيميائيةُ لذرَّةِ الكَربون C-14 نفسُها؛ لامتلاكِهما عددَ البُروتوناتِ نفسَه وهو 6، ولكن لاختلافِهما في عددِ النِّيوترونات فإنَّ هناك اختلافًا في خصائصِهما الفيزيائيةِ؛ إذ تُعَدُّ نواةُ C-12 مستقِرَّةً ليسَ لها نشاطٌ إشعاعيٌّ، في حينِ أنَّ نواةَ C-14 غيرُ مستقِرَّةٍ، ولها نشاطٌ إشعاعيٌّ.

العَناصرُ المشِعَّة:

عناصر غير مستقرَّة تحتوي أنويتَها على عدد نيوترونات أكبر من عدد البروتونات (نسبة n/P أو n/Z عالية حيث (Z) العدد الذري) .فيحدث تفكُّك لأنوية هذه الذَّرات وينطلِق عنها إشعاعات مختلفة وتتحوَّل لأنوية ذرَّات عناصرَ أخرى مستقّرة.

عناصرُ ما بعدَ اليُورانيوم Trans Uranium Elements

عناصرُ ما بعد اليُورانيوم هي عناصرُ أعدادُها الذَرِّيّةُ أكبرُ من العددِ الذَرِّيّ لعُنصر اليُورانيوم (92)، وتأتي مواقعُها في الجَدول الدَّوريّ بعد اليُورانيوم. وبعضُ هذه العناصرِ غيرُ مستقرَّةٍ، وذاتُ نشاطٍ إشعاعيّ. وقد كان لتصنيعِ هذه العناصرِ عن طريق التفاعُلات النَّوويَّةِ الأثرُ الكبيرُ في اكتساب المعرفةِ عنها، فقد مكّنت العلماءَ من التَّنبُّؤِ بخواصِّها الأساسيةِ، وبإمكان وجودِ عناصرَ أثقلَ من العُنصر 112، وهو آخرُ عُنصرٍ اكتُشف حتى عامِ 1996م.

هل تعلم

التفاعلُ النوويُّ هو تفاعلٌ يحدَث عندما تصطدم نواتي ذرتين ببعضهما أو عندما يصطدم جسيم أولي مثل البروتون أو النيوترون بنواة ذرَّة، وينشأ عن هذا الاصطدام مكوَّناتٌ جديدة تختلف عن المكونات الداخلة في التفاعل وتنطلق طاقة هائلة تُعَرف بالطَّاقة النَّووية.

لم يتطرَّقْ جَدول مِندليفَ إلى هذه العناصرِ، لأنَّها لم تكنْ معروفةً في ذلك الزَّمان، ولكن بعد أن تمَّ اكتشافُ اليُورانيوم، وتصنيعُ الكثيرِ من العناصر المُشِعَّةِ، أصبحَ الجَدولُ الدَّوريُّ بشَكلِهِ الحاليّ يختلفُ عن جَدول مِندليف تمامَ الاختلافِ؛ وذلك بسبب وجودِ نظائرَ عِدَّةٍ للعُنصرِ الواحد، والتي لا يمكن وضعُها في موقعِ العُنصر نفسِه في الجَدول الدَّوريّ؛ فالقَصدير مثلًا له عشَرةُ نظائرَ، تتراوح كُتَلُها الذَرِّيّة بين: 112 و124؛ وهو بذلك يحتاج إلى عشَرةِ أماكنَ في الجَدول الدَّوريّ، فتخيَّلْ لو أنَّ كلَّ عُنصرٍ تمَّ وضعُه في الجَدول الدَّوريّ مع نظائرِه جميعِها، فكيفَ سيكونُ شكلُ الجَدولِ الدَّوريّ؟!

اختبر نفسك

ابحثْ عن دورِ التفاعلاتِ النَّووية في توليد الطَّاقة النوويةِ للأغراضِ السِّلمية.

مُراجَعةُ الدَّرْسِ الأوَّل

الأفكار الرئيسة:

- رتَّبَ مِندليفُ العناصرَ حسَب تزايد كُتَلِها الذَرِّيّةِ، ثمَّ رُتِّبَتْ فيما بعدُ بناءً على تزايد أعدادِها الذَرِّيّةِ في الجَدول الدَّوريّ الحَديث.
- سُمِّي الجَدول الدَّوريّ بهذا الاسم لأنَّه يعتمد الدَّوريَّةَ في صفاتِ العناصرِ؛ إذْ تَتدرَّجُ الخواصُّ الكيميائيةُ والفيزيائيةُ بالاتِّجاهِ من اليسارِ إلى اليمين، ثمَّ تتكرَّرُ مرَّةً أُخرى في الدَّورة الَّتي تَلِيها.
- الصَّفُّ الأُفُقيُّ في الجَدولِ يُسمَّى دورةً؛ وهو يمثِّل عددَ مستوياتِ الطَّاقةِ الرئيسةِ حولَ نواةِ الذَّرَّةِ.
- الصَّفُّ العموديُّ في الجَدول يُسمَّى مجموعةً؛ وهو يمثِّل عددَ الإلِكتروناتِ في مستوى الطَّاقةِ الأخيرِ.
- النَّظائرُ ذرَّاتٌ للعُنصُرِ الواحد، لها عددُ البُروتوناتِ نفسُهُ، وتختلفُ في العددِ الكُتْليّ بسببِ اختلافِها في عددِ النِّيوتروناتِ.
- عناصرُ ما بعدَ اليُورانيوم هي عناصرُ أعدادُها الذَرِّيّةُ أكبرُ من العددِ الذَرِّيّ لليُورانيوم، ولمعظمِها نشاطٌ إشعاعيٌّ.

تقويم الدَّرْسِ الأوّل

أولًا: أسئلةُ الاختيارِ من متعدِّد:

اختَرْ رمزَ الإجابةِ الصَّحيحةِ فيما يلي:

1. ماذا تُسمَّى الصفوفُ الأُفُقيّةُ في الجَدول الدَّوريّ؟
   a. مجموعاتٍ.
   b. عناصرَ.
   c. ذراتٍ.
   d. دوراتٍ.

2. أيٌّ من الآتي يُمثِّلُ الأساسَ الذي اعتمدَه مِندليفُ عند ترتيبِ العناصرِ في جَدوله الدَّوريّ؟
   a. العددُ الذَرّيّ.
   b. الكتلةُ الذَرّيّة.
   c. عددُ النيوتروناتِ.
   d. عددُ الإلِكتروناتِ.

3. ما عددُ مستوياتِ الطَّاقة الرئيسةِ في الدَّورةِ الخامسةِ؟
   a. 7
   b. 6
   c. 5
   d. 4

4. ما رقْمُ المجموعةِ الَّتي تُسمَّى بالقَلوياتِ الأرضيَّة؟
   a. الثانية.
   b. الأولى.
   c. السابعةَ عشْرةَ.
   d. الثامنةَ عشْرةَ.

5. وِفْقَ أيِّ من الآتي تَظهرُ الدَّوريّةُ في صفات العناصرِ بصورةٍ صحيحةٍ؟
   a. الحالةِ الفيزيائيةِ.
   b. عدد النيوتروناتِ.
   c. العددِ الذَرّيّ.
   d. الكتلةِ الذَرّيّةِ.

تابع تقويم الدَّرْسِ الأول

6. إذا كان رَمزُ نظيرِ الكَربونِ ($^{13}_{6}C$) فما عددَ النيوتروناتِ فيه؟
   a. 6
   b. 7
   c. 13
   d. 19

ثانيًا: أسئلةُ الإجاباتِ القصيرةِ:

أَجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. أُذكُرِ الفرقَ بين جَدولِ مِندليف والجَدول الدَّوريّ الحديث، من حيثُ الأساسُ الذي اعتُمِد لترتيب العناصر.
2. فسِّر سببَ قيامِ الأممِ المتحدةِ بإطلاق اسمِ العامِ العالميَّ للجَدول الدَّوريّ على عامِ 2019م.
3. لماذا تتشابَهُ عناصرُ المجموعةِ الواحدةِ في خواصِّها؟
4. أكملِ الفراغاتِ في الجَدولِ الآتي الذي يمثِّلُ نظائرَ عُنصرِ الماغنيسيوم:

العُنصرُ	^{24}Mg	^{25}Mg	^{26}Mg
العددُ الذَرِّيُّ			
العددُ الكُتْليُّ			
عددُ البُروتوناتِ			
عددُ النِّيوتروناتِ			
عددُ الإلِكتروناتِ			

الدَّرْسُ الثَّاني 2-2

التَّركيبُ الإِلِكترونيّ وتَصْنيفُ العَناصِرِ
Electronic Configuration and Classification of Elements

التَّجارِبُ والأنشِطة

4-1 التَّركيبُ الإِلِكترونيّ للعَناصِر

5-1 خَصائِصُ الفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ

مُخرَجاتُ التَّعلُّمِ

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- يربطُ التصنيفَ الدَّوريَّ الحديثَ بالتركيبِ الإلكترونيّ للعناصرِ.
- يحدّدُ موقعَ الفِلِزَّاتِ الأكثرنشاطًا والأقلّ نشاطًا في الجَدولِ الدَّوْريّ، ويحدّدُ موقعَ الفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ.

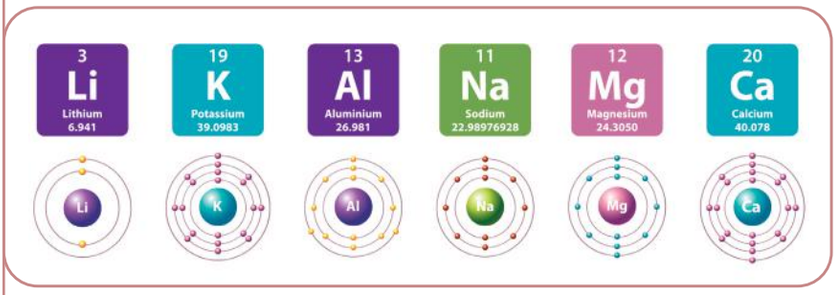
المُفرَداتُ الرَّئيسَةُ

العَدَدُ الذَّرِّيُّ	Atomic Number
التَّركيبُ الإِلِكترونيُّ	Electron Configuration
الفِلِزَّاتُ	Metals
اللافِلِزَّاتُ	Non Metals
أشباهُ الفِلِزَّاتِ	Metalloids

علاقة التَّركيبِ الإلِكترونيّ للعُنصرِ وترتيبُه في الجَدولِ الدَّوْريّ:

نشاط 1-4	التَّركيبُ الإلِكترونيّ للعُنصرِ
الهدف:	يستنتجُ موقعَ العُنصرِ في الجَدولِ الدَّوْريّ بدلالةِ تَركيبِه الإلِكترونيّ.
المواد الأدوات:	جَدولٌ دَوريٌّ، بِطاقاتٌ عليها التَّركيبُ الإلِكترونيُّ لذرَّاتِ عَناصِر: Li, Na, K, Mg, Al , Ca.

خُطُواتُ العملِ:



1. أُدرُسْ مع زملائك في المجموعة البِطاقاتِ الآتية التي تبيّنُ التَّركيبَ الإلِكترونيَّ لبعض العَناصِر.
2. اِختَرْ عُنصرًا، ثم اطلُب من كُلِّ زميلٍ من زملائك في المجموعة اختيارَ عُنصرٍ مختلِفٍ من العَناصِر السابقة، ومِنْ ثَمَّ الإجابةَ عن الأسئلةِ المتعلّقةِ به مستعينًا بالجدول الدوري، في الجَدولِ الآتي:

اسمُ العُنصرِ ورمزه	عددُ الإلِكتروناتِ في المستوى الخارجي	رقْم مجموعة العُنصرِ	عددُ مستويات الطاقة الرئيسة	رقْم دورة العُنصرِ

3. بعد الانتهاء من الإجابة عن الأسئلة، قارِنْ إجابتَك مع إجاباتِ زملائِك.

التَّحليلُ :

1. ما العلاقةُ بينَ رقْم مجموعةِ العُنصرِ وعددِ إلِكتروناتِ مستوى الطاقة الأخير في ذرَّتِه؟
2. ما العلاقةُ بينَ رقْم دورةِ العُنصرِ وعددِ مستويات الطَّاقة الرئيسةِ في ذرَّتِه؟
3. كيف يمكنُ تحديدُ موقعِ العُنصرِ في الجَدولِ الدَّوْريّ؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

من النَّشاطِ السابقِ نستنتجُ أن رقْم مجموعةِ العُنصرِ في الجَدولِ الدَّوْريّ يساوي عددَ الإلِكترونات في مستوى الطَّاقةِ الأخير (بالنسبة للعناصر الممثَّلة)، وأنّ رقْم دَورة العُنصرِ في الجَدولِ الدَّوْريّ يساوي عددَ مستويات الطَّاقةِ الرئيسة حولَ نواةِ الذرة.

عرفتَ سابقًا أنه تم ترتيبُ العَناصِر في الجَدولِ الدَّوْريّ تبعًا لزيادة العَددِ الذَّرّيّ، فكُلُّ ذرَّةِ عُنصرٍ تزيد عن ذرة العُنصرِ التي تسبقُها بِبُروتونٍ واحدٍ.

وتُلاحِظُ من النشاط السَّابق أنه يُمكِنُ تحديدُ موقع العُنصرِ في الجَدولِ الدَّوْريّ من خلال رقْم دورته ورقْم مجموعتِه. ويوضح الجَدولُ (1-6)، التَّركيبَ الإلِكترونيّ لبعض العَناصِر في الجَدولِ الدَّوْريّ.

العُنصرُ	الرَّمزُ	العددُ الذَّرّيُّ	التَّركيبُ الإلِكترونيّ	عددُ إلِكتروناتِ مستوى الطَّاقةِ الأخيرِ (رقْم المجموعةِ)	عددُ مستوياتِ الطَّاقةِ الرئيسةِ (رقْم الدورةِ)
اللِّيثيوم	Li	3	2,1	1	2
الفُلور	F	9	2,7	7	2
النِّيون	Ne	10	2,8	8	2
الصُّوديوم	Na	11	2,8,1	1	3
الكُلور	Cl	17	2,8,7	7	3
الأَرجون	Ar	18	2,8,8	8	3
البُوتاسيوم	K	19	2,8,8,1	1	4

الجَدولُ 1-6 : التَّركيبُ الإلِكترونيّ لبعض العَناصِر في الجَدولِ الدَّوْريّ

ومن خلالِ الجَدولِ السابق نجدُ أنَّ عُنصرَ الصُّوديوم مثلًا، له التَّركيبُ الإلِكترونيُّ: 2,8,1، ولذلك فإنَّه يقع في الدَّورة الثَّالثة من الجَدولِ الدَّوْريّ؛ لأنَّه يمتلكُ ثلاثةَ مستوياتِ طاقةٍ رئيسةٍ، ويقعُ في المجموعة الأولى من الجَدولِ الدَّوْريّ؛ لوجودِ إلِكترونٍ واحدٍ في مستوى الطَّاقةِ الخارجيّ (الأخير).

اختبر نفسك

أكمِل الفراغاتِ في الجَدولِ الآتي :

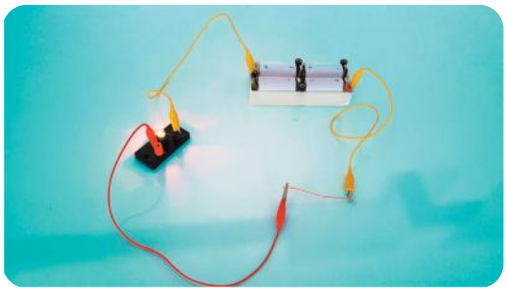
العُنصرِ	العددُ الذَّرّيُّ للعُنصرِ	التَّركيبُ الإلِكترونيّ للعُنصرِ	عددُ مستويات الطاقة الرئيسة	رقْم دورة العُنصرِ	عددُ إلِكترونات مستوى الطاقة الخارجي	رقْم مجموعة العُنصرِ
X	14					4
Y		2,5				
Z			3			3
W	20					

وبناءً على التَّركيبِ الإلِكترونيّ للعَناصِر، فإنَّه أمكنَ تصنيفُها في الجَدولِ الدَّوْريّ ليسهُلَ دراستُها ومعرفةُ خَصائِصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ. ومن التصنيفاتِ التي ساعدتْ على دراسة العَناصِرِ، ومعرفةِ خَصائِصِها، تصنيفها إلى فلزات ولافلزات وأشباه الفلزات:

الفِلِزَّاتُ واللافِلِزَّاتُ وأَشْباهُ الفِلِزَّاتِ:

نشاط 1-5	خَصائِصُ الفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ
الهدف:	يستنتِجُ بعض خواص الفلزات واللافلزات.
المواد الأدوات:	عيناتٌ من عَناصِرَ مختلفةٍ، مثلَ: الكِبريتS ، النُّحاس Cu، الألومِنيوم Al، أسلاكُ توصيل، مصباحٌ كهربائيٌّ صغير، بطاريةٌ، مِسمارٌ، مِطرَقةٌ.
الأمن والسلامة:	تعاملْ مع المِسمارِوالمِطرقةِ بحَذَر.

خُطُواتُ العملِ:



1. صِلِ الدائرةَ الكهربائيةَ -كما في الشَّكْل- مستخدمًا قطعةَ الألومِنيوم. هل أضاءَ المصباحُ؟ لماذا؟
2. كرِّرِ الخُطوةَ السَّابقةَ مستخدِمًا الكِبريتَ والنُّحاسَ في كُلِّ مَرَّةٍ.
3. اِستخدِمِ المسمارَ واخدِشِ القِطَعَ المستخدمةَ في النشاطِ كُلًّا على حِدَة. ماذا تُلاحظ؟
4. اِستخدِمِ المِطرقَة لطَرْقِ القَطَعِ السَّابقةِ، ولاحِظْ قابليَّتَها للطَّرْقِ.
5. دوِّنْ نتائجَ النشاطِ في جَدولٍ يوضِّحُ خَصائِصَ كُلِّ عُنصرٍ منها:

العُنصرُ	الحالةُ الفيزيائيةُ	التوصيلُ الكهربائيُّ	اللَّمعانُ	القابليةُ للطرقِ	فِلِزّ/ لا فِلِزّ
Al					
Cu					
S					

التَّحليلُ :

1. ما خواصُّ الفِلِزَّاتِ؟
2. ما خواصُّ اللافِلِزَّاتِ؟

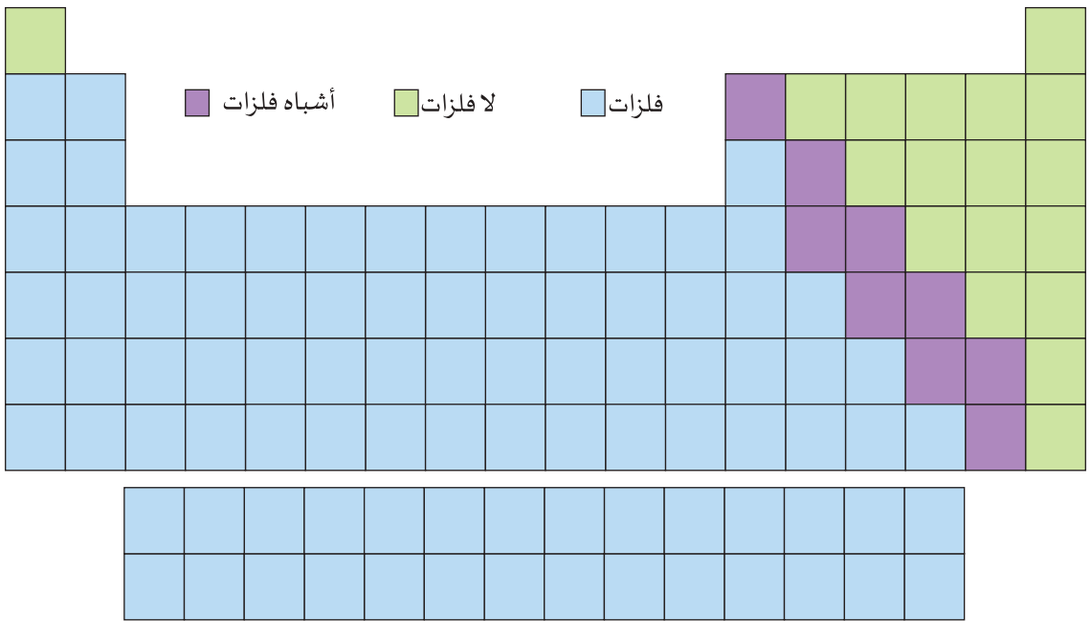
الاسْتِنْتَاجُ :

.....

الاستقصاء : كرِّرِ التجربةَ مع الكَربون وحدِّد هل هو فلزّ أم لا فلزّ بناءً على النتائج.

.....

يمكنُك ملاحظةُ مواقعِ الفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ وأشباهِ الفِلِزَّاتِ في الجَدولِ الدَّوْريّ من خلال الشَّكلِ (1-5) الآتي:



الشكل 1-5 مواقعُ الفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ وأشباهِ الفِلِزَّاتِ في الجَدولِ الدَّوْريّ

الفِلِزَّاتُ Metals

تتميَّزُ الفِلِزَّاتُ بخَصائِصَ عامَّةٍ؛ فجميعُها صُلبةٌ في الظُّروفِ العاديَّةِ من الحرارةِ والضَّغطِ، ما عدا الزِّئبقَ فهو سائلٌ. وللفِلِزَّاتِ درجاتُ انصهارٍ عاليةٌ، وهي موادُّ لامعةٌ وموصِّلةٌ جَيِّدةٌ للكهرباءِ والحرارة، وقابلةٌ للطَّرْقِ والسَّحْبِ. ومن الأمثلةِ على الفِلِزَّاتِ -كما لاحظت من الشكل (1-5)- مجموعةُ الفِلِزَّاتِ القلويةِ، ومجموعةُ الفِلِزَّاتِ القلويةِ الأرضيةِ، وعَناصِرُ المجموعةِ الثالثةِ (باستثناءِ عُنصرِ البورون B)، وبعضُ العَناصِرِ من مجموعاتِ العَناصِرِ الممثَّلةِ الأخرى، إضافةً إلى مجموعاتِ العَناصِرِ الانتقاليةِ.

وعندَ مقارنةِ النشاطِ الكيميائي لفِلِزَّاتِ المجموعاتِ الثلاثِ الأولى، فإنَّ مجموعةَ الفِلِزَّاتِ القَلويَّةِ هي الأكثرُ نشاطًا كيميائيًّا، ويقِلُّ هذا النشاطُ بالاتِّجاهِ من اليَسارِ إلى اليمينِ، أي بالاتِّجاهِ من المجموعةِ الأولى إلى المجموعةِ الثَّالثةِ. وستتعرَّفُ لاحقًا علاقةَ النشاطِ الكيميائيِّ بالتَّركيبِ الإلِكترونيِّ للعَناصِرِ.

اللافِلِزَّاتُ Non-metals

من الخَصائِصِ العامةِ لعَناصِرِ اللافِلِزَّاتِ أن معظمَها غازيةٌ، ومنها ما هو صُلبٌ هَشّ ومنها ما هو سائلٌ عند درجةِ حرارةِ الغُرفةِ، وهي غيرُ لامعةٍ، ورديئةُ التوصيلِ للكهرَباءِ والحرارة، وبعضُها غيرُ مُوَصِّلٍ (باستثناءِ الجرافيت فهو مُوَصِّل، ويُعَدُّ شَكلًا من أشكالِ الكَربون).

ومن أمثلة اللافِلِزَّاتِ -كما لاحظتَ من الشكل (1-5)- مجموعةُ الهالوجينات، ومجموعةُ الغازات النبيلة، وبعضُ عَناصِر المجموعات الرابعةَ عشْرةَ والخامسة عشْرةَ والسادسةَ عشْرةَ. وكذلك فإنَّ لعَناصِر اللافِلِزَّاتِ نشاطٌ كيميائيٌّ يزداد بالاتجاهِ من اليسار إلى اليمين، حيثُ تكُون عَناصِرُ المجموعةِ السابعةَ عشْرةَ (الهالوجينات) هي الأكثرَ نشاطًا مقارنةً بما قبلَها من اللَّافِلِزَّاتِ.

ويبيّن الجَدولُ (1-7) بعضَ خصائص العَناصِر الفِلِزِّيَّةِ واللَّافِلِزِّيَّةِ:

الصِّفةُ	العَناصِرُ الفِلِزِّيَّةُ	العَناصِرُ اللَّافِلِزِّيَّةُ
البريقُ واللَّمَعانُ	لها لَمَعانٌ أو بريقُ فِلِزّي.	معظمُها غيرُ لامعةٍ.
الحالةُ عندَ درجةِ حرارةِ الغُرفة	صُلبةٌ ما عدا الزئبقَ سائلٌ	غازيةٌ، سائلةٌ، صُلبةٌ.
القابليَّةُ للطَّرْقِ والسَّحْبِ	قابلةٌ للطَّرْقِ والسَّحْبِ	غيرُ قابلةٍ للطَّرْقِ والسَّحْبِ (هشَّة)
التَّوْصيلُ الكهرَبائيُّ والحراريُّ	مُوَصِّلةٌ جيّدةٌ للحرارةِ والكهرَباءِ	رديئةُ التَّوْصيلِ للحرارةِ والكهرَباءِ، أو عازلةٌ لهما. (ما عدا الكربون (الجرافيت)).

الجدول 1-7 بعضَ صفات العَناصِر الفِلِزِّيَّةِ و اللَّافِلِزِّيَّةِ

اختبر نفسك

أُذكُرْ ثلاثَ خصائص فيزيائيةٍ للتَّمييزِ بينَ عُنصرَيْ الماغنيسيوم والفوسفور.

أَشْباهُ الفِلِزَّاتِ metalloids

تُلاحِظُ من الشكل (1-5) خطًّا متدرّجًا لمجموعةٍ من العَناصِر يَفصِلُ بين الفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ. وتُسمَّى هذه العَناصِرُ أَشْباهَ الفِلِزَّاتِ. وهي مجموعةٌ من العَناصِر لها خَصائِصُ متوسِّطةٌ بين الفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ. ومن أمثلتِها عَناصِرُ البورون B، والسيليكون Si، والجرمانيوم Ge. ولهذه العَناصِر استخداماتٌ كثيرةٌ؛ فغالبًا هي موادُّ شِبْهُ مُوَصِّلةٍ للتَّيَّار الكهرَبائي، وتدْخُل في صناعةِ رُقاقاتِ الحاسوبِ، والخلايا الشَّمسيةِ، وغيرِها.

مُراجعَةُ الدَّرْسِ الثاني

الأفكار الرئيسة:

- يساعِدُ التَّركيبُ الإلِكترونيّ للعُنصرِ في معرفةِ موقِعه في الجَدولِ الدَّوْريّ.
- يُمكِنُ تحديدُ موقعِ العُنصرِ في الجَدولِ الدَّوْريّ بمعرفة رقْمِ دورتِه ومجموعتِه.
- يمكنُ معرفةُ الخَصائِصِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ للعَناصِر بمعرفةِ تَركيبِها الإلِكترونيّ.
- من تصنيفاتِ العَناصِر التي ساعدَتْ في دراستِها، تصنيفُها إلى فِلِزّاتٍ ولافِلِزّاتٍ وأَشْباهِ فِلِزّاتٍ، وكذلك تصنيفُها إلى عَناصِرَ مُمَثَّلةٍ وعَناصِرَ انتقاليَّةٍ.
- تختلِفُ الفِلِزّاتُ واللافِلِزّاتُ في خَصائِصِها العامةِ.

تقويمُ الدَّرْسِ الثاني

أولًا: أسئلةُ الاختيارِ من متعدِّد:

اختَرْ رمزَ الإجابةِ الصَّحيحةِ فيما يلي:

1. أَيٌّ منَ التراكيبِ الإلِكترونيّةِ الآتيةِ يمثِّلُ عُنصرًا يقعُ في المجموعةِ السادسةِ عشرة، والدَّورةِ الثَّانيةِ؟
   a. 2,7
   b. 2,6
   c. 2,5
   d. 2,8,6
2. أَيٌّ ممَّا يلي لا يُعَدُّ من خَصائِصِ الفِلِزّاتِ؟
   a. قابلةٌ للطَّرْقِ والسَّحْبِ.
   b. رديئةُ التَّوصيلِ للكهرَباءِ.
   c. لها لَمَعانٌ وبريقٌ.
   d. صُلبةٌ غالبًا.
3. ما نوعُ العُنصرِ الذي تبدأُ به كُلُّ دَورةٍ من دوْراتِ الجَدولِ الدَّوْريّ (ما عدا الدورة الأولى)؟
   a. فِلِزّ.
   b. لا فِلِزّ.
   c. شِبْهُ فِلِزّ.
   d. غازنبيلٌ.

تابِع تقويمُ الدَّرْسِ الثاني

4. أَيُّ العباراتِ الآتيةِ تنطبقُ على نظائرِ العُنصرِ الواحدِ؟
   a. أعدادُها الذَّرِّيَّةُ مختلفةٌ.
   b. أعدادُها الكُتْليةُ متساويةٌ.
   c. متساويةٌ في عددِ النّيوتروناتِ.
   d. متساويةٌ في عددِ البروتوناتِ.

ثانيًا: أسئلةُ الإجاباتِ القصيرةِ:

أَجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. صِفْ مواقعَ الفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ وأشباه الفِلِزَّاتِ في الجَدولِ الدَّوْريّ.
2. لديك جُزْءٌ من الجَدولِ الدَّوْريّ، يتضمَّنُ رموزًا لعَناصِرَ افتراضيةٍ، أُدرُسْهُ جيّدًا، ثمَّ أجبْ عن الأسئلةِ الَّتي تليهِ:

											D
A					B						
									C		

a. أُكتُب التوزيعَ الإلِكترونيَّ للعُنصرِ A.

b. ما عددُ إلِكترونات المستوى الأخير لذرة العُنصرِ C؟ وإلى أي مجموعة ينتمي؟

c. ما العددُ الذَّرِّيُّ للعُنصرِ B؟

d. أُذكُرْ رقْمَ مستوى الطَّاقةِ الذي ينتهي به التوزيعُ الإلِكترونيُّ للعُنصرِ D؟ ما رقْمُ الدورةِ التي يقعُ فيها؟

e. لديك العَناصِرُ الافتراضيةُ الآتية (**M,W,G,R**)، ضعْ كُلَّ عُنصرٍ منها في المكان المناسبِ له في الجَدولِ السابق، اعتمادًا على المعلوماتِ الآتيةِ:

I. **M**: عددُه الذَّريُّ 15.

II. **W**: ينتهي التوزيعُ الإلِكترونيُّ له بوجود ستةِ إلِكتروناتٍ في المستوى الثالثِ لذرَّته.

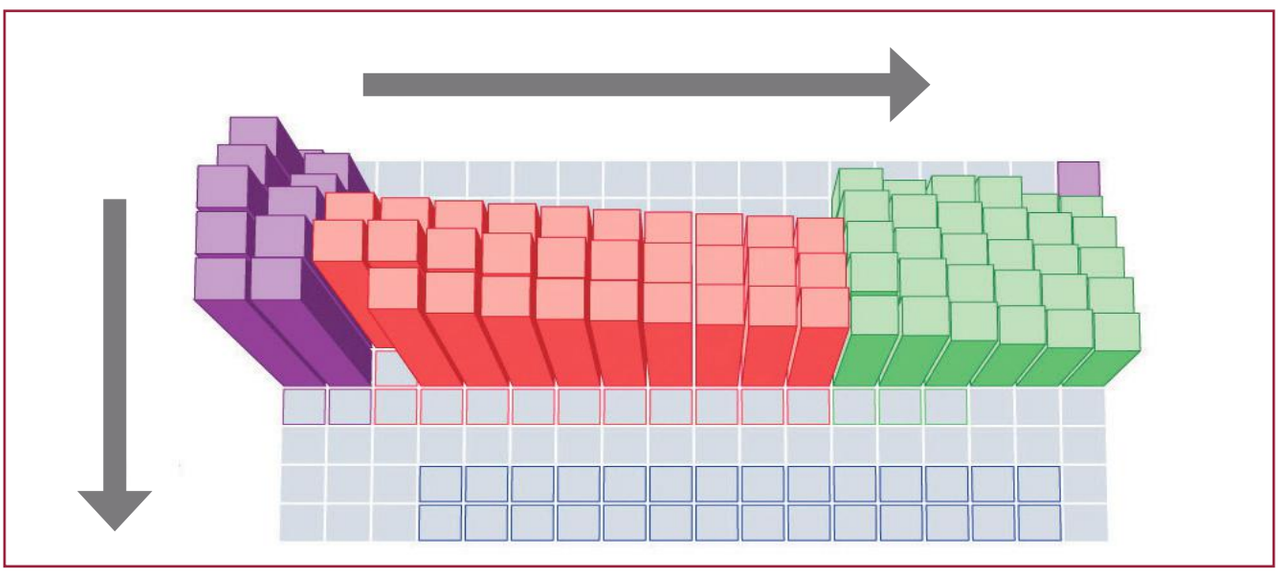
III. **G**: التوزيعُ الإلِكترونيُّ لذرَّته: 2,8,2

IV. **R**: يقعُ في المجموعةِ الخامسةِ عشرة والدَّورةِ الثَّانية.

الدَّرْسُ الثَّالثُ 3-2

تَدَرُّجُ خواصِّ العَناصِرِ
Trend In Properties Of Elements

تَتدَرَّجُ العَناصِرُ الكيميائيَّةُ في الجَدول الدَّوْريّ في خصائصها الفيزيائيَّةِ والكيميائيَّةِ، ويعتمدُ هذا التَّدَرُّجُ على الاختلافِ في أحجام الذَّرَّاتِ، وقابليتِها لفُقدانِ الإلِكتروناتِ أو اكتسابِها.



التَّجارِبُ والأنشِطة

6-1 الْأَحْجَامُ النِّسْبِيَّةُ لِلذَّرَّاتِ

7-1 أَحْجَامُ الْأَيونَاتِ

مُخرَجاتُ التَّعلُّمِ

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- يصِفُ التَّدَرُّجَ في الخواصِّ الفيزيائيةِ والكيميائيَّةِ للعناصرِ ومُرَكَّباتِها البسيطةِ ضمنَ المجموعاتِ: I, II,VII,VIII ويفسِّرُ هذا التَّدَرُّجَ مِنْ حيثُ التركيبُ الذَّرِّيّ. وتتضمَّنُ الخصائصُ الفيزيائيةُ نِصْفَ القُطْرِ الذَّرِّيّ، ونِصْفَ القُطْرِ الأَيونِيّ، ودرجةَ الانصهارِ، والتَّوصيلِ الكهرَبائيّ.

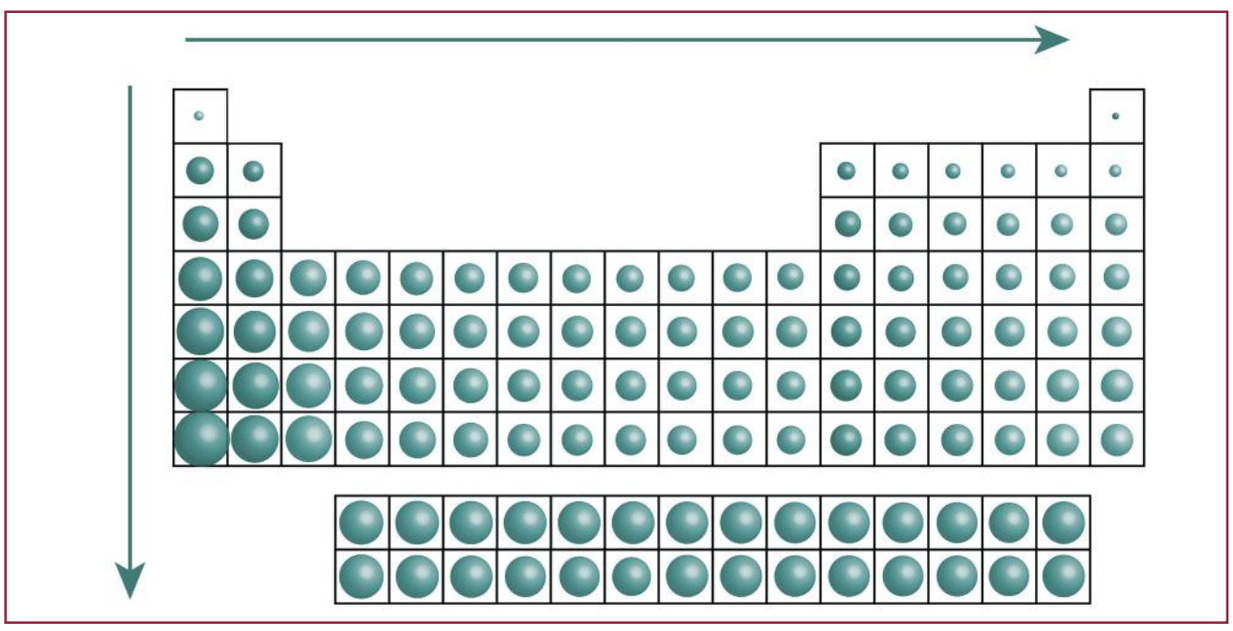
المُفرَداتُ الرَّئيسَةُ

نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ	Atomic Radius
نِصْفُ القُطْرِ الْأَيونِيّ	Ionic Radius
دَرَجَةُ الانصِهَارِ	Melting point
التَّوْصِيلُ الكهرَبائِيُّ	Electrical conductivity
إلكترونات التكافؤ	Valence Electrons

التَّدَرُّجُ في خواصِّ العَناصِرِ Trend In Properties of Elements

تعرَّفتَ من خلال دراستِك للجَدولِ الدَّوْريّ أنه يتكوَّنُ من ثماني عشرة مجموعة وسبعِ دَورات، وأن العَناصِرَ رُتِّبَتْ فيه وِفْقَ الزيادةِ في أعدادِها الذَّرِّيّةِ، وتمَّ الأخذُ بعين الاعتبارِ التشابُهَ في الخصائصِ الفيزيائيةِ والكيميائيَّةِ لهذه العَناصِرِ. وسُمِّيَ الجَدولُ بالدَّوْريّ؛ لأن خصائصَ العَناصِرِ تتكرَّرُ في كل دورة من دوراتِه.

وقد درسْتَ أيضًا أنّ لعَناصِرِ المجموعةِ الواحدة العددَ نفسه من إلِكتروناتِ مستوى الطاقة الخارجي تسمى (**إلِكتروناتِ التَّكافُؤِ Valence Electrons**)، في حين يزداد عدد إلِكتروناتِ مستوى الطاقة الخارجي عند الانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ في الدَّوْرة الواحدة للجَدول الدَّوْريّ، مع ثبات عدد مستويات الطاقة الرئيسة. فهل لذلك أثر في تدرُّجِ صفات العَناصِرِ في الجَدول الدَّوْريّ؟ وما أهم الخصائص الدَّوْريّة للعَناصِرِ؟ وكيف تتغير هذه الخصائص خلال الدَّوْرات والمجموعات في الجَدول الدَّوْريّ؟



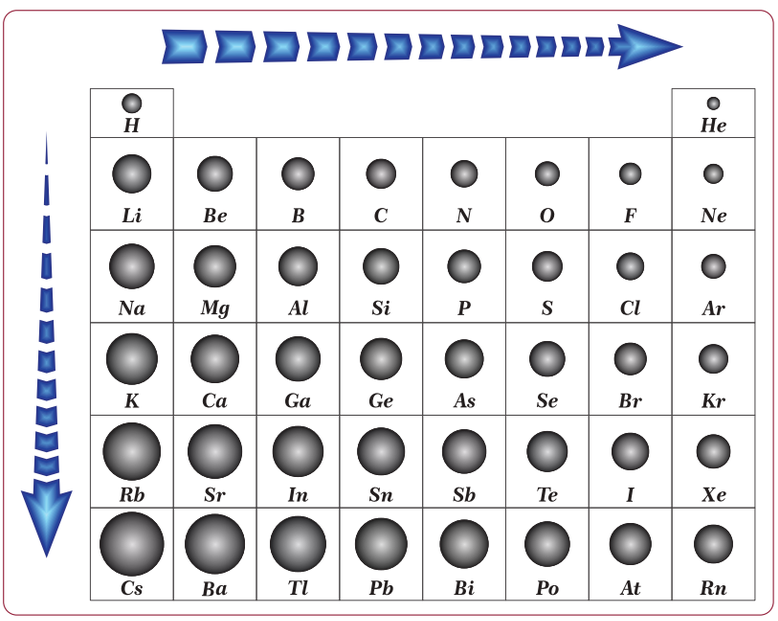
الشكل 1-6 التدرج في الأحجام الذرية للعناصر

ولمعرفة كيف يتغير الحجم الذَّرِّيّ لعَناصِرِ الدَّوْرة والمجموعة في الجَدول الدَّوْريّ الموضح في الشكل (1-6)، نفِّذ النشاط الآتي:

نشاط 6-1	
	الْأَحْجَامُ النِّسْبِيَّةُ لِلذَّرَّاتِ
الهدف:	يقارن بين الأحجام النسبية لبعض ذَرَّاتِ عَناصِرِ الجَدول الدَّوْريّ.
المواد الأدوات:	لوحةٌ مرسومٌ عليها تدَرُّجُ أحجامِ الذَّرَّاتِ عَبْرَ الدَّوْرةِ والمجموعةِ في الجَدول الدَّوْريّ.

خُطُواتُ العملِ:

1. تعاونْ مع زملائك في المجموعةِ للإجابة عن الأسئلةِ التي تلي الشكلَ الآتيَ:



a. أيُّهما أكبرُ حجمًا: ذرَّةُ البوتاسيوم K أم ذرَّةُ السيلينيوم Se؟

b. أيُّهما أقلُّ حجمًا: ذرَّةُ النيتروجين N أم ذرَّةُ الأنتيمون Sb؟

c. رَتِّبِ العَناصِرَ الآتيةَ: (Al, B, Ga)، تصاعديًّا حسَبَ الحجمِ الذَّرِّيّ لها.

d. رَتِّبِ العَناصِرَ الآتيةَ: (Si, Mg, Cl)، تنازليًّا حسَبَ الحجمِ الذَّرِّيّ لها.

التَّحليلُ :

1. كيف تتغير أحجامُ الذَّرَّاتِ بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ عَبْرَ الدَّوْرة الواحدةِ من الجَدول الدَّوْريّ؟

2. كيف تتغير أحجام الذَّرَّاتِ بالانتقالِ من أعلى إلى أسفلِ المجموعةِ الواحدةِ من الجَدول الدَّوْريّ؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

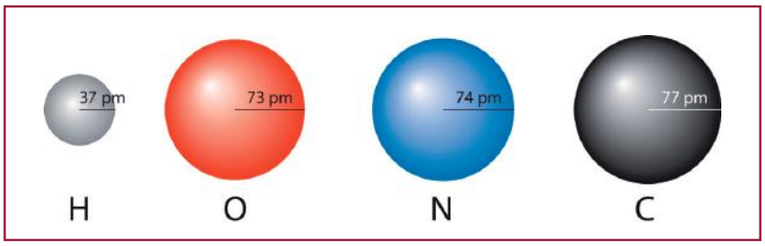
.....

الاستقصاء : لاحِظْ ثم صِف تدرج أحجام ذرَّات العناصر الانتقالية الرَّئيسية مستعينًا بالشَّكل (1-3).

لاحظت من النشاط 1-6، أن الحجم الذَّرِّيّ للذَّرَّاتِ يتناقص في الدَّوْرة الواحدة بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ مع زيادة العدد الذَّرِّيّ، في حين يزداد الحجم الذَّرِّيّ في المجموعة الواحدة بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل. كيف يُفسَّر ذلك عَبْرَ الدَّوْرات وخلال المجموعات؟

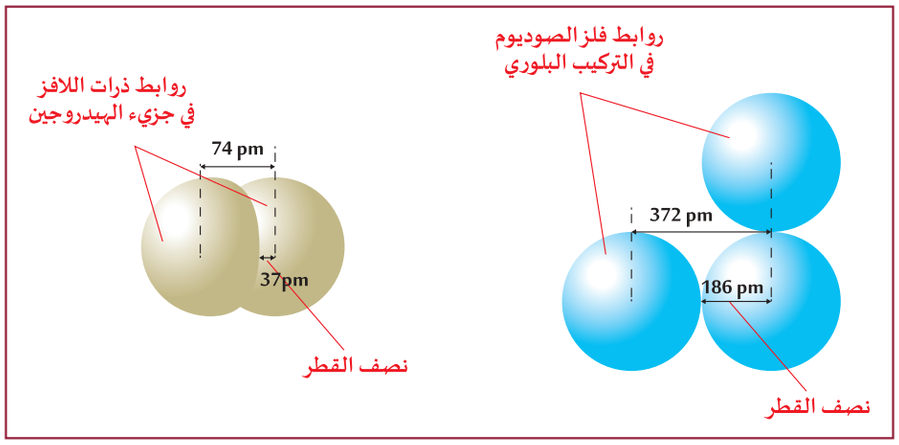
نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ Atomic Radius

يساهم الحجمُ الذَّرِّيّ بشكلٍ كبير في تحديد العديدِ من خصائصِ العَناصِرِ وسلوكِها، وهو يُعدُّ من الخصائص الدَّوْريّة التي تتأثر بالتَّركيبِ الإلكترونيّ لذَرَّاتِ العَناصِرِ. يرتبط مفهومُ الحجم الذَّرِّيّ بمتوسط المسافة التي تفصل بين إلكتروناتِ مستوى الطاقة الخارجي للذَّرَّةِ ونواتِها، وهو ما يعرف **بنِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ Atomic Radius**. وبما أن حجم الذَّرَّاتِ صغيرٌ جدًّا ويصعب رؤيته في العين المجردة، فقد اتفق على وحدة لقياس أقطار الذَّرَّاتِ تُسمَّى **البيكومتر** وهي وحدة لقياس الطول في النظام المتري، ويرمز لها بالرمز (pm)، وتعادل واحد من ترليون من المتر ($1pm = 10^{-12}m$ بيكوميتر) انظر الشكل (1-7)؛ الذي يبين قيم أنصاف أقطار بعض الذَّرَّاتِ بوحدة البيكومتر.



الشكل 1-7 بعض الذَّرَّاتِ وقيم أنصاف أقطارها بوحدة البيكومتر.

ويُعرَّف **نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ للفِلِزَّات Metallic Atomic Radius** بأنه نصفُ المسافةِ بين نواتَي ذرَّتين متجاورتَين في التَّركيبِ البلوري للعُنصُر. أمّا العَناصِرُ التي توجد على شكل جزيئات ثنائية مثل اللافِلِزَّات، فيمكن تعريف نِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ للافِلِزَّات بنِصْفِ المسافة بين نواتي ذرَّتي عُنصُرٍ في الحالة الغازية بينهما رابطة تساهمية في الجزيئات ثنائية الذَّرَّةِ. انظر الشكل (1-8).

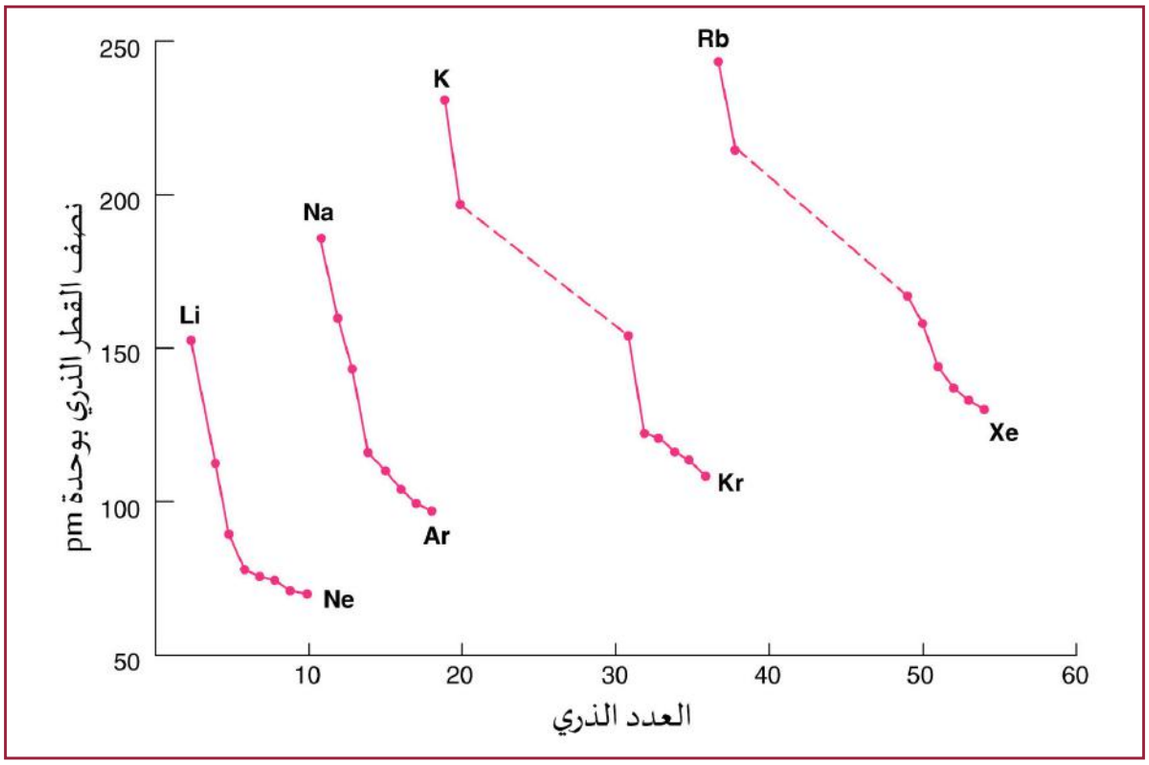


الشكل 1-8 نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ للفِلِزَّاتِ واللافِلِزَّاتِ.

تَدَرُّجُ نِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ عَبْرَ الدَّوْراتِ وَخلال المَجْمُوعَاتِ:

من أهمّ العواملِ المؤثرةِ في الحجم الذَّرِّيّ عددُ مستويات الطاقة الرئيسةِ حول نواةِ الذَّرَّةِ، وكذلك شُحنةُ النَّواةِ الموجَبةِ (عدد البروتونات).

عَبْرَ الدَّوْرةِ يتناقص نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ عند الانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ في الدَّوْرة الواحدة؛ ويمكن تفسير ذلك بأنه عند زيادة العدد الذَّرِّيّ - بالانتقال من يسار الدَّوْرة الواحدة إلى يمينها - يزداد عددُ البروتونات في النَّواةِ مع بقاء عددِ مستويات الطاقة الرئيسةِ في الدَّوْرة الواحدة ثابتًا؛ ممَّا يؤدي إلى زيادةِ قُوَّةِ جذبِ النَّواةِ لإلكتروناتِ مستوى الطاقة الخارجي؛ فتقتربُ من النَّواةِ وبذلك يصغر حجم الذَّرَّةِ؛ أي يقل نِصْفُ قُطْرِها الذَّرِّيّ. انظر الشكل (1-9) الذي يبين نِصْفَ القُطْرِ الذَّرِّيّ مقابلَ العددِ الذَّرِّيّ للعَناصِرِ في بعض دورات الجَدول الدَّوْريّ.

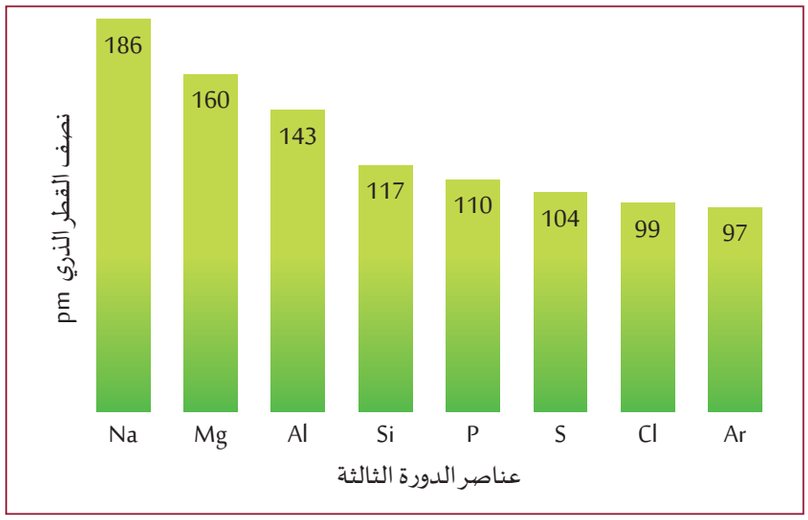


الشكل 1-9 نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ مقابلَ العددِ الذَّرِّيّ للعَناصِرِ في دَوْراتٍ مختلِفةٍ من الجَدول الدَّوْريّ.

اختبر نفسك

- **فسِّر:** يقل نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ عَبْرَ الدَّوْرة الواحدة في الجَدول الدَّوْريّ؟
- **فسِّر:** الحجم الذَّرِّيّ لعنصر الفلور F، أصغر من الحجم الذَّرِّيّ لعُنصُر الليثيوم Li.
- **فسِّر:** لماذا يكون نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ لذَرَّةِ الأرجون ($_{18}Ar$) أصغرَ من نِصْفِ قُطْرِ ذَرَّةِ الصوديوم ($_{11}Na$)؟

ويمكن تمثيل التَّدَرُّجِ في نِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ لعَناصِرِ الدَّوْرةِ الثالثةِ من الجَدول الدَّوْريّ عن طريقِ الأعمدةِ في الرَّسْمِ البيانيّ الموضَّحِ في الشّكل (1-10).

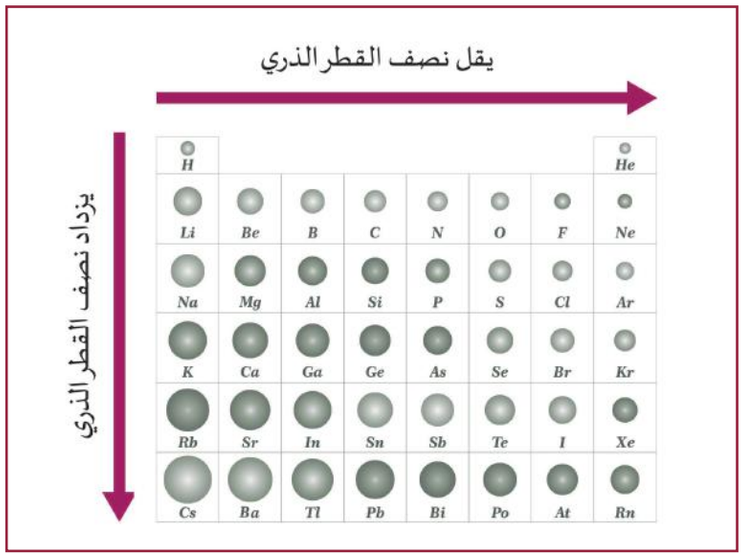


سُؤال الشَّكل

أيَّ عناصرِ الدورة الثَّالثة أصغرُ في نِصف القُطر الذَّرِّي؟

الشّكل 1-10 نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ لعناصر الدَّوْرةِ الثالثةِ من الجَدول الدَّوْريّ.

عَبْرَ المجْموعةِ يزداد نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ في المجموعة الواحدةِ عند الانتقال من الأعلى إلى الأسفل؛ ويمكن تفسيرذلك أنه يزداد عددُ مستويات الطاقة الرئيسةِ؛ فتقلُّ قوةُ جذب النَّواةِ لإلِكتروناتِ مستوى الطاقة الخارجي، وتبتعد عن النَّواةِ؛ وبذلك يكبُر حجمُ الذَّرَّةِ ويزداد نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ انظر الشكل (1-11)؛ الذي يوضح التَّدَرُّجَ في خاصِّيَّةِ نِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ عَبْرَ الدَّوْرات خلال المجموعات في الجَدول الدَّوْريّ.



الشكل 1-11 يوضح التَّدَرُّجَ في خاصِّيَّةِ نِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ عَبْرَ الدَّوْرات والمجموعات

اختبر نفسك

- فسِّر: يزداد نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ في المجموعة الواحدة في الجَدول الدَّوْريّ، بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل؟
- فسِّر: الحجم الذَّرِّيّ للبوتاسيوم K، أكبر من الحجم الذَّرِّيّ لعُنصُر الصوديوم Na.

نصف القطر الأيوني Ionic Radius

درست سابقًا أن ذَرَّةَ الفلز تفقِدُ إلكترونًا أو أكثرَ ويتكون أيون موجب الشحنة، وأن ذَرَّةَ اللافلز تكتسب إلكترون أو أكثر ويتكون أيون سالب الشحنة.

ولما كان للذَّرَّاتِ المتعادِلةِ أحجامٌ مختلفةٌ تُقاسُ بنِصْفِ قُطْرِ الذَّرَّةِ، فإن الأيوناتِ أيضًا لها أحجامٌ مختلفة. فكيف تتغير أحجام الأيونات عَبْرَ الدَّوْراتِ والمجموعاتِ في الجَدول الدَّوْريّ؟ وما عَلاقَةُ حجم الأيون بحجم ذرَّتِهِ المتعادِلةِ؟

نشاط 1-7

أَحْجَامُ الأَيوناتِ

الهدف:	يستنتج التَّدَرُّجَ في أحجام الأيونات في الجَدول الدَّوْريّ.
المواد الأدوات:	لوحةٌ عليها شكلُ أحجامِ الأيوناتِ.

خُطُواتُ العملِ:

تعاونْ مع مجموعتك في الإجابة عن الأسئلةِ التي تلي الشَّكلَ الآتي:

Group 1	Group 2	Group 13	Group 15	Group 16	Group 17
Li^+ Li	Be^{2+} Be	B^{3+} B	N^{3-} N	O^{2-} O	F^- F
59 152	31 111	20 80	171 75	140 73	133 71
Na^+ Na	Mg^{2+} Mg	Al^{3+} Al	P^{3-} P	S^{2-} S	Cl^- Cl
99 186	65 160	50 143	212 110	184 104	181 99
K^+ K	Ca^{2+} Ca	Ga^{3+} Ga	As^{3-} As	Se^{2-} Se	Br^- Br
138 227	99 197	62 122	69 125	198 116	196 114
Rb^+ Rb	Sr^{2+} Sr	In^{3+} In	Sb^{3-} Sb	Te^{2-} Te	I^- I
148 248	113 215	92 163	89 145	221 143	220 133

مِفْتَاحُ العُنصُر

1. أيُّهما أكبرُ حجمًا: أيونُ الصوديوم Na^+ أم ذرَّتُهُ المتعادلةُ Na؟
2. أيُّهما أكبرُ حجمًا: أيونُ الكلوريد Cl^- أم ذرَّتُهُ المتعادلةُ Cl؟
3. رتِّب الأيونات: Be^{2+}، Li^+، B^{3+} من الأكبر حجمًا إلى الأقل حجمًا.
4. أيُّ الأيونين أصغرُ حجمًا: F^- أم O^{2-} ؟
5. أيُّ الأيونين أصغرُ حجمًا: F^- أم N^{3-} ؟
6. أيُّ الأيونين أكبرُ حجمًا: B^{3+} أم In^{3+} ؟
7. أيُّ الأيونين أكبرُ حجمًا: Se^{2-} أم Te^{2-} ؟

التَّحليلُ:

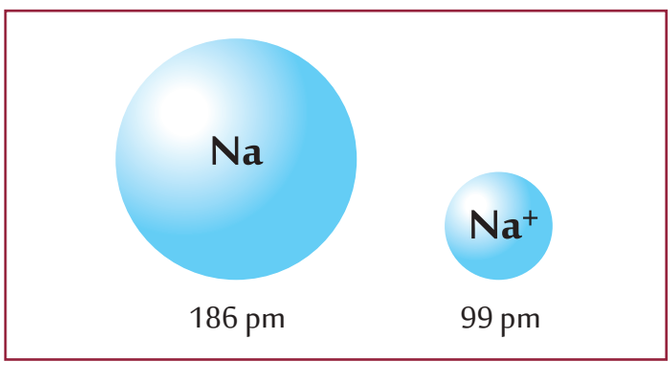
1. كيف يتغير حجمُ الأَيون الموجَب مقارنة بحجم ذرَّتِهِ المتعادِلةِ؟
2. كيف يتغير حجمُ الأَيون السَّالب مقارنة بحجم ذرَّتِهِ المتعادِلةِ؟
3. كيف تتغير أحجامُ الأَيونات بالانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة الواحدة للجَدول الدَّوْريّ؟
4. كيف تتغير أحجامُ الأَيونات بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ في الدَّوْرة الواحدة للجَدول الدَّوْريّ؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

تفكير ناقد : توقع أيهما أصغر حجمًا Mg^{2+} أم Mg^{1+} .

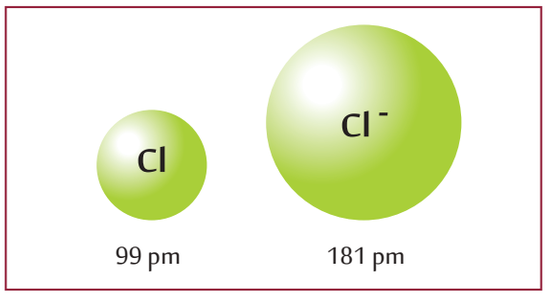
.....

في الفلزات بوجه عام عندما تفقِدُ الذَّرَّةِ إلِكتروناتِ التَّكافُؤِ فإنه يصغر حجمها، وكما تلاحظ من النشاط السابق؛ فإنَّ حجمَ الأيون الموجَب أصغرُ من حجمِ ذرَّتِهِ المتعادِلةِ. أي أنَّ نِصْفَ قُطْرِ الأيون الموجَب أصغرُ من نِصْفِ قُطْرِ ذرَّتِهِ المتعادِلةِ. ويفسَّر ذلك بأن فقد الذَّرَّةِ لإلِكتروناتِ التَّكافُؤِ يؤدي إلى فراغ المستوى الخارجي للذَّرَّةِ؛ وبذلك يقل عدد الإلِكتروناتِ المتبقية؛ فيزداد تجاذبُها مع النَّواةِ الموجَبةِ الشُّحنةِ، فينقُص نِصْفُ قُطْرِ الأيون. انظر الشكل (1-12)؛ الذي يوضِّح العَلاقَةَ بين الذَّرَّةِ المتعادِلةِ وأيونِها الموجَب.



الشكل 1-12 يوضِّح العَلاقَةَ بين الذَّرَّةِ المتعادِلةِ وأيونِها الموجَب.

وفي المقابل، في اللافلزات عندما تكتسب الذَّرَّةُ إلِكترونًا أو أكثر فإنه يزدادُ حجمُها، وكما لاحظتَ من النشاط السابق، فإنَّ حجمَ الأيونِ السَّالبِ أكبرُ من حجمِ ذرَّتِهِ المتعادِلةِ؛ أي أنَّ نِصْفَ قُطْرِ الأيونِ السَّالبِ أكبرُ من نِصْفِ قُطْرِ ذرَّتِهِ المتعادِلةِ. ويفسَّر ذلك بأن إضافة إلكترون إلى المستوى الخارجي للذَّرَّةِ يجعل عدد الإلكترونات السالبة أكبر من البروتونات الموجبة في النواة مما يؤدي إلى ازدياد تنافر الإلِكتروناتِ ببعضها وتندفع بقوة نحو الخارج وبذلك تزدادُ المسافةُ بين تلك الإلِكتروناتِ ويضعُفُ تجاذُبُها مع النَّواةِ فيزداد نِصْفُ قُطْرِ الأيون. أُنظُر الشكل (1-13)؛ الذي يوضِّح العَلاقَةَ بين الذَّرَّةِ المتعادِلةِ وأيونِها السَّالبِ:



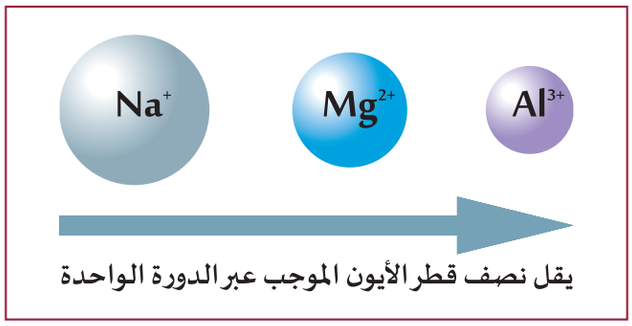
الشكل 1-13 يوضح العَلاقَةَ بين الذَّرَّةِ المتعادِلةِ وأيونها السالب.

اختبر نفسك

ما سببُ زيادة نصف قُطر الأيونِ السالب ونقْص نِصف قطر الأيونِ الموجَب عن نِصف القُطر الذَّري لكلٍّ منهما.

تدَرُّجُ نِصْفِ القُطْرِ الأيوني عَبْرَ الدَّوْرة الواحِدة
Ionic radius trend through Periods

تَتدَرَّجُ أنصافُ أقطارِ الأيوناتِ الموجَبةِ والسالبة لذَرَّاتِ العَناصِرِ الممثَّلة عَبْرَ الدَّوْرةِ الواحدة. فتلاحظ من خلال عَناصِرِ المجموعاتِ الثلاثِ الأولى والتي تكَوِّن أيوناتٍ موجَبَةً، أنه بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمين عَبْرَ الدَّوْرة الواحدة يتناقصُ حجمُ الأيونِ الموجَب، فيقِلُّ نِصْفُ قُطْرِه؛ فمثلًا نجدُ أنَّ أيونات Al^{3+} ، Mg^{2+} ، Na^{+} في الدَّوْرة الثالثة تَتدَرَّجُ في حجمِها، كما في الشكل (1-14)؛ الذي يبينُ تناقص نِصْفِ قُطْرِ الأيونِ الموجَبِ عَبْرَ الدَّوْرة الواحدةِ مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ.



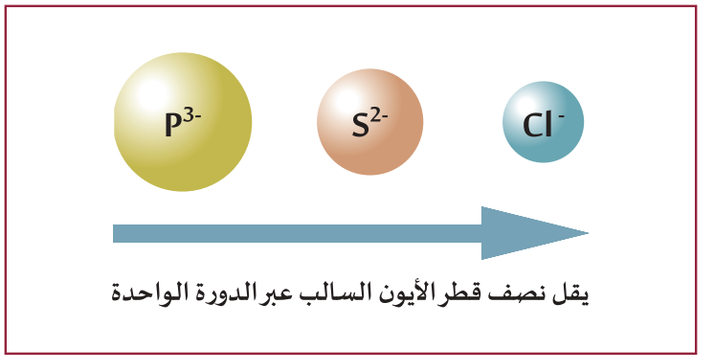
الشكل 1-14 تدرج أنصاف أقطار الأيونات الموجبة لذرات العناصر الممثلة عبر الدورة الواحدة.

ويمكن تفسيرُ ذلك بزيادةِ قوَّةِ التجاذُب بين النَّواةِ موجَبَةِ الشُّحنةِ والإلِكتروناتِ المتبقيَّةِ في الأَيون؛ إذ أن عدد البروتونات في النَّواةِ يزداد بالانتقال من اليسار إلى اليمين، وبذلك عندما تفقِدُ الذَّرَّةُ إلِكتروناتِ تكافُئِها فإنه يتبقى عددٌ ثابتٌ من الإلِكتروناتِ يكون أقل من عدد البروتونات الموجبة مما يسمحُ بزيادة قوةِ جذب النَّواةِ لإلِكتروناتِ المستوى الخارجي لتصبحَ أقربَ إلى النَّواةِ فيقل حجمُ الأيون الموجب. انظر الجَدول (1-8).

الخاصِّيَّةُ	$_{11}Na^{1+}$	$_{12}Mg^{2+}$	$_{13}Al^{3+}$
التَّركيبُ الإلِكترونيُّ للذَّرَّةِ	2،8،1	2،8،2	2،8،3
التَّركيبُ الإلِكترونيُّ للأيون	2،8	2،8	2،8
عدد البروتونات في النَّواةِ (العدد الذَّرِّيّ)	11	12	13
عدد الإلِكتروناتِ المفقودةِ	1	2	3
عدد الإلِكتروناتِ المتبقية في الأيون	10	10	10
نِصْفُ قُطْرِ الأيون (pm)	99	65	50

الجَدول 1-8 التَّركيبُ الإلِكترونيُّ لبعضِ الأيوناتِ الموجبة.

وكذلك الحالُ في الأيوناتِ السَّالبة، فإنه أيضًا بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ عَبْرَ الدَّوْرة الواحدة يتناقص حجم الأيون السالب. فتلاحظ من خلال عَناصِرِ المجموعات 15،16،17 والتي تُكوِّنُ أيونات سالبة، أنه بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ عَبْرَ الدَّوْرة الواحدة يتناقص حجم الأيون السالب فيقل نِصْفُ قُطْرِه، فمثلًا نجد أن أيونات Cl^{1-}، S^{2-} ، P^{3-} في الدَّوْرة الثالثة تَتدَرَّجُ في حجمها، كما في الشكل (1-15)؛ الذي يبين تناقص نِصْفِ قُطْرِ الأيون السالب عَبْرَ الدَّوْرة الواحدة مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ.



الشكل 1-15 تدرج أنصاف أقطار الأيونات السالبة لذرات العناصر المثلة عبر الدورة الواحدة.

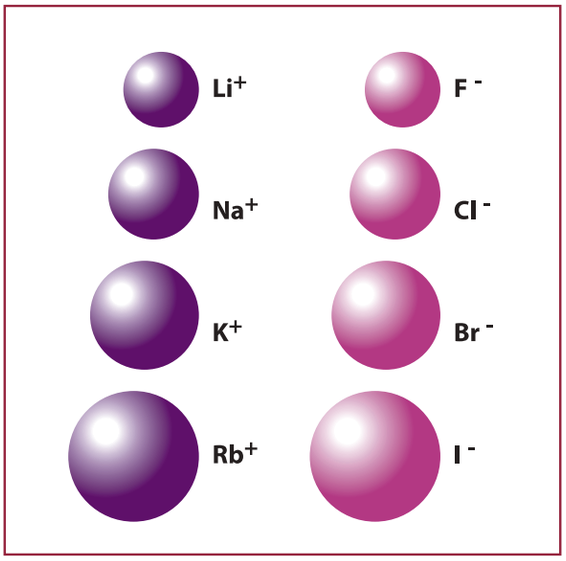
ويمكن تفسير ذلك بأنه كلما تمَّ إضافةُ إلِكترون إلى المستوى الخارجي للذَّرَّةِ، تزدادُ قوةُ تنافر الإلِكتروناتِ عن بعضِها، ويزداد اندفاعُها نحو الخارج، وتضعُف قوةُ انجذابها نحوَ النَّواةِ؛ وبذلك يكبُرُ حجمُ الأَيونِ السَّالبِ النَّاتِجِ. انظر الجَدول(1-9).

الخاصِّيَّةُ	$_{17}Cl^{1-}$	$_{16}S^{2-}$	$_{15}P^{3-}$
التَّركيبُ الإلِكترونيُّ للذَّرَّةِ	2،8،7	2،8،6	2،8،5
التَّركيبُ الإلِكترونيُّ للأيون	2،8،8	2،8،8	2،8،8
عدد البروتونات في النَّواةِ (العدد الذَّرِّيّ)	17	16	15
عدد الإلِكتروناتِ المكتسبةِ	1	2	3
عدد الإلِكتروناتِ في الأيون	18	18	18
نِصْفُ قُطْرِ الأيون (pm)	181	184	212

الجَدول 1-9 التَّركيبُ الإلِكترونيُّ لبعضِ الأَيوناتِ السالبة

تدَرُّجُ نِصْفِ قُطْرِ الأيوني خلال المجموعةِ الواحدةِ
Ionic radius trend within groups

عند الانتقال في المجموعة الواحدة من أعلى إلى أسفل، يزداد عدد مستويات الطاقة الرئيسة، وبذلك يزداد بُعد إلِكتروناتِ مستوى الطاقة الخارجي عن النَّواةِ، فيزداد حجم الأيون؛ أي يزدادُ نِصْفُ قُطْرِ كل من الأيون الموجَب والأيون السالب .انظر الشكل(1-16)؛ الذي يوضح زيادة أحجام الأيونات في المجموعة الواحدة بالانتقال من أعلى إلى أسفل.



الشكل 1-16 يوضِّح زيادةَ أحجامِ الأيونات في المجموعة الواحدةِ بالانتقال من أعلى إلى أسفل.

اختبر نفسك

- رتّب الأيونات الآتية تصاعديًّا حسَبَ حجمِها: $_{9}F^{1-}$ ، $_{8}O^{2-}$ ، $_{3}Li^{1+}$ ، $_{4}Be^{2+}$
- أيُّ الأيونَين له أكبرُ نِصْفِ قُطْرٍ في أزواجِ الأيوناتِ الآتيةِ:
  a. K^{1+} أم Ca^{2+}؟
  b. F^{1-} أم N^{3-}؟
  c. Al أم Al^{3+}؟
  d. P^{3-} أم P ؟

التَّوْصيل الكهرَبائي Electrical Conductivity

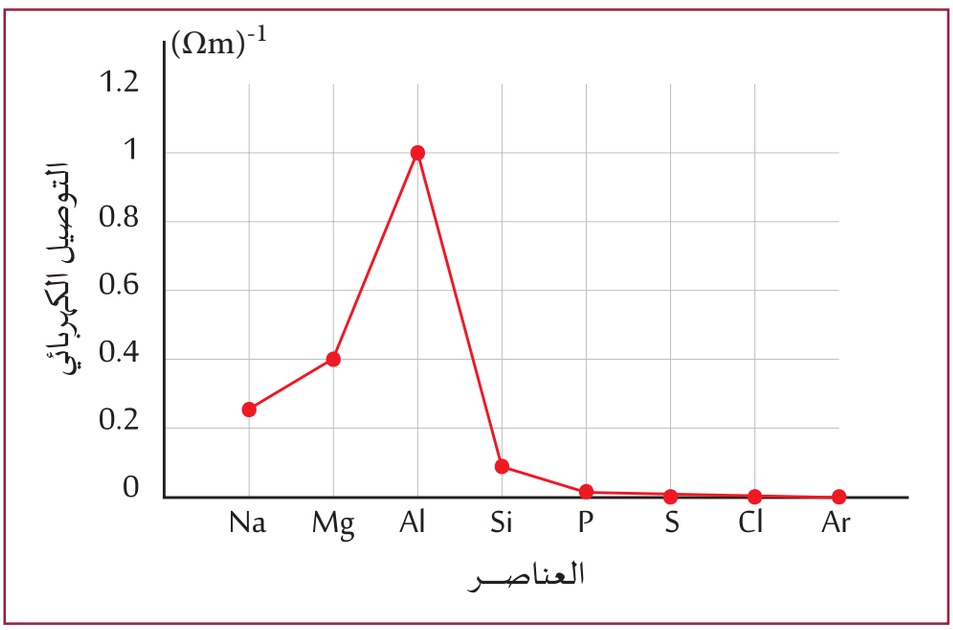
يُقصد بالتَّوْصيل الكهرَبائي Electrical Conductivity قابليةُ المادَّةِ لتدفُّقِ الإلكتروناتِ من نقطة إلى أخرى خلالَها. وقد درسْتَ سابقًا أن الفِلِزَّات عمومًا توصل التيار الكهرَبائي؛ ويُعزى ذلك إلى وجودِ إلكتروناتِ حُرَّةِ الحركةِ في مستوى الطاقة الخارجي، تقومُ بنقلِ الحرارةِ والكهرَباء بسهولةٍ عَبْرَ بلُّورةِ الفِلِزّ.

تدَرُّجُ خاصِّيَّةِ التَّوْصيلِ الكهرَبائي عَبْرَ الدَّوْرات وعَبْرَ المجموعات:

عَبْرَ الدَّوْرةِ الواحدة يوضِّح الشكلُ (1-17) التَّدَرُّجَ في خاصِّيَّةِ التَّوْصيل الكهرَبائي لعَناصِرِ الدَّوْرة الثالثة في الجَدول الدَّوْريّ.

سُؤال الشَّكل

صِفْ تدرُّجَ خاصّيةِ التَّوصيلِ الكَهربائي في الدَّورة الثَّالثةِ في الجَدول الدَّوري؟



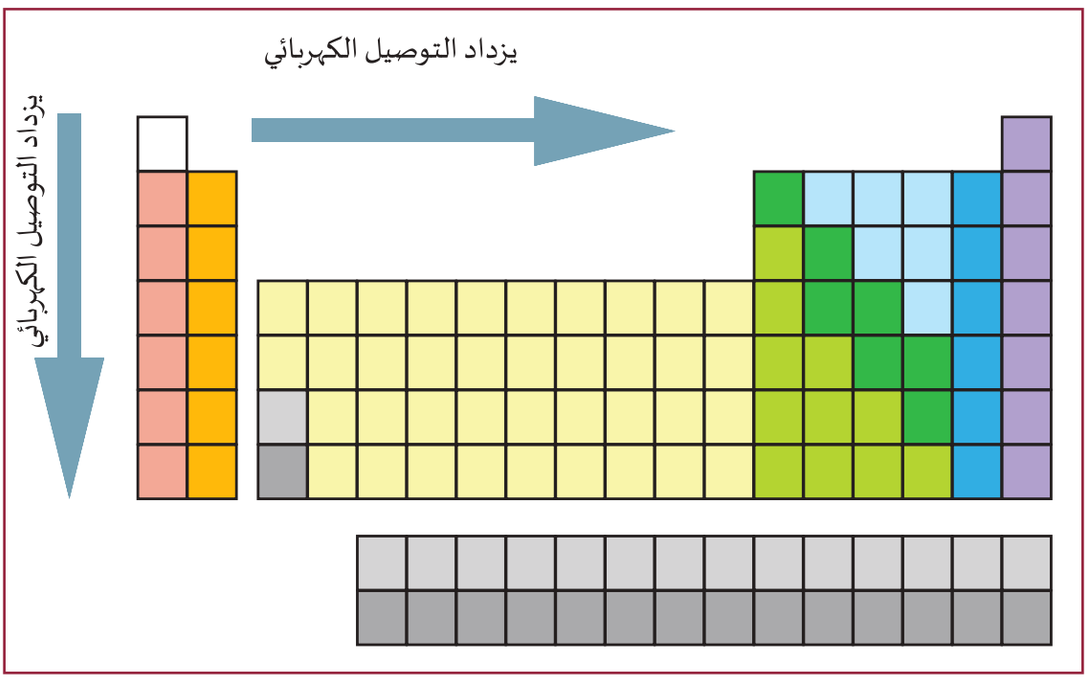
الشكل 1-17 التَّدَرُّجُ في خاصِّيَّةِ التَّوْصيل الكهرَبائي لعَناصِرِ الدَّوْرة الثالثة في الجَدول الدَّوْريّ.

لاحِظْ من الرسم البياني السابق لعَناصِرِ الدَّوْرة الثالثة أن التَّوْصيل الكهرَبائي يزداد عندَ الانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ عَبْرَ الدَّوْرة الواحدة من عناصر المجموعة الأولى وحتى عناصر المجموعة الثالثةَ عشرة، ثم يقل من عناصر المجموعة الرابعة عشرة حتى نهاية الدَّوْرة.

وتلاحظ أنَّ خاصِّيَّةَ التَّوْصيل الكهرَبائي مرتفعةٌ نسبيًّا لعُنصُر الصوديوم الذي يمتلك إلكترونًا واحدًا حر الحركة في مستوى الطاقة الخارجي له، ويزداد التَّوْصيل الكهرَبائي لعُنصُر الماغنسيوم بشكل أكبر؛ وذلك لامتلاكِه إلكترونَين حرّا الحركة في مستوى الطاقة الخارجي له، ويزدادُ ارتفاعُ التَّوْصيل الكهرَبائي لعُنصُر الألومنيوم؛ لامتلاكِه ثلاثة إلِكتروناتٍ حُرَّةِ الحركة في مستوى الطاقة الخارجي؛ ولهذا فإنه بشكل عام كلما زاد عددُ الإلِكتروناتِ حُرَّةِ الحركة في مستوى الطاقة الخارجي لذَرَّةِ الفلز، زادتْ قدرةُ ذلك العُنصُر الفِلِزّي على التَّوْصيل الكهرَبائي.

خلال المجموعةِ: لا توجد اتجاهات واضحة للتَّدرُّجِ في خاصِّيَّةِ التَّوْصيل الكهرَبائي للعَناصِرِ عَبْرَ المجموعات. ولكن يمكن القول بشكل عام أن عَناصِرَ مجموعات الفِلِزَّات جيِّدة التَّوْصيل للكهرَباء، أما عَناصِرُ مجموعات اللافِلِزَّات فهي رديئة التَّوْصيل أو لا توصل التيار الكهرَبائي.

وبشكل عام، يزداد التَّوْصيل الكهرَبائي للعَناصِرِ الفلزية عند الانتقال من أعلى المجموعة الواحدة إلى أسفلها، بسبب زيادة حجم الذَّرَّةِ وابتعاد إلِكتروناتِ المستوى الخارجي عن النَّواةِ وضعف تجاذبها معها، مما يسمح لها بحرية حركة أكبر. انظر الشكل (1-18).

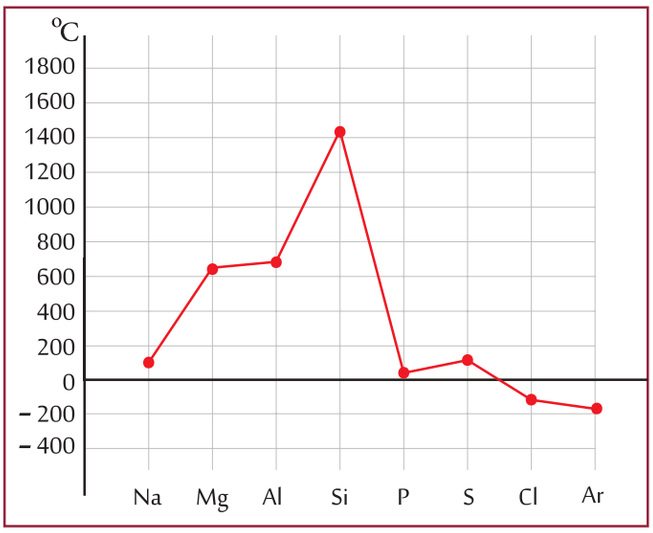


الشكل 1-18 التَّدَرُّجُ في خاصِّيَّةِ التَّوْصيل الكهرَبائي للعَناصِرِ في الجَدول الدَّوْريّ.

درجة الانصهار Melting point

تعرف درجة الانصهار بأنها درجة الحرارة التي تبدأ عندها المادة بالتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة. وتعتمد درجة الانصهار على نوع الروابط بين الذَّرَّاتِ وقوى التجاذب بين الجزيئات؛ إذ كلما زادت قوى الروابط أو قوى التجاذب ارتفعت درجة الانصهار حيث يلزم طاقة أعلى للتغلب على تلك القوى.

وبالنظر إلى العَناصِرِ الممثَّلة في الدَّوْرة الواحدة للجَدول الدَّوْريّ، فإنها تبدأ بعَناصِرِ الفِلِزَّات يسار الجَدول، وترتبط ذَرَّاتُ العُنصُرالواحد بالرابطة الفلزية، وتزداد قوة الرابطة الفلزية بزيادة عدد إلكتروناتِ التَّكافُؤِ لهذه الفِلِزَّات مما يؤدي إلى زيادة درجة انصهارها بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ للمجموعات 1، 2، و3. ثم يلي ذلك عَناصِرُ المجموعة الرابعة عشرة ذات درجات الانصهار العالية جدًّا بسبب قدرة عَناصِرِ هذه المجموعة على تكوين تراكيب شبكية تساهمية ضخمة، فتحتاج إلى طاقة عالية جدًّا للتغلب على قوة الروابط التساهمية كما في عُنصُري الكربون والسيليكون، ثم تبدأ درجات انصهار اللافِلِزَّات بالانخفاض تدريجيًّا عند الانتقال من المجموعة الخامسة عشرة حتى المجموعة الثامنة عشرة والتي لها أقل درجات انصهار. ويعزى السبب في انخفاض درجات انصهار اللافِلِزَّات إلى ضعف قوى التجاذب بين جزيئاتها. انظر الشكل (1-19).



الشكل 1-19 رسمٌ بيانيٌّ يوضح التَّدَرُّجَ في درجات الانصهارِ لعناصر الدَّوْرة الثالثة من الجَدول الدَّوْريّ.

ويبيّن الجَدولُ 1-10 تدَرُّجَ القِيَمِ التقريبيةِ لدرجةِ الانصهارِ لعَناصِرِ الدَّوْرة الثالثة بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ.

الجَدول 1-10	تدَرُّجُ القيم التقريبية لدرجة الانصهار لعَناصِرِ الدَّوْرة الثالثة							
العُنصُر	Ar	Cl	S	P	Si	Al	Mg	Na
درجة الانصهار (°C)	-189	-101	115	44	1414	660	650	97

اختبر نفسك

- فسِّر. درجة انصهار Al أعلى من K.
- فسِّر. لعُنصُر الكربون أعلى درجة انصهار بين عَناصِرِ الدَّوْرة الثانية من الجَدول الدَّوْريّ.

مُراجعَةُ الدَّرْسِ الثالث

الأفكار الرئيسة:

- نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ للفِلِزَّات هو نِصْفُ المسافةِ بين نواتَي ذرَّتَين متجاورتين في التَّركيبِ البلوري للعُنصُر.
- نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ للافِلِزَّات هو نِصْفُ المسافةِ بين نواتَي ذرَّتَي عُنصُر في الحالة الغازية بينهما رابطة تساهمية للجزيئات ثنائية الذَّرَّة.
- في الدَّوْرة الواحدة يقل نِصْفُ قُطْرِ الذَّرَّةِ بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ.
- في المجموعة الواحدة يزداد نِصْفُ قُطْرِ الذَّرَّةِ بالانتقال من أعلى إلى أسفل.
- حجم الأيون الموجَب أصغر من حجم ذرَّتِهِ المتعادِلةِ، بينما حجم الأيون السالب أكبر من حجم ذرَّتِهِ المتعادِلةِ.
- في الدَّوْرة الواحدة يقل حجم الأيون الموجَب وكذلك يقل الأيون السالب بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ.
- في المجموعة الواحدة يزداد حجم الأيون بالانتقال من أعلى إلى أسفل.
- في الدَّوْرة الواحدة يزداد التَّوْصيل الكهرَبائي لعَناصِرِ الفِلِزَّات بزيادة العدد الذَّرِّيّ بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ، بينما في اللافِلِزَّات فغالبيتها عديمة التَّوْصيل وبعضها رديء التَّوْصيل.
- في الدَّوْرة الواحدة تزداد درجات انصهار فِلِزَّات العَناصِرِ الممثَّلة بالانتقال مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ، بينما تنخفض، بشكل عام، درجات انصهار اللافِلِزَّات بالانتقال من المجموعة 15 إلى المجموعة 18، في حين تكون درجة انصهار عَناصِرِ المجموعة 14 بشكل عام مرتفعة جدًّا.

تقويمُ الدَّرْسِ الثالث

أولًا: أسئلةُ الاختيارِ من متعدِّد:

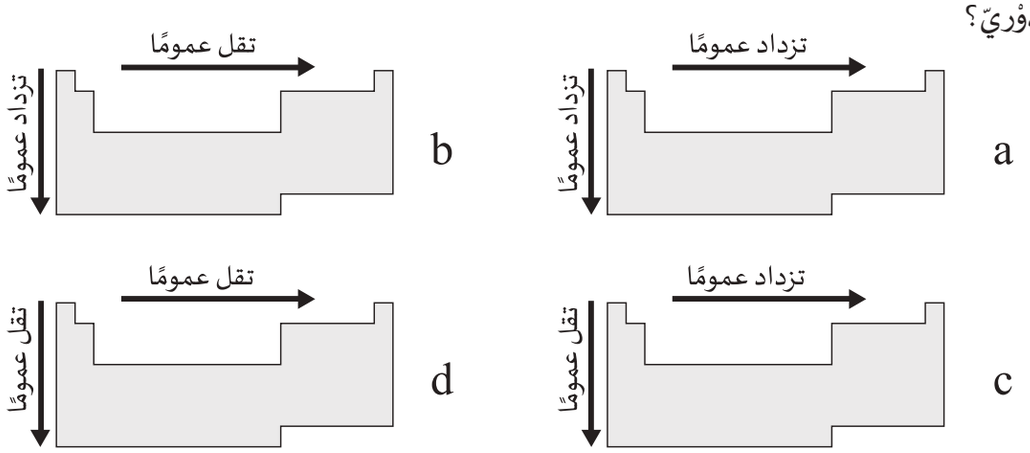
اختَرْ رمزَ الإجابةِ الصَّحيحةِ فيما يلي:

1. أيُّ من الذَّرَّاتِ الافتراضيَّةِ الآتيةِ تُعد الأكبرَ حجمًا؟
   a. $_{3}X$
   b. $_{9}Y$
   c. $_{5}Z$
   d. $_{11}W$

2. أي العبارات الآتية تصف تدرج نصف القطر الأيوني بشكل صحيح ؟
   a. يزداد في المجموعة الواحدة من الأسفل إلى الأعلى.
   b. يقل في المجموعة الواحدة من الأسفل إلى الأعلى.
   c. يقل في الدَّوْرة الواحدة بنقصان العدد الذَّرّيّ.
   d. يقل في المجموعة الواحدة بزيادة العدد الذَّرّيّ.

3. ما العُنصُر الأكثرُ توصيلًا للكهرَباء؟
   a. $_{12}Mg$
   b. $_{11}Na$
   c. $_{14}Si$
   d. $_{13}Al$

4. أيُّ الأشكالِ الآتيةِ تُمَثِّلُ التَّدَرُّجَ الصَّحيحَ في أنصاف أقطار الذَّرَّاتِ عَبْرَ المجموعات والدَّوْرات في الجَدول الدَّوْريّ؟



تابِع تقويمُ الدَّرْسِ الثالث

5. ما العُنصُر الأقلُّ درجةَ انصِهار؟

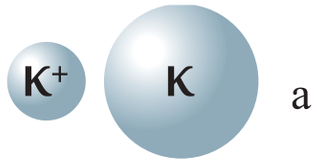
a. $_{14}Si$

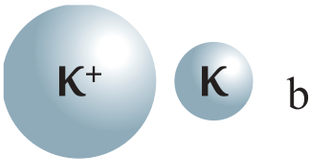
b. $_{13}Al$

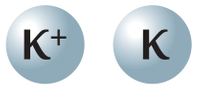
c. $_{17}Cl$

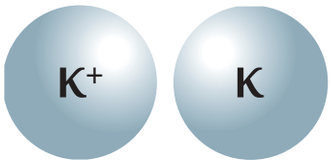
d. $_{11}Na$

6. أيُّ الأشكالِ الآتيةِ تُمَثِّلُ العَلاقَةَ بين نِصْفِ قُطْرِ ذَرَّةِ البوتاسيوم K ونِصْفِ قُطْرِ أيونها؟

a 

b 

c 

d 

ثانيًا: أسئلةُ الإجاباتِ القصيرةِ:

أَجِبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. **ما المقصودُ بكُلٍّ مِنْ:**

a. نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ.

b. درجة الانصهار.

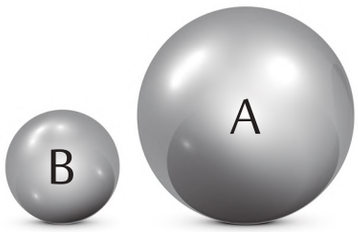
c. التَّوْصيل الكهرَبائي.

2. فسِّر لماذا يقل نِصْفُ قُطْرِ الذَّرَّةِ كلما اتجهنا مِنَ اليَسارِ إلى اليَمينِ عَبْرَ الدَّوْرة؟

3. كيف يتغير الحجمُ الذَّرِّيّ لعَناصِرِ المجموعةِ الواحدةِ عندَ الانتقالِ من أعلى إلى أسفل؟ فسِّر إجابتك.

تابِع تقويمُ الدَّرْسِ الثالث

4. لديك الشكلُ الآتي؛ والذي يُمَثِّلُ ذرَّتَي عُنصرين يختلفان في الحجم الذَّرِّيّ، تأمله جيّدًا، ثم أجبْ عن الأسئلة التي تليه:



a. إذا كانت A تُمَثِّلُ أيونًا، وB تُمَثِّلُ ذَرَّةَ العُنصُر نفسه، فهل يكون الأيون موجبًا، أم سالبًا؟ فسِّر ذلك.

b. إذا كان A وB يُمَثِّلان نِصْفَي قطري ذرَّتَي عُنصرين في الدَّوْرة نفسها، فما ترتيبهما في الدَّوْرة؟

c. إذا كان A وB يُمَثِّلان نِصْفَي قطري ذرتي عُنصرين في المجموعة نفسها، فما ترتيبهما في المجموعة؟

5. لديك الجَدولُ الآتي؛ والذي يُمَثِّلُ عددَ إلكتروناتِ التَّكافُؤِ لعَناصِرِ افتراضية تقع في الدَّوْرة الثانية من الجَدول الدَّوْريّ، ادرسه جيّدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

رمز العُنصُر الافتراضي	X	Y	Z	W
عدد إلكتروناتِ التَّكافُؤِ	3	2	5	7

- حدِّد رمز العُنصُر الافتراضي:

a. الأعلَى توصيلًا للكهرَباء.

b. الأقلّ درجةَ انصِهار.

c. الأكبر نِصْفَ قُطْرٍ ذَرِّيّ.

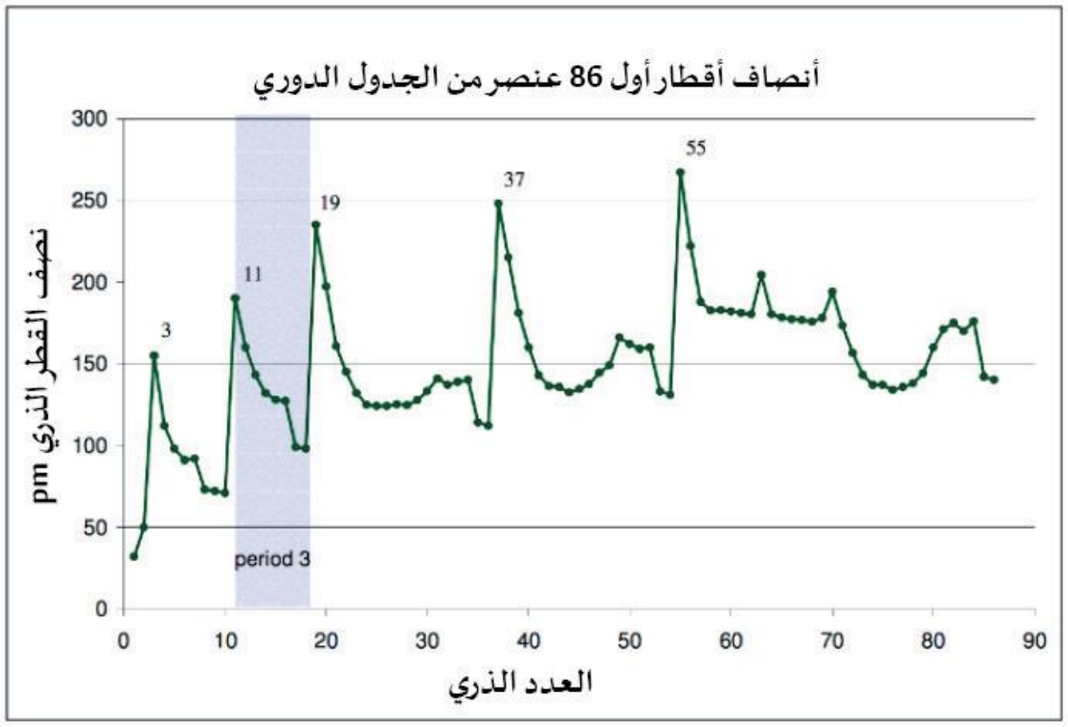
d. الأصغر حجمًا ذريًّا.

e. الذي يُكوِّن أيونًا موجبًا له أصغرُ حجمٍ.

f. الذي يُكوِّن أيونًا سالبًا له أصغرُ حجمٍ (Z أم W)؟

تابِع تقويمُ الدَّرْسِ الثالث

6. يُمَثِّلُ الرَّسمُ البيانيُّ الآتي أنصافَ أقطارِ ذَرَّاتِ بعض عَناصِرِ الجَدولِ الدَّوْريّ، مُقَدَّرةً بالبيكوميتر، أُدْرُسْهُ جيِّدًا، ثم أَجبْ عن الأسئلةِ التي تليه:



a. حدِّدْ العَدد الذَّري في الرَّسمِ البيانيِّ أعلاه لكل من الذرة الأصغر حجم ذري والذرة الأكبر حجم ذري؟

b. ما العَناصِرُ الخمسة التي تُمثِّلُها القِممُ في الرَّسمِ البيانيِّ أعلاه؟

c. كيف يتدرَّجُ نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ خلالَ الدَّوْرةِ الثالثةِ؟

تحفيز:

d. كيف يتدرَّجُ نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ في عناصر مجموعة الغازاتِ النَّبيلةِ في الرسم البياني أعلاه؟

الدَّرْسُ الرَّابعُ 4-2

النَّشَاطُ الكِيمْيَائِيُّ لِلْعَنَاصِرِ
Chemical Reactivity Of Elements

التَّجارِبُ والأنشِطة

1-8 تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ الْقَلَوِيَّةِ مَعَ المَاءِ.

1-9 تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ مَعَ الأُكْسِجِينِ.

1-10 تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ الْقَلَوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ مَعَ المَاءِ.

1-11 تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ مَعَ الأُكْسِجِينِ.

مُخرَجاتُ التَّعلُّمِ

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يصف الخواص الكيميائيةِ للعناصرِ ومُرَكَّباتِها البسيطةِ ضِمْنَ المجموعاتِ: VIII , VII , II , I .**
- **يَتَوقَّعُ التفاعلاتِ الممكنةَ والنشاطَ الكيميائيَّ المحتمَلَ للعناصِرِ من خلال مواقعِها في الجَدولِ الدَّوريِّ.**

المُفرَداتُ الرَّئيسَةُ

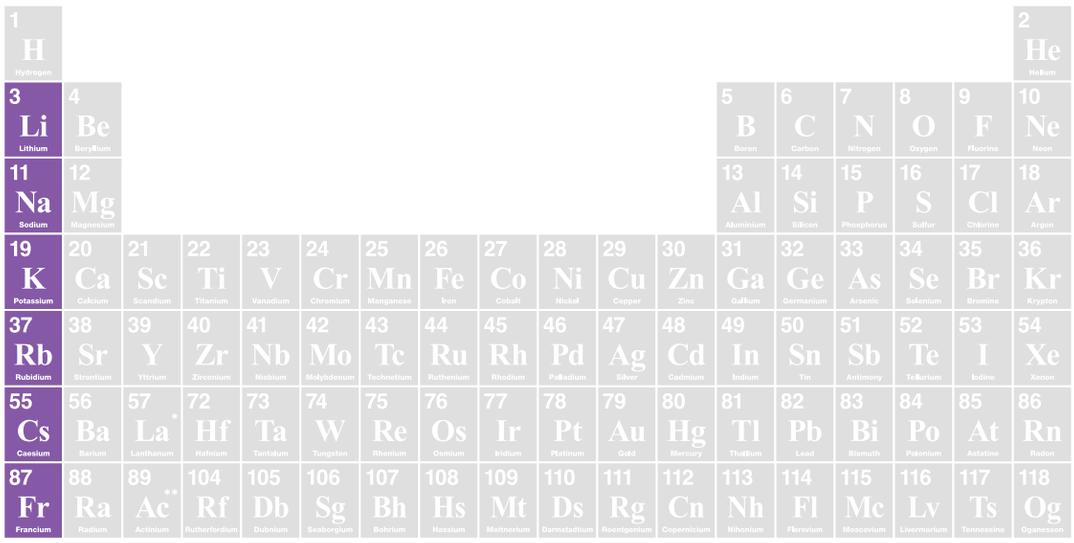
الفِلِزَّاتُ القَلَوِيَّةُ	Alkali Metals
الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ	Alkaline Earth Metals
الهَالُوجِينَات	Halogens
الغَازَاتُ النَّبِيلَةُ	Noble Gases
تَفَاعُلُ الاسْتِبْدالِ (الإحْلالُ)	Substitution Reaction

خَصَائِصُ عَنَاصِرَ بَعْضِ المَجْمُوعَاتِ فِي الجَدْوَلِ الدَّوْرِيّ
Properties of Elements of Some Groups in Periodic Table

يحوي الجَدولُ الدَّوريُّ ثماني مجموعاتٍ من العناصر المُمَثِّلة. ستتناول في هذا الدَّرس أربعةً منها، وهي: المجموعةُ الأولى والمجموعةُ الثانية، والمجموعةُ السابعةَ عشْرة (VII A)، والمجموعةُ الثامنةَ عشْرة (الصِّفرية).

أولًا: عَناصِرُ المجموعةِ الأولى Group (I) Elements

يُطلَقُ على عناصر المجموعة الأولى، باستثناء عنصر الهَيدروجين، اسمَ **الفِلِزَّاتِ القلَويّةِ Alkali metals**، نسبةً إلى كلمة القليAlquili وهي التسمية التي اطلقها العلماء المسلمين نسبة إلى رمادُ نباتٍ عُرف منذ القِدَم، ويحوي على كَربونات كلٍّ من البوتاسيوم والصُّوديوم، ومن هنا أُطلِق هذا الاسمُ على كامل المجموعة الأولى، والتي تشمل ستةَ عناصر هي: اللِّيثيوم Li، الصُّوديوم Na، البوتاسيوم K، الروبيديوم Rb، السِّيزيوم Cs، والفرانسيوم Fr، انظر الشكل (1-20) .



الشكل 1-20: الفِلِزَّاتُ القلَويَّةُ في المجموعةِ الأولى من الجَدولِ الدَّوريّ.

إثراء ابحثْ عن جهودِ أشهرِ عُلماء المسلمين في الكيمياء.

الخَصائصُ الفِيزِيَائِيَّةُ لِلفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ
Physical Properties of Alkali Metals

تمتازُ عناصرُ هذه المجموعة بلونها الفِضِّي، انظر الشكل (1-21)، وهي ليِّنةٌ مقارنةً مع الفِلِزَّاتِ الأخرى، ولها درجات انصهار منخفضة نسبيًّا حيث تقل درجاتُ انصهارِها بالانتقال مِن أعلى المجموعةِ إلى أسفلِها وذلك بسبب ضعف قوة الرابطة الفلزية.

الصوديوم البوتاسيوم الليثيوم

الشكل 1-21 شكل بعض الفِلِزَّاتِ القلويَّةِ في المجموعة الأولى من الجَدولِ الدَّوريّ.

تتباين الفِلِزَّاتُ القلَويَّةُ في سلوكِها الفِلِزّي، حيثُ يقع العُنصرُ الأكثرُ خاصّيةً فِلِزيةً أسفلَ المجموعة، أي أنَّ الخواصَّ الفِلِزّيَّةَ تزدادُ بالانتقال من الأعلى إلى الأسفلِ في المجموعة؛ ولذلك نجد أن عُنصُرَ البوتاسيوم مثلًا يمتلك خواصًّا فِلِزيةً أكثرَ من عُنصُرِ الليثيوم.

اختبر نفسك

رتّب العناصرَ الآتيةَ تصاعديًّا حسَب الخواصِّ الفِلِزّيَّةِ: Li , Na , K

الخصائصُ الكِيميائِيَّةُ لِلفِلِزَّاتِ القَلَويَّةِ

Chemical Properties of Alkali metals

تُعَدُّ عناصرُ المجموعة الأولى أنشطَ الفِلِزَّاتِ كيميائيًّا؛ لاحتوائها على إلِكترونِ تكافُؤٍ واحد في المستوى الخارجي يمكِنُ أن تفقِده بسهولة، لتصِلَ إلى حالةِ استقرار تُشبِهُ التركيبَ الإلِكترونيَّ لأقربِ غازٍ نبيل، ولذلك لا توجَدُ منفردةً في الطبيعة، بل تتفاعَلُ بسرعةٍ مع عناصرَ أخرى، ولهذا توجَد على شكل أيوناتٍ أحاديةٍ موجَبة، متَّحدة مع أيونات سالبة. ومن أشهرِ المرَكَّبات التي تكوّنها عناصرُ المجموعة الأولى، كلوريدُ الصُّوديوم NaCl المعروف بملح الطَّعام.

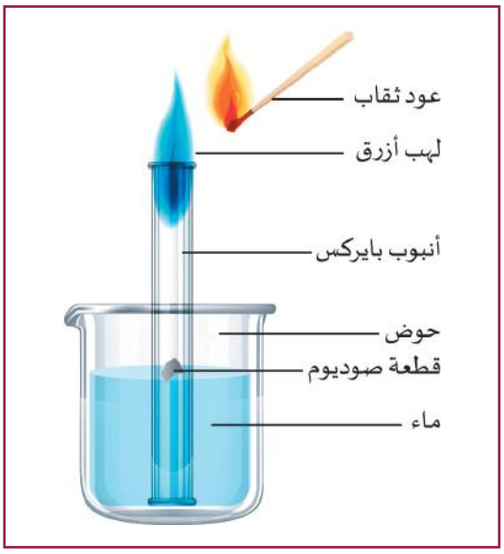
1. تَفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلويَّةِ مَعَ المَاءِ Reaction of Alkali Metals with Water

تمتازعناصرُ المجموعة الأولى بتفاعُلِها مع الماء بشِدَّة عند درجة حرارة الغُرفة، مكوّنةً محلولَ هيدروكسيد الفِلِزّ الذي يُرمَزُ له بشَكلٍ عام بالرَّمز (MOH)؛ حيث يشير الرمزُ M إلى أيّ فِلِزٍّ من فِلِزَّاتِ المجموعة الأولى. ويكُون لِمحلولِ هيدروكسيد الفِلِزّ تأثيرٌ قاعديٌّ؛ حيثُ يغيّرُ لونَ ورقةِ تَبّاعِ الشَّمسِ الحمراءِ إلى اللَّون الأزرقِ، ويتصاعد غازُ الهَيدروجين وتنتُج حرارةٌ من هذا التَّفاعُلِ تكُونُ كافيةً لإشعال الهَيدروجين؛ لذلك لا يُستخدمُ الماءُ في إطفاء الحرائقِ الناتجةِ عن اشتعال أحَدِ الفِلِزَّاتِ القلويَّةِ مثلَ الصُّوديوم.

نشاط 1-8	تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلويَّةِ مَعَ المَاءِ
الهدفُ	يستقصي تفاعُلَ بعضِ الفِلِزَّاتِ القلويَّةِ مع الماء.
الموادُّ والأدَواتُ	قِطَعٌ صغيرةٌ من كُلٍّ مِنْ: الليثيوم، والصُّوديوم، حَوضٌ زجاجي، ماء مُقّطر، مِلقَط، سِكّين، أُنبوبُ بايركس مفتوحُ الطَّرفين، أوراق تَبَّاعِ الشَّمسِ الحمراءِ والزَّرقاءِ، قَطَّارةٌ.
الأمنِ والسَّلامةِ	استخدِم المِلقَط عند التعاملِ مع الفِلِزَّاتِ القلويَّةِ؛ فهي شديدةُ التفاعُلِ مع الماء وقابلةٌ للاشتعال. (يُجرى النشاط من قبل المعلم).

خُطُواتُ العملِ:

1. ضعْ كَمِّيةً من الماء في الحَوض الزُّجاجي إلى منتصفِه.
2. ضعْ أنبوب بايركس في الحَوض على أن يكونَ أحَدُ طرفيه فوقَ سطحِ الماء كما في الشَّكل.
3. اِقطَعْ -باستخدام السِكّين، ومستعينًا بالمِلقَط- قِطعةً صغيرةً من الصُّوديوم (بحجم حَبَّة العدَس).
4. استخدم المِلقَط لوضع قِطعةِ الصُّوديوم في أُنبوبِ بايركس في الحَوض الزُّجاجي. ماذا حدَث؟
5. ضعْ قَطْرةً من المحلولِ باستخدام القَطَّارة، على ورقةِ تَبَّاعِ الشَّمسِ الحمراء، ثمَّ ضع قَطرةً أُخرى على ورقةِ الزَّرقاء، ولاحظ أيَّ الورقتين يتغير لونُها.
6. كرِّر الخطواتِ السابقةَ مستخدمًا قِطَعة من اللَّيثيوم. (يمكن الاستعانةُ بعَرض فيديو عند عدمِ توافُرِ الموادِّ المطلوبة وفي حالة عنصر البوتاسيوم لخطورة اجراء التجربة في المختبر).



التَّحليلُ :

1. هل تفاعَلَ الصُّوديوم مع الماء؟ كيف عرفتَ ذلك؟
2. هل تفاعَلَ الليثيوم مع الماء؟ كيف عرفتَ ذلك؟
3. أُكتبْ مُعادَلة رمزيةً موزونةً تمثِّلُ تفاعُلَ الصُّوديوم مع الماء.
4. ما اسمُ الغازِ النَّاتج من هذه التفاعُلات؟ كيف يمكِنُ الكشفُ عنه؟
5. أيُّهما أنشطُ كيميائيًّا: الصُّوديوم أم الليثيوم؟ كيف عرفتَ ذلك؟
6. ما طبيعةُ المحاليلِ النَّاتِجةِ (حِمضيةٌ أم قاعِديةٌ)؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

استقصاء : اقترِحْ مع زملائك طريقةً لحِفظ الصُّوديوم أو البوتاسيوم في المختَبر. ناقش النَّتائجَ مع مدرِّسك.

لعلك لاحظتَ أن الصُّوديوم يتميز بدرجة عاليةٍ من النشاط، ويتفاعلُ مع الماء بشدّة .انظر الشكل(1-22)؛ لذلك فهو يُحفظ تحت سطح الكِيروسين؛ لأنه يشتعل تلقائيًّا في حال ملامسته للهواء أو للماء. ويمكن تمثيلُ التَّفاعُلِ الحاصل بين الفِلِزَّاتِ القلويَّةِ والماء بالمُعادَلة اللفظيةِ الآتية:

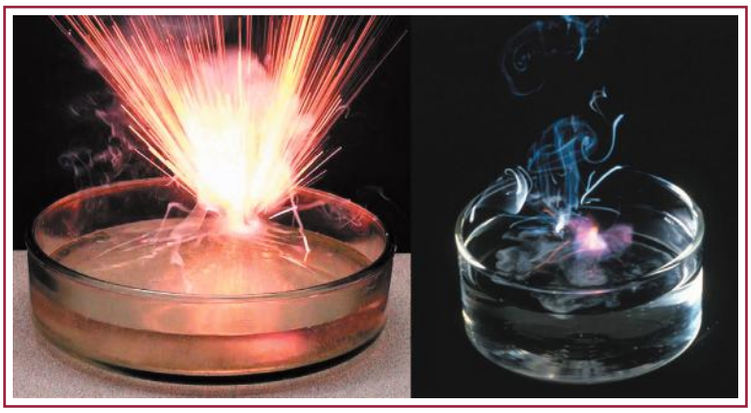
فِلِز(صُلب) + ماء (سائل) ⟵ هيدروكسيد الفِلِز(محلول) + الهَيدروجين(غاز) + طاقةٌ

ويُعبَّرُ عن ذلك بالمُعادَلة الرَّمزيةِ العامة الآتية:

$$2M_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2MOH_{(aq)} + H_{2(g)} + Energy$$

ومثال ذلك مُعادَلةُ تفاعُلِ فِلِز الصُّوديوم مع الماء :

$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)} + Energy$$



الشكل 1-22 تفاعُل بعضِ الفِلِزَّاتِ القلويَّةِ مع الماء

اختبر نفسك

كيف يمكنُ إطفاء حَرائقِ الصُّوديوم؟

2. تَفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القَلَويَّةِ مَعَ الأُكْسِجين Reaction of Alkali Metals with Oxygen

يَنتُج عن تفاعُل الفِلِز القَلوي مع الأكسِجين أُكسيدُ الفِلِز، الذي يُرمز له بشكل عام بالرَّمز (M_2O)، ويكون لمحلول أُكسيدِ الفِلِز تأثيرٌ قاعديٌّ يُغيِّر لون ورقة تَبَّاعِ الشَّمسِ من الأحمر إلى الأزرق. فعند ذوبان أكسيد الفِلِز في الماء يكوّنُ أيونَ الفِلِزِّ الموجَب، وأيونَ الهيدروكسيد (OH^-) المسؤول عن الخواصِّ القاعدية للمحاليل. وللتعرُّف أكثرَ على تأثير الأكسجين على الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ، نفِّذ النشاطَ الآتيَ:

نشاط 1-9	تَفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ مع الأكسِجين
الهدفُ	يستقصي تفاعُل بعض الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ مع الأكسجين.
الموادُّ والأدَواتُ	قطع صغيرة من الليثيوم، والصُّوديوم، والبوتاسيوم، ملعقة مجوفة، لهب كحولي.
الأمنِ والسَّلامةِ	تعامل مع الفِلِزَّاتِ بحذر، فهي شديدة التَّفاعُلِ مع الأكسجين وقابلة للاشتعال. (يُجرى النشاط من قبل المعلم أو عرض فيديو أو مختبر افتراضي لتوضيح النشاط).

خُطُواتُ العملِ:

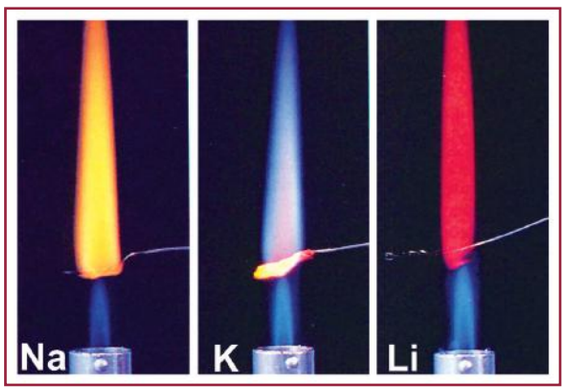
1. اقطع باستخدام السِكِّين قطعة صغيرة من الصُّوديوم (بحجم حبة العدس).
2. استخدم المِلقَط لوضع قطعة الصُّوديوم في الملعقة المجوفة.
3. عرض الملعقة إلى اللهب فترة من الزمن. ماذا تلاحظ؟
4. اترك المادة الناتجة فترة من الزمن حتى تبرد، ثم ضعها في كأس من الماء.
5. كرِّر الخُطُواتِ السابقةَ مستخدمًا قِطَعًا من البوتاسيوم والليثيوم في كل مرَّة.

التَّحليلُ :

1. هل حدث تفاعلٌ عند تعريض الصُّوديوم إلى اللَّهب؟ ما لونُ اللَّهبِ النَّاتِج؟
2. هل حدث تفاعلٌ عند تعريض البوتاسيوم إلى اللَّهب؟ ما لونُ اللَّهبِ النَّاتِج؟
3. هل حدث تفاعلٌ عند تعريض الليثيوم إلى اللَّهب؟ ما لونُ اللَّهبِ النَّاتِج؟
4. هل المحلولُ الناتجُ من التَّفاعُلات السابقة حمضيٌّ، أم قاعديٌّ؟ كيف تتأكدُ من ذلك؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

تلاحظُ من النشاط أن الفِلِزَّاتِ القلَويَّةَ تتفاعَلُ بشدة مع أكسجين الهواء الجوي، ويحترق كل منها بلهب ذولون مميزله، انظر الشكل (1-23)، الذي يبين لون اللهب الناتج من احتراق الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ بما يُعرف بتجربة كشف اللهب، وهو اختباريتم استخدامه في الكشف عن العناصر.



الشكل 1-23 احتراقُ عناصرِ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ يعطي لونًا مميزًا.

ويمكن تمثيل التَّفاعُلِ الحاصل بين الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ والأكسجين بالمُعادَلة اللفظية الآتية:

فلز(صُلب) + أكسجين (غاز) ⟵ أكسيد الفلز(صُلب) + طاقة

ويُعبَّرُ عن ذلك بالمُعادَلة الرَّمزيةِ العامة الآتية:

$$4M_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2M_2O_{(s)} + Energy$$

ومثال ذلك مُعادَلةُ تفاعُل فلز الصُّوديوم مع الأكسجين:

$$4Na_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2Na_2O_{(s)} + Energy$$

تلاحظُ من الشكل (1-23) أن لون اللهب الناتج من احتراق الصُّوديوم هو أصفر ذهبي، واللون الناتج عن احتراق البوتاسيوم بنفسجي فاتح، أما اللون الناتج عن احتراق عُنصُرِ الليثيوم فهو قرمزي.

اختبر نفسك

مثِّل بمُعادَلة كيميائيَّة رمزية موزونة تفاعُل فلز الليثيوم مع الأكسجين.

3. تَفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ مع الكلور Reaction of Alkali Metals with Chlorine

تتفاعلُ عناصرُ المجموعة الأولى مع الكلور وتُنتِج أملاحًا أيونية تُسمَّى كلوريد الفِلِز، ويُرمَز لها بالرمز (MCl)؛ حيثُ يشير الرمزُ M إلى الفلز، ويمْكِنُ تمثيل التَّفاعُلِ بين الفِلِز القَلَوي وعُنصُرِ الكلور بالمُعادَلة الكيميائيَّة الرَّمزيةِ العامة كما يلي:

$$2M_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2MCl_{(s)}$$

ويُعبَّرُ عن التَّفاعُلِ الحاصل بين كل من الصُّوديوم والبوتاسيوم مع الكلور بمُعادَلة كيميائيَّة رمزية موزونةٍ كما يلي:

$$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$$

$$2K_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2KCl_{(s)}$$

اختبر نفسك

- مثِّلْ بمُعادَلة كيميائيَّة رمزيةٍ موزونة تفاعُلَ فِلِز الليثيوم مع الكُلور.
- توقَّع النشاطَ الكيميائيَّ لعناصرِ المجموعة الأولى المتبقيةِ؛ مثلَ: الروبيديوم، والسيزيوم، والتَّفاعُلات التي من الممكن حدوثها لكل منهما؟

ثانيًا: عناصِرُ المجموعةِ الثانيةِ Group (II) Elements

يُطلَقُ على عناصرِ المجموعةِ الثانيةِ من الجَدولِ الدَّوريّ اسم **الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ Alkaline Earth Metals**، وتشكِّلُ هذه المجموعةُ العناصرَ الكيميائيَّةَ الموجودةَ في العمود الثاني من الجَدولِ الدَّوريّ، والتي تشمل الفِلِزَّاتِ: البريليوم (Be)، والمغنيسيوم (Mg)، والكالسيوم (Ca)، والسترونشيوم (Sr)، والباريوم (Ba)، والراديوم (Ra). انظر الشكل (1-24).

1 H Hydrogen																	2 He Helium
3 Li Lithium	4 Be Beryllium											5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium											13 Al Aluminium	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon
55 Cs Caesium	56 Ba Barium	57 La* Lanthanum	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury	81 Tl Thallium	82 Pb Lead	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89 Ac** Actinium	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium	113 Nh Nihonium	114 Fl Flerovium	115 Mc Moscovium	116 Lv Livermorium	117 Ts Tennessine	118 Og Oganesson

الشكل 1-24: موقعُ عناصرِ المجموعةِ الثانية في الجَدولِ الدَّوريّ.

الخصائصُ الفِيزِيَائِيَّةُ لِلعَنَاصِرِ القَلَوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ
Physical Properties of Alkaline Earth Metals

تمتاز العناصرُ القلويّةُ الأرضيَّةُ بلونها الأبيض الفضّي، وهي ذاتُ كثافةٍ منخفضةٍ نسبيًّا، وتُعَدُّ أكثرَ قساوةً من الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ، ودرجاتُ انصهارها أعلى من درجاتِ انصهارِ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ، وتَقِلُّ درجاتُ انصهارِها بالانتقال مِن أعلى المجموعةِ إلى أسفلِها. **فسّر ذلك.**

ويوضِّح الجَدولُ (1-11) مقارنةً بسيطةً بين عناصر المجموعة الأولى وعناصرِ المجموعة الثانية في بعض الخصائصِ الفيزيائية.

الخاصِّيَّةُ	مقارنةٌ بين عناصرِ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ وعناصرِ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ	
	المجموعةُ الأولى	المجموعةُ الثانية
التركيبُ الإلِكترونيُّ	ينتهي بإلِكترونٍ واحد في مستوى الطاقةِ الخارجي.	ينتهي بإلِكترونين في مستوى الطاقة الخارجي
نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيّ	أكبر (يزدادُ بالانتقالِ مِن أعلى المجموعةِ إلى أسفلِها).	أصغر (يزداد بالانتقال مِن أعلى المجموعةِ إلى أسفلِها).
درجةُ الانصهارِ	أقل (تقل بالانتقال مِن أعلى المجموعةِ إلى أسفلِها).	أعلى (تقل بالانتقال مِن أعلى المجموعةِ إلى أسفلِها).
التَّوصيلُ الكهربائيّ	توصل التَّيَّار الكهربائي بصورة أقل نسبيًّا من عناصر المجموعة الثانية.	توصل التَّيَّار الكهربائي بصورة أكبر نسبيًّا من عناصر المجموعة الأولى.

الجدول 1-11 مقارنة بين عناصر المجموعة الأولى وعناصر المجموعة الثانية

اختبر نفسك

فسر توصيل عناصر المجموعة الأولى للتيار الكهربائي أقل من توصيل عناصر المجموعة الثانية.

الخَصائصُ الْكيميائيَّةُ لِلفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ
Chemical Properties of Alkaline Earth Metals

تُعَدُّ عناصرُ القلويات الأرضيَّةِ نشِطةً كيميائيًّا ولكنها أقل نشاطًا من عناصر المجموعة الأولى، لاحتوائها على إلِكترونين تكافُؤٍ في مستوى الطاقة الخارجي تفقدهما لتصل إلى حالة استقرار تُشبِهُ التركيبَ الإلِكتروني لأقربِ غازٍ نبيل، وهي توجد على شكل أيونات ثنائية موجبة، متحدة مع أيونات سالبة. ومن المركبات التي تكوّنها عناصرُ المجموعة الثانية، كلوريد الماغنيسيوم $MgCl_2$ وكلوريد الكالسيوم $CaCl_2$.

1. تَفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ مع الماء Reaction of Alkaline Earth Metals with Water

تتفاعَلُ فِلِزَّاتُ عناصر مجموعة القلويات الأرضيَّةِ مع الماء بشدة أقل من تفاعُل فِلِزَّاتِ المجموعة الأولى، وتتفاوت فيما بينها في شدة تفاعُلها مع الماء. وينتج من التَّفاعُلات السابقة محلول هيدروكسيد الفلز الذي يرمز له بشكل عام بالرمز $M(OH)_2$ حيث يشير الرمز M إلى فلز من فِلِزَّاتِ المجموعة الثانية في الجَدولِ الدَّوريّ وكذلك يتصاعد غاز الهَيدروجين، ويَكُون لمحلولِ هيدروكسيد الفلز تأثيرٌ قاعديٌّ؛ حيث يغيّرُ لونَ ورَقةِ تَبَّاعِ الشَّمسِ الحمراءِ إلى اللَّونِ الأزرق.

نشاط 1-10	تفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ مع الماء
الهدفُ	يستقصي تفاعُل بعض الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ مع الماء.
الموادُّ والأدَواتُ	قِطَعٌ صغيرة من كل من: الكالسيوم، والماغنيسيوم، والبريليوم، حَوضٌ زجاجي، ماء مقطر، مِلقَط، أوراق تَبَّاعِ الشَّمسِ الحمراء والزرقاء، قَطَّارةٌ.

خُطُواتُ العملِ:

1. ضع كَمِّية من الماء المقطر في الحوض الزجاجي إلى منتصفه.
2. استخدم المِلقَط لوضع قطعة الكالسيوم في الحوض الزجاجي. ماذا تلاحظ؟
3. بعد انتهاء التَّفاعُلِ، ضع قطرة من المحلول باستخدام القَطَّارة، على ورقة تَبَّاعِ الشَّمسِ الحمراء ثم ضع قطرة أخرى على ورقة الزرقاء، ولاحظ أي الورقتين يتغير لونها.
4. كرر الخطوات السابقة مستخدمًا قطعًا من والماغنيسيوم، والبريليوم في كل مرة.

(للمعلم: يمكن الاستعانة بعرض فيديو عند عدم توافر المواد المطلوبة)

التَّحليلُ :

1. هل حدَثَ تفاعُلٌ بين الكالسيوم والماء؟ كيف عرفتَ ذلك؟
2. هل حدَثَ تفاعُلٌ بين الماغنيسيوم والماء؟ كيف عرفتَ ذلك؟
3. هل حدَثَ تفاعُلٌ بين البريليوم والماء؟ كيف عرفتَ ذلك؟
4. اكتب مُعادَلة رمزية موزونة تمثل تفاعل الكالسيوم مع الماء؟
5. ما اسم الغاز الناتج من هذه التفاعلات؟ كيف يمكن الكشفُ عنه؟
6. أيُّهما أنشط كيميائيًّا: الكالسيوم أم البريليوم؟ كيف عرفتَ ذلك؟
7. ما طبيعةُ المحاليل الناتجة (حمضية أم قاعدية)؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

تلاحِظُ من النشاط السابق أن البريليوم لم يتفاعل مع الماء، وأن الماغنيسيوم تفاعل مع الماء بصورة أقل نشاطًا من تفاعل الكالسيوم مع الماء، ويمكن تمثيل التَّفاعُلِ الحاصل بين الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ والماءِ باستثناء البريليوم كما هو موضَّحٌ في المُعادَلة الكيميائيَّة العامَّة الآتية:

$$M_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow M(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

ويُعبَّرُ عن تفاعُل الكالسيوم مع الماء بالمعادلة الكيميائية الموزونة الآتية، لاحظ الشكل (1-25).

$$Ca_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

الشكل 1-25 لاحِظْ ظهورَ الفقاعاتِ عند تفاعُل الكالسيوم مع الماء.

2. تفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ مع الأكسِجين
Reaction of Alkaline Earth Metals with Oxygen

تَحترق فِلِزَّاتُ عناصرِ مجموعة القَلَويات الأرضيَّةِ بوجود الأكسجين فينتُج أكسيدُ الفِلِز، ويُرمَز له بشكل عام بالرمز (MO)، ويكونُ لمحلولِ أُكسيد الفِلِز تأثيرٌ قاعديٌّ يُغيّر لونَ ورقةِ تَبَّاعِ الشَّمسِ من الأحمرِ إلى الأزرقِ. وللتعرُّفِ على تأثير الأكسجين في الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ، نفِّذ النشاطَ الآتيَ:

نشاط 1-11 تفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ مع الأكسجين

الهدفُ	يستقصي تفاعُل بعض الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ مع الأكسجين.
الموادُّ والأدَواتُ	شريطٌ من الماغنيسيوم، ورقُ صَنفرة، مصدرُلهب، مِلقَط، جَفنة، كأسٌ زجاجية، ماءٌ.
الأمنِ والسَّلامةِ	اِرتدِ النظاراتِ الو اقيةَ، ويُنصح بعدم إطالةِ النظر بشَكل مباشر إلى شريط الماغنيسيوم أثناءِ الاحتراق.

خُطُواتُ العملِ:

1. نظِّف شريط الماغنيسيوم باستخدام ورق صَنفرة لإزالة أي أثرٍ لترسُّبات سابقة.
2. أمسكْ شريط الماغنيسيوم بالمِلقَط من طرفِه.
3. عرِّض الطرفَ الحُرَّ من الشريط إلى اللَّهَب. ماذا تُلاحظ؟
4. أُترك المادَّةَ الناتجةَ فترةً من الزمن في الجَفنةِ حتى تبرُدَ، ثم ضعْها في كأسٍ من الماء.

التَّحليلُ :

1. هل حدَثَ تفاعُلٌ عند تعريضِ الماغنيسيوم إلى اللَّهَبِ؟ ما لونُ اللَّهَب الناتِج؟
2. هل المحلولُ الناتِجُ من التَّفاعُلِ السابق حِمضيٌّ، أم قاعِديٌّ؟ كيف تتأكدُ من ذلك؟

الاسْتِنْتَاجُ : .....

تلاحِظُ من النشاط أنَّ عناصرَ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ تتفاعَلُ مع أكسِجين الهواءِ الجويّ بدرجةٍ أقلَّ مقارنةً مع عناصرِ المجموعة الأولى . ويمكِن تمثيلَ التَّفاعُلِ الحاصل بين الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ والأكسِجين بالمُعادَلة اللفظية الآتية:

فلز(صُلب) + أكسجين (غاز) ⟵ أكسيد الفلز(صُلب) + طاقة

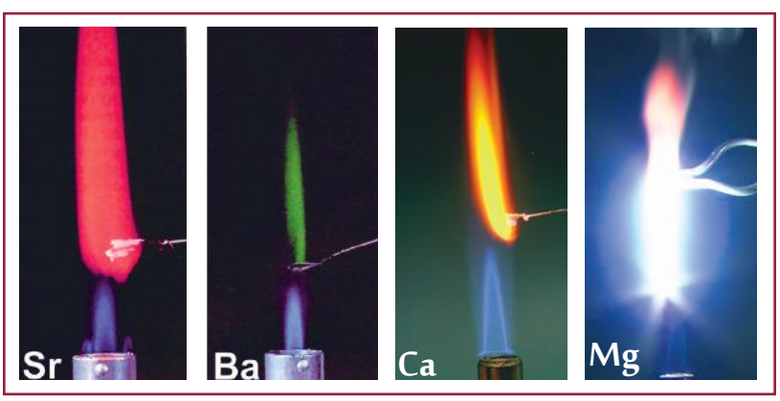
ويُعبَّرُ عن ذلك بالمُعادَلة الكيميائية الرَّمزيةِ العامة الآتية:

$$2M_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2MO_{(s)} + Energy$$

ومثالٌ على ذلك مُعادَلةُ تفاعُلِ الماغنيسيوم والأكسِجين كما يلي:

$$2Mg_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)} + Energy$$

تتفاعَلُ الفِلِزَّاتُ القلَويَّةُ الأرضيَّةُ بشدة مع أكسِجين الهواء الجوي، ويحترقُ كُلٌّ منها بلَهَب ذِي لونٍ مُميِّزٍ لَهُ؛ فمثلًا يحترِقُ الماغنيسيوم بلَونٍ أبيضَ ساطِعٍ، ويحترِقُ الكالسيوم بلَونٍ أصفرَ مائلٍ إلى اللَّون البُرتقالي المُحْمرّ، انظر الشكل (1-26).



الشكل 1-26 احتراقُ عناصرِ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ يعطي لونًا مميَّزًا لكُلٍّ منها.

اختبر نفسك

مثِّل بمُعادَلة كيميائيَّة رمزيةٍ موزونةٍ تفاعُلَ فِلِزِّ الكالسيوم مع الأكسِجين.

3. تَفاعُلُ الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ مع الكُلور
Reaction of Alkaline Earth Metals with Chlorine

تتفاعَلُ عناصرُ المجموعةِ الثانية مع الهالوجينات مِثلَ الكُلور، وتُنتِجُ أملاحًا أيونيَّةً تُسمَّى كلوريد الفِلِز، ويرمزلها بالرمز (MCl_2)، ويمكن تمثيل ذلك التَّفاعُلِ بمُعادَلة كيميائيَّةٍ رمزيةٍ عامة كما يلي:

$$M_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow MCl_{2(s)}$$

ويُعبَّرُ عن التَّفاعُلِ الحاصل بين كل من الماغنيسيوم والكالسيوم مع الكلور بمُعادَلة كيميائيَّة رمزية كما يلي:

$$Mg_{(s)} + Cl_{2\,(g)} \longrightarrow MgCl_{2(s)}$$

$$Ca_{(s)} + Cl_{2\,(g)} \longrightarrow CaCl_{2(s)}$$

اختبر نفسك

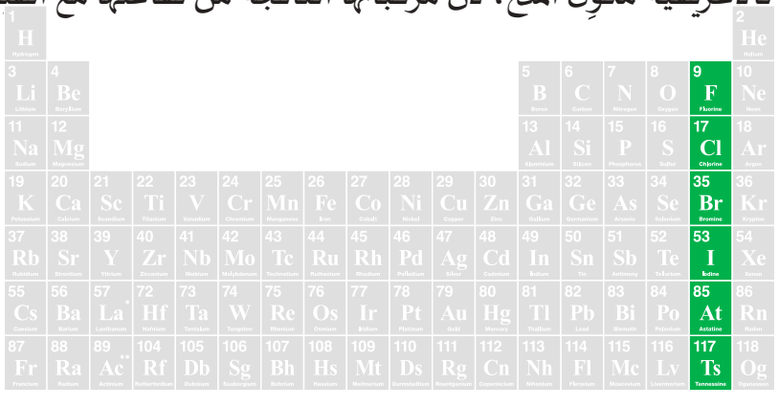
مثِّل بمُعادَلة كيميائيَّة رمزية موزونة تفاعُل فلز البريليوم مع الكلور.

ثالثًا: عناصر المجموعة السابعة عشرة Group VIIA (17) Elements

تُسمَّى هذه المجموعةُ في الجَدولِ الدَّوريّ الحديث المجموعةَ السابعةَ عشْرةَ **الهالوجينات Halogens** وقد كان يُرمزلها بالرمز اللاتيني (VIIA) للإشارة إلى أنها المجموعةُ السابعةُ في العناصر الممثَّلة.

وهي تشمل العناصر: الفلور (F)، الكلور (Cl)، البروم (Br)، اليود (I)، الأستاتين (At)، والتينيسيوم (Ts). انظر الشكل(1-27).

وتُعَدُّ جميعُ عناصر هذه المجموعة لافِلِزَّاتٍ باستثناء الأستاتين فهو شِبْهُ فِلِز. أما عُنصُرُ التينيسيوم (ذو العدَدِ الذَّرِّيّ 117) المُصنّع فهو مُشِعٌ ولا زالت المعلوماتُ عنه قَيدَ الدراسة لاضافته حديثًا إلى الجدول الدوري. وتعني كلمةُ (هالوجين) بالاغريقية مكوّن الملح، لأن مركباتُها الناتجةُ من تفاعلها مع الفلزَّاتِ تُسمى أملاحًا.



الشكل 1-27 عناصرُ المجموعة السابعةِ عشر (الهالوجينات) في الجَدولِ الدَّوريّ.

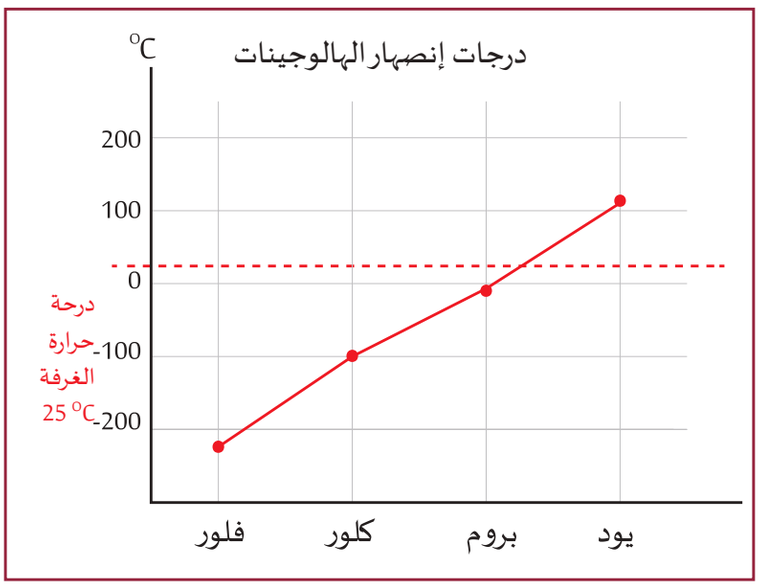
الخصائصُ الفِيزِيَائِيَّةُ للهالوجيناتِ Physical Properties of Halogens

يوجَدُ الفُلور على شكل غازٍ أصفرَ باهِت، والكُلور غازُ أصفرُ مائلٍ إلى اللون الأخضر، أما البُروم فهو عبارةٌ عن سائلٍ بُنّي داكِن يميل إلى اللونِ الأحمر، واليودُ جِسمٌ صُلب رمادي داكِن، يتحول عند تسخينه إلى بخارًا بنفسجي اللون، أمّا الأستاتين فهو عُنصُرُ صُلب نادر أسودُ اللون وذو نشاطٍ إشْعاعي. وللهالوجينات خصائصُ فيزيائية عديدة، يمكن تلخيصُ أبرزِها في الجَدولِ (1-12).

		بعضُ خصائصِ الهالوجيناتِ			
الهالوجين	الرمز	العدَدُ الذَّرِّيّ	اللون	الحالة الفيزيائية عند درجة حرارة الغرفة	درجة الانصهار التقريبية
فلور	F	9	أصفر باهت	غاز	-220
كلور	Cl	17	أصفر مخضر	غاز	-102
بروم	Br	35	بني محمر	سائل	-7
يود	I	53	رمادي داكن	صُلب	114
أستاتين	At	85	أسود	صُلب مشع	302

الجدول 1-12 مقارنة بين بعض خصائص الهالوجينات.

تلاحِظ من الجَدول أنه بزيادة العدَدِ الذَّرِّيّ للعناصر، أي بالانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة، تتغير الحالةُ الفيزيائية من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة ثم إلى الحالة الصُلبة، وتزداد درجةُ انصهار عناصر الهالوجينات، ويصبح لونهُا أكثرَ قتامة انظر الشكل (1-28).



الشكل 1-28 درجاتُ انصهار عناصر المجموعة السابعةَ عشْرةَ (الهالوجينات)

اختبر نفسك

أيَّ عناصرِ المجموعةِ السَّابعةِ له أعلى درجةِ انصِهار.

الخصائصُ الكيميائيَّةُ للهالوجينات Chemical Properties of Halogens

درست سابقًا أنّ عناصر هذه المجموعة تحوي في المستوى الخارجي لذراتها على سبعة إلِكترونات تكافُؤٍ، وبذلك فهي نشطة كيميائيًّا؛ إذ أن لها ميْل كبير لاكتساب إلِكترونٍ واحد أو المشاركة به لمَلء مستوى الطاقة الخارجي ويصبح لها تركيبٌ إلِكتروني مستقر مشابه للتركيب الإلِكتروني لأقرب غاز نبيل، ولذلك فهي توجد في الطبيعة عادة إما على شكل جزيئات ثنائية الذَّرَّة (F_2, Cl_2, Br_2, I_2)، أو توجد متَّحدةً مع غيرها من عناصر الفِلِزَّاتِ، أو اللّافِلِزَّاتِ مكّونةً مركَّباتٍ مختلفةً مِثلَ: NaCl، $MgBr_2$ و OF_2 و NCl_3.

1. تَفَاعُلُ الهالوجِيناتِ مَعَ الفِلِزَّاتِ Reaction of Halogens with Metals

تتفاعَلُ الهالوجينات مع الفِلِزَّاتِ مكونة روابط أيونية لتنتج أملاحاً تُسمَّى هاليد الفلز، فالهالوجينات تعني مكونات الأملاح، مثل فلوريد أو كلوريد أو بروميد أو يوديد الفلز، ويمكن التعبير عن هذه التَّفاعُلات بمُعادَلة لفظية عامة كما يلي:

هالوجين + فلز ⟵ هاليد الفلز

وفيما يلي بعض المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة التي تمثل هذا التفاعل.

$$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NaCl_{(s)}$$

$$Mg_{(s)} + Br_{2(l)} \longrightarrow MgBr_{2(s)}$$

$$2Al_{(s)} + 3F_{2(g)} \longrightarrow 2AlF_{3(s)}$$

2. تَفاعُلُ الإحْلالِ للهالوجيناتِ Substitution Reaction of Halogens

اختبر نفسك

اكتُب أسماءَ المركَّبات النَّاتجةِ من التَّفاعُلات السَّابقة.

NaCl .....

$MgBr_2$ .....

AlF_3 .....

يتدرَّجُ نشاطُ العناصر بالانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة؛ إذ أن الفلور هو الأكثر نشاطًا في حين أن اليودَ أقلُها نشاطًا. وبذلك فان عُنصُرَ الفلور يستطيع أن يحل مكانَ الهالوجينات التي تقع أسفله في المجموعة خلال التَّفاعُلات المختلفة التي تُسمَّى **الاستبدال (الإحلال) Substitution Reaction** حيث يحل عُنصُرُ الفلور (F_2) مكان أيونات الهاليدات السالبة الكلوريد (Cl^-)، البروميد (Br^-)، اليوديد (I^-)، ويستطيع (Cl_2) أن يحل مكان (I^-)، (Br^-) كما هو موضَّح بالمعادلات الآتية:

$$F_{2(g)} + 2KCl_{(aq)} \longrightarrow 2KF_{(aq)} + Cl_{2(g)}$$

$$Cl_{2(g)} + 2KBr_{(aq)} \longrightarrow 2KCl_{(aq)} + Br_{2(g)}$$

$$Br_{2(g)} + 2KI_{(aq)} \longrightarrow 2KBr_{(aq)} + I_{2(g)}$$

اختبر نفسك

هل تُمثِّل المُعادَلةُ الكيميائيَّةُ الآتيةُ تفاعُلًا يمكنُ إجراؤُه في المختَبر؟ فسِّر إجابتَك.

$$I_{2(s)} + 2KCl_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2KI_{(aq)}$$

3. تَفاعُلُ الهالوجيناتِ مَعَ اللافِلِزَّاتِ Reaction of Halogens with Non -Metals

تتفاعلُ الهالوجيناتُ مع اللافِلِزَّاتِ وتنشأ روابطُ تساهميةٌ، ومن الأمثلة على ذلك تفاعُل الهالوجينات مع الهيدروجين حيث يتكون هاليد الهيدروجين الذي يكُون تأثيرُ محلولِه حمضيًّا، حيث يحول ورقة تَبَّاعِ الشَّمسِ الزرقاء إلى اللون الأحمر.

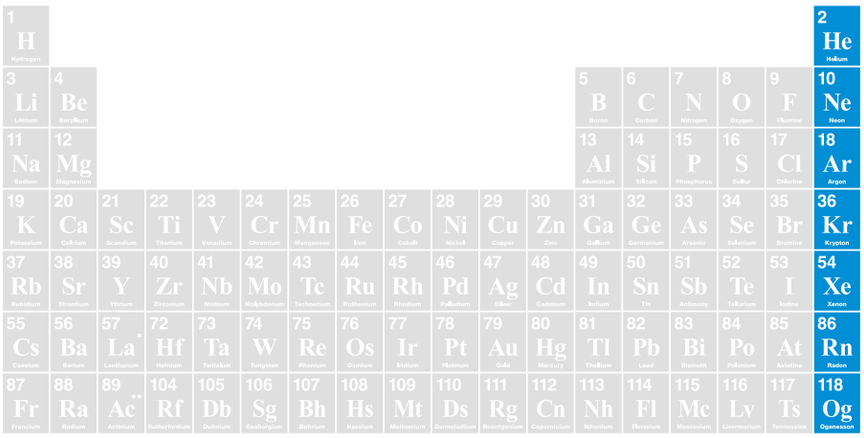
ويُعبَّرُ عن تفاعُل الكلور مع الهيدروجين بالمُعادَلة الكيميائيَّة الرَّمزيةِ الموزونة الآتية:

$$Cl_{2(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$$

رابعًا: عَنَاصِرُ المَجْمُوعَةِ الثَّامِنَةَ عَشْرَة Group VIIIA (18) Elements

تُسمَّى هذه المجموعةُ في الجَدولِ الدَّوريّ الحديث المجموعةَ الثامنةَ عشْرةَ، وكذلك تُسمَّى المجموعةَ الصِّفْرِيَّةَ؛ حيث كان يُعتقد سابقًا بأن تكافُؤَها صِفْر، وقد كان يُرمز لها بالرمز اللاتيني VIIIA للإشارةِ إلى أنها المجموعةُ الثامنةُ في العناصر الممثَّلة.

يُطلق على عناصرِ هذه المجموعةِ اسمُ **الغازاتِ النَّبيلةِ Noble Gases**، وهي تَشمَل العناصرُ: الهيليوم He، والنيون Ne، والآرجون Ar، والكربتون Kr، والزينون Xe، والرادون Rn، بالإضافة إلى عُنصُرِ الأوغانيسون Og، الذي تم اكتشافه حديثًا، انظر الشكل (1-29).



الشكل 1-29 عناصر المجموعة الثامنة عشْرة (الغازاتُ النَّبيلةُ) في الجَدولِ الدَّوريّ.

الخصائصُ الفِيزِيَائِيَّةُ لِلغَازَاتِ النَّبِيلَةِ Physical Properties of Noble Gases

توجَدَ الغازاتُ النبيلةُ في الهواء الجوي بنسبة ضئيلة من إجمالي حجم الغازاتِ المكّونةِ له، ومعظمُها من غاز الأرجون.

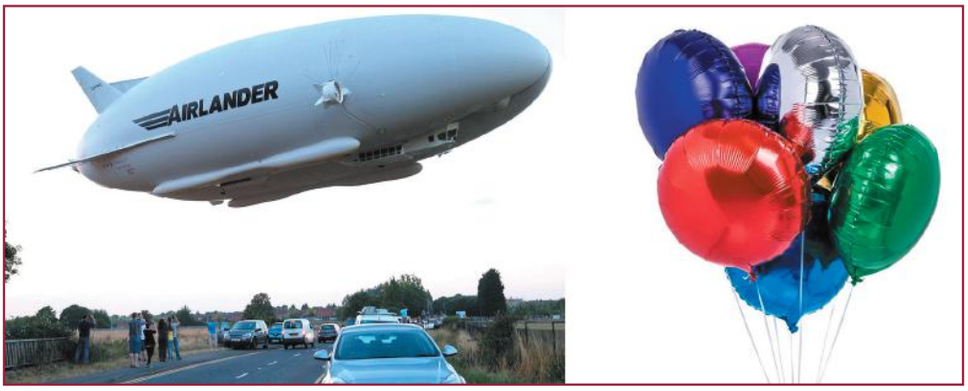
وخلافًا لمعظم العناصر الغازية، فإن الغازاتِ النَّبيلةَ تتواجد على شكل غازاتٍ أحادية الذَّرَّة عند درجة حرارة الغرفة، ولا تتواجد على شكل جزيئات ثنائية الذَّرَّة.

تمتاز جميعُ الغازاتِ النَّبيلةِ بأنها عديمة اللون والرائحة، ويصعب إسالتها، وهذه الغازاتُ قليلة الذوبان في الماء.

تستخدم الغازاتُ النَّبيلةُ لأغراض متَعَدِّدة في الحياة اليومية، ومن أهم استخداماتِها ما يلي:

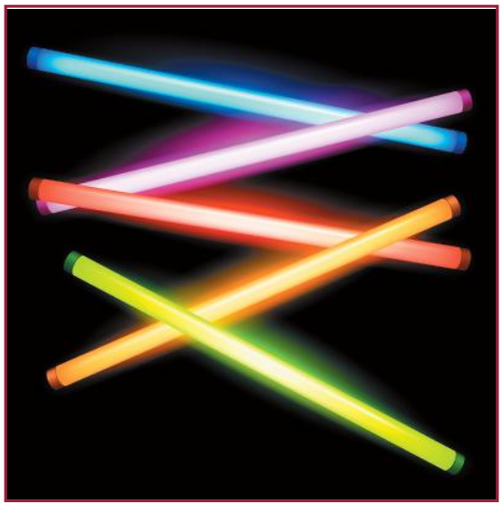
1. يستخدَم غاز الهيليوم (He) في مَلْءِ المناطيد؛ كونه خفيفًا وغيرَ قابل للاشتعال. انظر الشكل (1-30)، كما يُعَدُّ مصدرًا لتكوين ما يُسَمَّى بالضغط الجوي الاصطناعي، الذي يتم تشكيلُه في المعامل المُقامةِ في أعماق البِحار والمحيطات، ويستخدم غاز الهيليوم المضغوط للتبريد على شكل سائل يطلق عليه الهيليوم السائل Liquid Helium.

وقد أوْلَتْ دولةُ قطرَ أهميةً كُبرى لإنتاج لعُنصُرِ الهيليوم إذ تُعد دولة رائدة في انتاج وتصدير الهيليوم لجميع انحاء العالم، من خلال مشروع هيليوم - 1 الذي تقوم عليه شركةُ قطرغاز من خلال مصنعِ راس لفَّان للهيليوم، الذي تم تأسيسُه عام 2003، وبدأ العملُ فيه عام 2005.



الشكل 1-30 منطاد وبالون غاز الهيليوم

2. يُستخدَم الرادون (Rn) في الطِّب لعلاجِ بعضِ الأمراض ومنها السَّرطان.
3. يستخدم النيون والأرجون والكربتون والزينون بكثرةٍ وعلى نطاق واسع في التطبيقات الكهربائيةِ الضَّوئية؛ مِثلَ أنابيبِ الإضاءة. انظر الشكل (1-31)، ولوحاتِ الزينة، واللوحاتِ الإعلانية، كما تستخدم الغازاتُ النَّبيلةُ في مصابيحِ الفلاش التابعةِ لكاميرات التصوير.



الشكل 1-31 مصابيح الإضاءة تستخدم بعض العناصر النَّبيلةِ.

الخصائصُ الكيميائيَّة لِلغَازَاتِ النَّبِيلَةِ Chemical Properties of Noble Gases

تمتاز عناصرُ هذه المجموعة بأنها مستقرةٌ، بسبب امتلاء مستوى الطاقة الأخير بالإلِكترونات؛ إذ إنّ هناك ثمانية إلِكترونات تكافُؤٍ في مستوى الطاقة الأخير لكلٍّ منها، ما عدا الهيليوم الذي يمتلك مستوى طاقة واحد فقط يتسع لإلِكترونين كحد أقصى، لذا فإن هذه العناصرَ لا تميل إلى فقْد الإلِكترونات أو اكتسابِها في الظروف العاديةِ، فلا تتفاعَلُ مع العناصر الأخرى؛ ولذلك كانت تُعرف إلى عهد قريب بالغازاتِ الخاملة، إلَّا أنه تم التوصل حديثًا إلى أن بعضَ هذه العناصر يدخلُ في تفاعُلاتٍ كيميائيَّة تحت ظروف محددة؛ مِثلَ الحرارة والضَّغط، وبذلك أصبحت تُسمَّى بالغازاتِ النَّبيلةِ.

لذلك فإن النشاطَ الكيميائيَّ للغازاتِ النَّبيلةِ منخفضٌ جدًّا، وبالتالي لم يتشكل سوى مرَكَّبات قليلة تحت ظروف خاصة ويزداد النشاط الكيميائي للعناصر النَّبيلةِ بالانتقال من الأعلى إلى الأسفلِ في المجموعة. فمثلًا يتفاعَلُ عُنصُرُ الزينون Xe مع الأكسجين، كما هو مبين في المُعادَلة الكيميائيَّة الآتية:

$$Xe_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow XeO_{2\,(g)}$$

وكذلك يتفاعلُ الزينون مع الكُلور منتِجًا كلوريد الزينون، كما هو موضَّح في المُعادَلة الكيميائيَّةِ الآتيةِ:

$$Xe_{(g)} + 2Cl_{2(g)} \longrightarrow XeCl_{4\,(g)}$$

اختبر نفسك

فسّر: تسميةُ العناصر النبيلة بالغازات الخاملة لا يعدُّ دقيقًا علميًا.

ابحثْ بالتعاون مع زملائك عن جهودِ الدَّولة في توظيف ثرواتها ومن ضِمنها إنتاجُ الهيليوم من الغاز الطَّبيعي، وقدّمْ تقريرًا لمدرسِك.

مُراجعَةُ الدَّرْسِ الرَّابعِ

الأفكار الرئيسة:

- تُسمَّى عناصرُ المجموعة الأولى الفِلِزَّاتِ القلَوِيَّةَ، بينما تُسمَّى عناصرُ المجموعة الثانية الفِلِزَّاتِ القلَوِيَّةَ الأرضيَّةَ، وتُسمَّى عناصرُ المجموعة السابعةَ عشرةَ بالهالوجينات، أما عناصرُ المجموعةِ الثامنةَ عشرةَ (المجموعةِ الصِّفْريَّةِ) فتُسمَّى الغازاتِ النَّبيلةَ.
- تزداد الخواصُّ الفِلِزِّيَّةُ في المجموعتين الأولى والثانية من الجَدولِ الدَّوريِّ بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل بشكل عام.
- تُعَدُّ عناصرُ المجموعة الأولى من الجَدولِ الدَّوريِّ أنشط الفِلِزَّاتِ كيميائيًّا، لأنها تحتوي على إلِكترون واحد في المستوى الخارجي، يسهل فقده لتصل إلى حالة الاستقرار.
- تتفاوت الفِلِزَّاتُ في شدة تفاعُلِها مع كل من الماء والأكسجين والكلور.
- تتفاعَلُ عناصرُ المجموعتين الأولى والثانية مع الماء مُكَوِّنةً محاليلَ قاعديَّةِ التأثيرِ.
- عناصرُ المجموعةِ السابعةَ عشْرةَ تُسمَّى الهالوجينات، ومعناها مكوِّناتُ الأملاح؛ لأنها تتفاعَلُ مع الفِلِزَّاتِ مكوِّنةً أملاحًا.
- توجَد الغازاتُ النبيلةُ في الطبيعة في صورة ذراتٍ منفردة، وقد سُمِّيت بهذا الاسم لأنها قليلةُ النشاط الكيميائي، وتفاعُلاتُ بعضِها محدودةٌ، وتحدُث في ظروفٍ خاصة.

تقويمُ الدَّرْسِ الرَّابعِ

أولًا: أسئلةُ الاختيارِ من متعدِّد:

اختَرْ رمزَ الإجابةِ الصَّحيحةِ فيما يلي:

1. أيُّ الخَيَارات الآتيةَ تمثِّل الترتيبَ التصاعُديَّ الصحيحَ للنشاطِ الكيميائي لعناصر الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ؟
   a. $Na \longrightarrow K \longrightarrow Li$
   b. $K \longrightarrow Na \longrightarrow Li$
   c. $Li \longrightarrow Na \longrightarrow k$
   d. $Li \longrightarrow K \longrightarrow Na$

2. ما ناتجُ تفاعُل الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ مع الماء؟
   a. محلولٌ قلويٌّ ويتصاعد غازُ الهَيدروجين.
   b. محلولٌ حِمضِي ويتصاعد غازُ الهَيدروجين.
   c. محلولٌ قلويٌّ ويتصاعد غازُ الأكسجين.
   d. محلولٌ حِمضِي ويتصاعد غازُ الأكسجين.

3. أيُّ العناصر الآتية يُعَدُّ من عناصر المجموعة الثامنة عشر؟
   a. الكالسيوم.
   b. الأكسجين.
   c. الهيليوم.
   d. الفُلور.

4. ما المجموعةُ التي تكوّن عناصرُها أيوناتٍ أحاديةٍ موجَبة عند تفاعُلها؟
   a. الفِلِزَّاتُ القلَويَّةُ.
   b. الفِلِزَّاتُ القلَويَّةُ الأرضيَّةُ.
   c. الغازاتُ النَّبيلةُ.
   d. الهالوجينات.

5. ما المقصودُ بالهالوجينات؟
   a. مكوّناتُ العناصرِ.
   b. مكوّناتُ الأحماضِ.
   c. مكوّناتُ القلوياتِ.
   d. مكوّناتُ الأملاحِ .

تابِع تقويمُ الدَّرْسِ الرَّابِعِ

ثانيًا: أسئلةُ الإجاباتِ القصيرةِ:

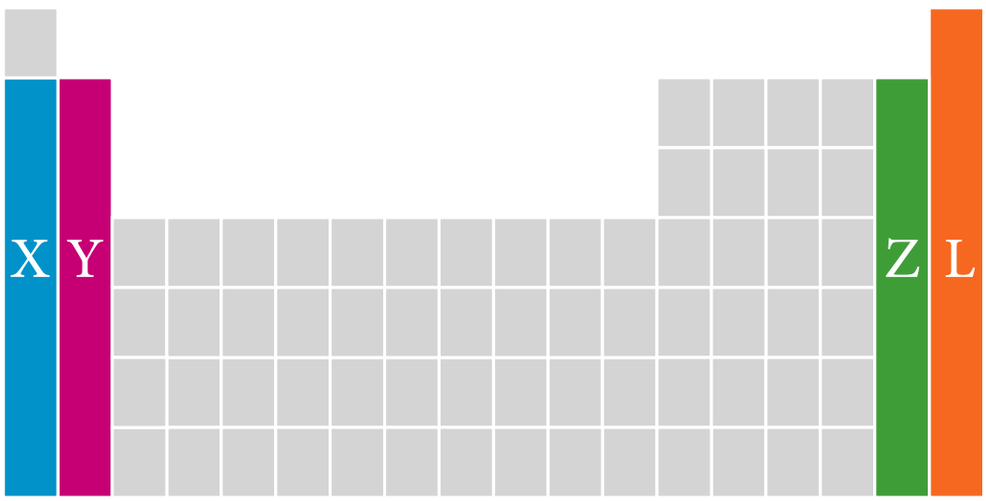
أَجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. ما المقصودُ بكُلٍّ من:
   - الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ.
   - الفِلِزَّاتِ القلَويَّةِ الأرضيَّةِ.
   - الهالوجينات.
   - الغازاتِ النَّبيلةِ.

2. فسّر: لا يُستخدم الماءُ عند إطفاء الحرائق التي سبَّبَها الصُّوديوم.

3. اكتبْ معادلاتٍ كيميائيَّةً رمزيةً تمثِّل التفاعُلات الآتية:
   a. تفاعُل الليثيوم مع الماء.
   b. تفاعُل البوتاسيوم مع الكلور.
   c. تفاعُل الماغنيسيوم مع الأكسجين.
   d. تفاعُل الكلور مع بروميد الصُّوديوم.

4. أدرس الشكل الآتي جيداً ثمَّ أَجبْ عن الأسئلةِ الَّتي تلِيه:



   a. ما الرَّمزُ الَّذي يُشير إلى مجموعة الفِلِزَّاتِ القلَويَّةَ؟
   b. ما الرَّمزُ الَّذي يُشير إلى مجموعة الفِلِزَّاتِ القلَويَّةَ الأرضيَّةَ؟
   c. ما الرَّمزُ الَّذي يُشير إلى مجموعة الغازاتِ النَّبيلةَ؟
   d. ما الرَّمزُ الَّذي يُشير إلى مجموعة الهالوجينات؟

تقويمُ وحدة الكيمياء

أولًا: أسئلةُ الاختيارِ من متعدِّد:

اختَرْ رمزَ الإجابةِ الصَّحيحةِ فيما يلي:

1. ما الأساسَ الذي تم اعتمادُه عند ترتيب العناصر في الجَدولِ الدَّوريِّ الحديث؟
   a. العدَدُ الذَّرّي.
   b. الكُتْلة الذَّرّيّة.
   c. عددُ النيوترونات.
   d. العدَدُ الكُتْلي.

2. ماذا تُسمَّى الأعمدةُ الرأسيةُ في الجَدولِ الدَّوريّ؟
   a. عناصرَ.
   b. ذراتٍ.
   c. مجموعاتٍ.
   d. دوراتٍ.

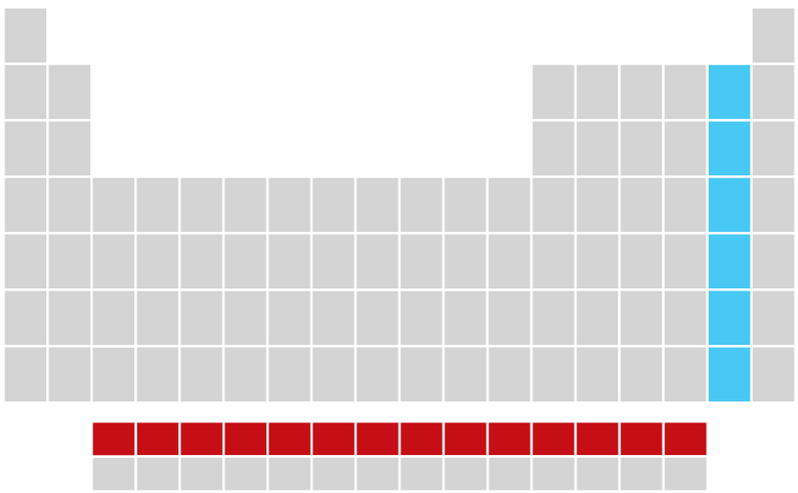
3. ماذا تُسمَّى عناصرُ المجموعة الأولى في الجَدولِ الدَّوريّ؟
   a. الهالوجينات.
   b. الفِلِزَّاتِ القلَويَّة.
   c. القلَويَّةَ الأرضيَّةَ.
   d. الغازاتِ النَّبيلةَ.

4. بمَ تمتاز العناصرُ التي تقع في مجموعةٍ واحدةٍ في الجَدولِ الدَّوريّ؟
   a. لها عددُ إلِكتروناتِ التكافُؤِ نفسُه.
   b. لها الخصائصُ الفيزيائيةُ نفسُها.
   c. لها عددُ البروتوناتِ نفسُه.
   d. لها التوزيعُ الإلِكترونيُّ نفسُه.

5. ماذا يُسَمَّى متوسطُ المسافة بين نواة الذَّرَّة وإلِكتروناتِ المستوى الخارجي؟
   a. العدَدَ الكُتْلي.
   b. الكثافة.
   c. الحجمَ الذَّرّيَّ.
   d. النَّظائرَ.

تابِع تقويمُ وحدة الكيمياء

أدرس الشكل الآتي جيداً، ثم أجب عن السؤالين (6 – 7) التَّاليين:



6. ما اسمُ الجزء المُشارِ إليه باللون الأحمر؟
   a. سلسلةُ اللانثنيدات.
   b. سلسلةُ الأكتنيدات.
   c. الفِلِزَّاتُ القلَويَّةُ.
   d. الهالوجيناتُ.

7. ما اسمُ المجموعةِ المشارِ إليها باللون الأزرق؟
   a. الهالوجيناتُ.
   b. الفِلِزَّاتُ القلَويَّةُ.
   c. الفِلِزَّاتُ القلَويَّةُ الأرضية.
   d. الغازاتُ النَّبيلةُ.

8. أي العبارات الآتية تصف العناصر في الجدول الدوري الحديث بشكل صحيح؟
   a. توجَد العناصرُ جميعُها بشَكلٍ طبيعيٍّ في مكونات الأرض.
   b. تم ترتيبُ العناصرِ في الجَدولِ الدَّوريّ حسَب تاريخ اكتشافها.
   c. العناصرُ المتشابهةُ في خواصِّها تقع في المجموعة نفسِها.
   d. تم ترتيبُ العناصر في الجَدولِ الدَّوريّ الحديث حسَب الزيادةِ في الكُتْلة الذَّرِّيّة.

تابِع تقويمُ وحدة الكيمياء

9. أيٌّ من العباراتِ الآتيةِ **غيرُصحيح** فيما يتعلق بتدَرُّجِ الخواصّ؟

a. نِصْفُ قُطْرِ ذرَّةِ الصُّوديوم Na أصغرُ من نِصْفِ قُطْرِ ذرَّةِ الماغنيسيوم Mg.

b. يتناقصُ نِصْفُ قُطْرِ الذَّرَّة عند الانتقال من الأسفلِ إلى الأعلى في المجموعة الواحدة.

c. نِصْفُ قُطْرِ الأيون Br^- أكبرُ من نِصْفِ قُطْرِ ذرَّةِ Br.

d. حجمُ الأيونِ الموجَبِ أصغرُ من حجمِ ذرَّته المتعادلة.

أدرس الشكل الآتي جيدًا، ثم أجب عن السؤالين (10 – 11) التَّاليين:

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

10. أَيٌّ مِنَ الذَّرَّاتِ الآتيةِ لها أكبرُ نِصْفِ قُطْرٍ ذَرِّيّ؟

a. Sn

b. C

c. Ge

d. Si

11. أيٌّ من الذرَّات الآتيةِ لها أصغرُ نِصْفِ قُطْرٍ ذَرِّيّ؟

a. Li

b. B

c. N

d. F

تابِع تقويمُ وحدة الكيمياء

12. ما الأيونُ الأكبرُ حجمًا من بينِ الأيوناتِ الآتيةِ؟
   a. Be^{2+}
   b. Sr^{2+}
   c. Mg^{2+}
   d. Ca^{2+}

13. ما الأيونُ الأصغرُ حجمًا من بينِ الأيوناتِ الآتية؟
   a. Te^{2-}
   b. O^{2-}
   c. S^{2-}
   d. Se^{2-}

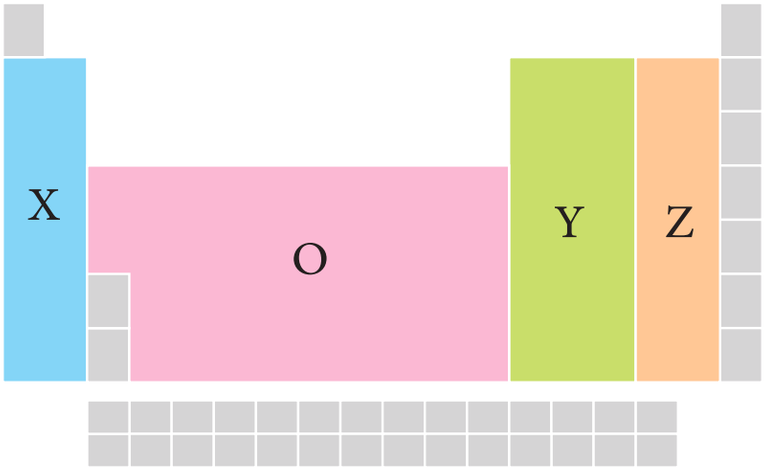
14. ما الأيونُ الأكبرُ في نِصْفَ القُطْرِ من بينِ الأيوناتِ الآتيةِ؟
   a. F^{-}
   b. O^{2-}
   c. Be^{2+}
   d. B^{3+}

15. أيٌّ من المجموعاتِ الآتيةِ تضمُّ عناصرَ **لافِلِزِّيَّةً فقط**؟
   a. الأولى.
   b. الثانيةُ.
   c. الثالثةُ.
   d. الثامنةَ عشْرة.

16. جميعُ الموادِّ الآتيةِ **غيرُ مُوَصِّلةٍ** للحرارةِ والكهرَباءِ، ما عدا:
   a. النيتروجين.
   b. الكُلور.
   c. الكِبريت.
   d. الألومِنيوم.

تابِع تقويمُ وحدة الكيمياء

أدرس الشكل الآتي جيدًا، ثم أجب عن السؤالين (17 – 18) التَّاليين:



17. تكُون الخاصِّيَّةُ الفِلِزِّيَّةُ للعناصر أكبرَ ما يُمْكِنُ عند الرَّمز:
    a. X
    b. O
    c. Y
    d. Z

18. تكُون الخاصِّيَّةُ اللافِلِزِّيَّةُ للعناصر أكبرَ ما يُمْكِنُ عند الرَّمز:
    a. X
    b. O
    c. Y
    d. Z

ثانيًا: أسئلةُ الإجاباتِ القصيرةِ:

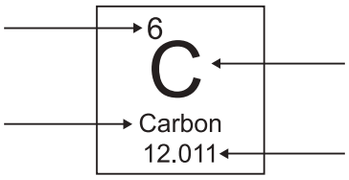
أَجبْ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

1. صف تدرج كلاً من الخصائص الآتية في الدورة الثانية من الجدول الدوري؟
    - التوصيلِ الكهربائي.
    - درَجةِ الانصهار.
    - نِصْفِ القُطْرِ الأَيونيّ.

تابِع تقويمُ وحدة الكيمياء

2. لماذا تتشابهُ عناصرُ المجموعة الواحدة في خواصِّها؟

3. في الشكل الآتي الذي يمثِّل مفتاحَ أحدِ العناصر، أُكتبْ أمامَ كلِّ سَهم ما يشيرُ إليه من معلوماتٍ حولَ العُنصُرِ.



أُدرسْ الجَدولَ الآتيَ، وأجبْ عن السؤال (4):

العُنصُرُ	العدَدُ الذَّرِّيّ	الكُتْلةُ الذَّرِّيّة	درجةُ الانصهار °C	درجةُ الغليان °C
ليثيوم	3	6.9	180	1340
صوديوم	11	23	98	890
بوتاسيوم	19	39	64	760
روبيديوم	-	-	-	-
سيزيوم	55	133	29	669

4. استنادًا إلى أعمال مِندليف ماذا تتوقَّعُ أن يكونَ العدَدُ الذَّرِّيّ لعُنصُرِ الروبيديوم، وكتلتَه الذَّرِّيّة، ودرجةَ انصهاره، ودرجةَ غليانه؟

5. لماذا لا يمكن قياسُ نِصْفِ قُطْرِ الذَّرَّة بطريقة مباشرة؟

6. وضِّحْ كيف ساهمَ مِندليف في بناء الجَدولِ الدَّوريّ؟

7. ما الفرقُ بين الدورةِ والمجموعةِ في الجَدولِ الدَّوريّ؟

8. تم تعريفُ نِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ بطريقتين مختلفتين، اذكُر التعريفَ من خلال الطريقتين.

9. بالرجوع إلى الجَدولِ الدَّوريّ للعناصر، أيُّ الذرَّات الآتيةِ أصغرُ حجمًا في الأزواج الآتية:

(Mg, Na)، (F, Cl)؟

تابِع تقويمُ وحدة الكيمياء

10. لديك الجَدول الآتي الذي يمثِّل كلماتٍ متقاطعةً متعلقة بوحدة التَّدَرُّجِ في خواص العناصر في الجَدولِ الدَّوريّ، املأ الفراغاتِ فيه عن طريق الإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليه:

أفقي \ رأسي	1	2	3	4	5	6	7	8
1		■	أ					■
2		■	ي	■				
3		■	و	■		■	■	■
4		■	ن	■		■	■	■
5		■	م					
6		■	و	■		■	■	■
7			ج					
8		■	ب	■		■	■	■
9		■	■	■	■	■	■	■

رأسيٌّ	أُفُقيٌّ
1. عناصر المجموعة السابعة عشرة من الجدول الدوري. 3. ينتج عن فقد الذرة الكترون أو اكثر. 5. ترتيب للعناصر الكيميائية.	1. العنصر الثالث من العناصر النبيلة. 2. صف أفقي من العناصر. 5. أول من رتب العناصر تبعًا للزيادة في الكتلة الذرية. 7. عنصر في المجموعة الخامسة عشرة والدورة الثانية من الجدول الدوري. (ترتيب حروفه معكوس).

11. صِف العلاقةَ بين نِصْفِ القُطْرِ الأيوني ونِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ للعناصر (الفلزية واللافلزية)؟

12. ما العلاقةُ بين نِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ في المجموعة الواحدة والعدَدِ الذَّرِّيّ؟

تابِع تقويمُ وحدة الكيمياء

13. أكملْ الجَدولَ الآتيَ للعناصرِ الافتراضيةِ:

العُنصرُ	التوزيع الإلِكتروني	الدورة	المجموعة
A	2,8,5		
B	2,3		
C	2		
D	2,8,8,2		

14. برأيكَ، ما الاختلافُ الذي يحدث على الجَدولِ الدَّوريّ إذا رُتِّبَتْ عناصرُه حسَب التَّزايُدِ في الكُتْلة الذَّرِّيّة؟

15. لديك العناصرُ الآتية: O, S, Se, Te ابحثْ عنها في الجَدولِ الدَّوريّ، ثم أجبْ عن الأسئلةِ الآتية:

- رتِّب العناصرَ السابقةَ تصاعديًّا حسب نِصْفِ القُطْرِ الذَّرِّيّ لكُلٍّ منها.
- هل يُعَدُّ ترتيبُك للعناصر السابقة مثالًا على تدَرُّجِ الخصائصِ في الدورة الواحدة أم في المجموعةِ الواحدة؟

16. أكمل الجدول الآتي:

وجهُ المقارنةِ	الدَّوْراتُ	المجموعات
عدَدُها في الجَدولِ الدَّوريّ		
الخاصِّيَّةُ الفِلِزِّيَّةُ في الدَّورةِ الواحدة.		-
الخاصِّيَّةُ اللافِلِزِّيَّةُ في الدَّورةِ الواحدة		-
الخاصِّيَّةُ الفِلِزِّيَّةُ في المجموعةِ الواحدة.	-	
الخاصِّيَّةُ اللافِلِزِّيَّةُ في المجموعةِ الواحدة.	-	

تابِع تقويمُ وحدة الكيمياء

17. لديك الجَدولُ الآتي، ادرسْه جيّدًا ثم أكملْه بما يناسبُه:

الرمز	العدَدُ الذَّرِيّ	التوزيعُ الإلِكتروني	عددُ إلِكتروناتِ مستوى الطاقة الخارجي	رقْم مستوى الطاقة الخارجي	موقِعه في الجَدولِ الدَّوريّ	
					الدَّورةُ	المجموعةُ
H	1					
Li	3					
C	6					
O	8					
Na	11					
Cl	17					
Ar	18					

18. ابحث عن اسهامات هنري موزلي في تطوير الجَدولِ الدَّوريّ، واكتبْ تقريرًا بذلك واعرضْه على زملائك في صورة مقابلةٍ صُحفية.

19. بالتعاون مع زملائك في المجموعة، اِستخدِم المصطلحاتِ الآتيةَ، أو ما يلزمُ مِنها لتصميمِ خريطةٍ مفاهيميةٍ تنظِّم فيها الأفكارَ الرئيسةَ للدَّرسِ:

الجدول الدوري | البروتونات | العدد الذري

النظائر | الكتلة الذرية | نشاط إشعاعي

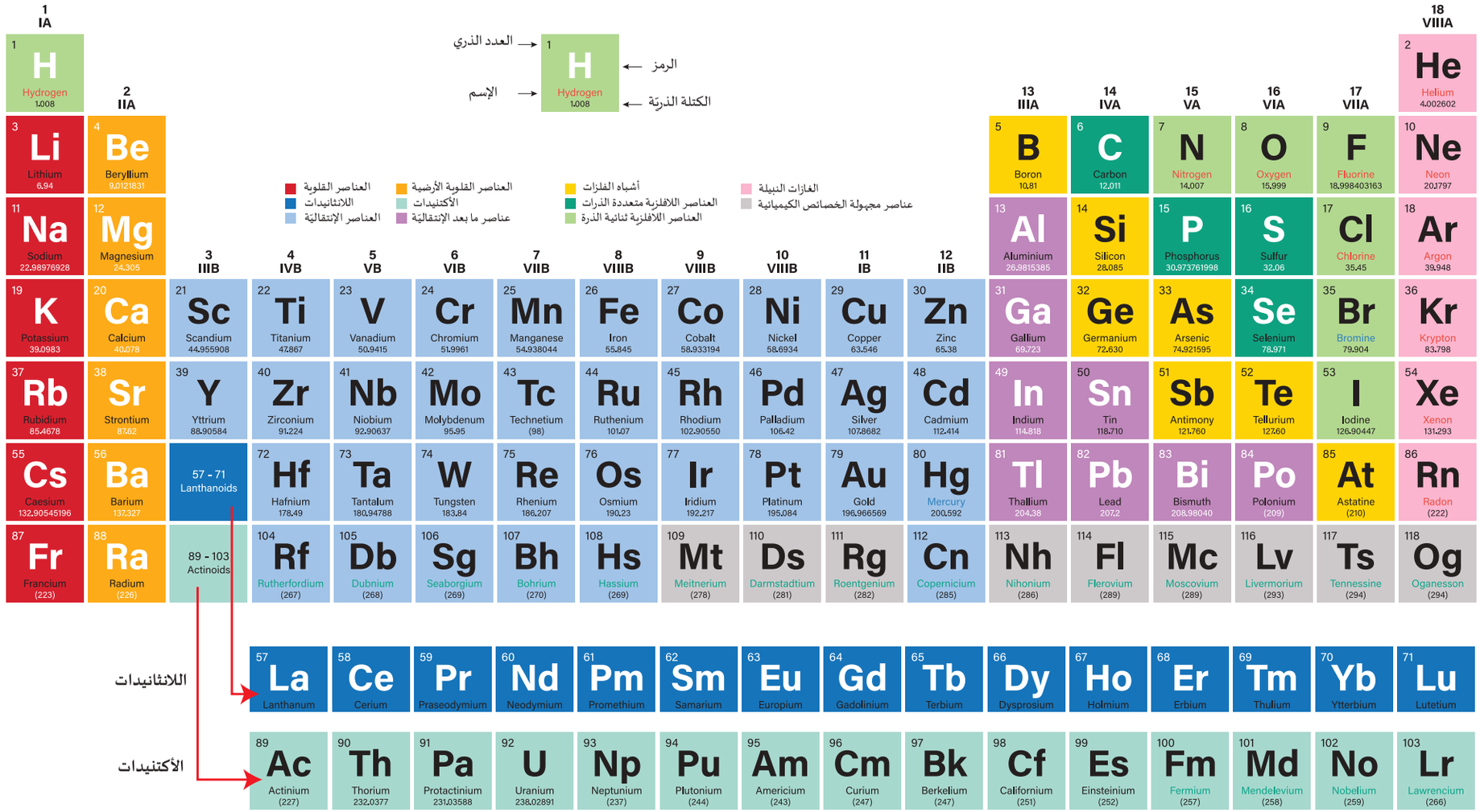
اللافلزات | الفلزات | الفلزات القلوية الترابية

أشباه الفلزات | الفلزات القلوية | عناصر مستقرة

عناصر غير مستقرة | عناصر إنتقالية رئيسية | عناصر إنتقالية داخلية

عناصر ممثلة

الجدول الدوري للعناصر



وحدة الأحيـاء

محتويات الوحدة:

الـدرس الأول:	1-3 اكتشاف الخلية ونظريتها	Cell Discovery And Cell Theory
الدرس الثاني:	2-3 التقنية في بيولوجيا الخلية	Technology In Cell Biology
الدرس الثالث:	3-3 التركيب الدقيق للخلية	Cell Ultrastructure

الدرس الأول 1-3

اكتشاف الخلية ونظريتها
Cell discovery and cell theory

يُمكنُ تشبيهُ دراسةِ عالَمِ الخليةِ باستكشافِ الفضاءِ الواسع، فمثلَما يحتوي عالمُ الفضاء بلايين النجوم التي لا يُمكنُ مُراقبتُها وتَفحُّصَها بشكلٍ مباشر، كذلك الخلايا تتواجدُ بأعدادٍ كبيرةٍ، وتحتوي كلُّ خليةٍ أجزاءَ دقيقة جدًا، فجسمُك يتكون من تريليوناتِ الخلايا التي لا تُرى بالعين المجردة، وكذلك تُوجد بلايينُ الكائنات الحية كالبكتيريا أُحاديةِ الخلية التي لا تُرى بالعين المجردة؛ وعلى الرغم من ذلك؛ فإن علماءَ الأحياء يُحرزون تقدمًا سريعًا نحو فَكِّ أسرارِ الخلية وعجائبِها.

فكيف تستطيعُ الخليةُ القيامَ بالعملياتِ الحيويةِ بالرغم من صِغرها؟
وكيف استطاعَ العلماءُ استكشافَ مُكوناتِها؟

التجارب والأنشطة:

1-1 تحضير شرائح من الأنسجة النباتية.

2-1 الخلايا حقيقية النواة، والخلايا بدائية النواة.

3-1 إعداد لوحة، أو نموذج، أو موقع إلكتروني.

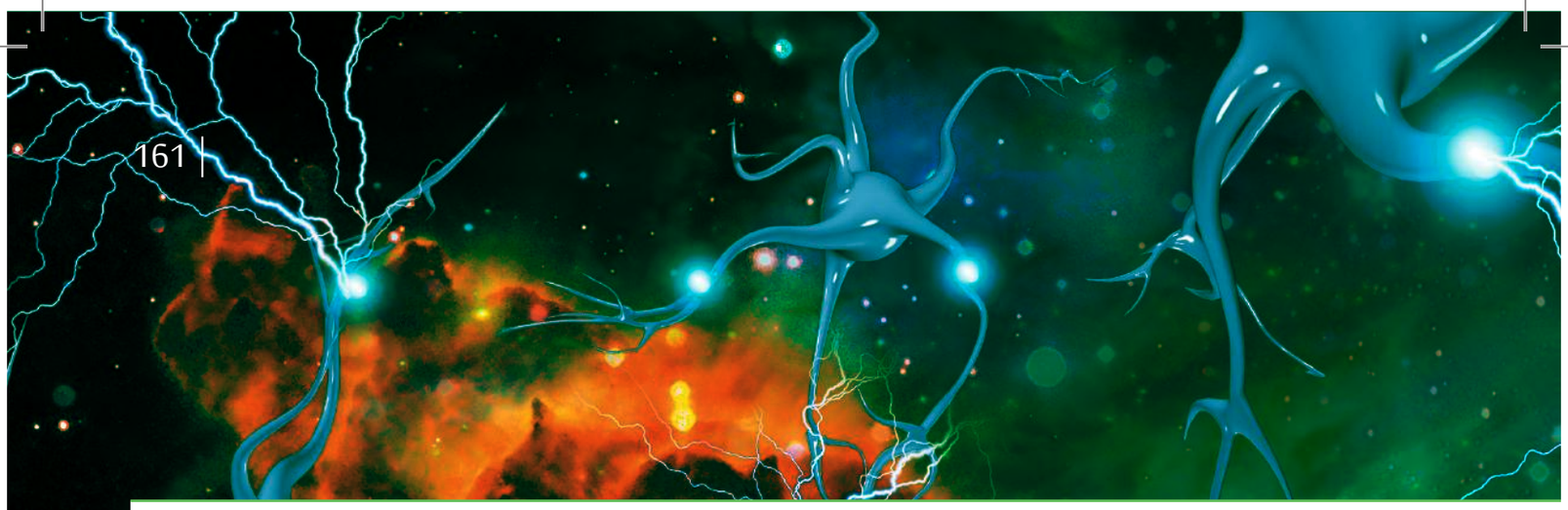
مُخرجات التعلم:

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يُعرّف نظريةَ الخلية بأنَّ جميعَ الكائنات الحية تتكونُ من خلايا.**
- **يُميّز بين الخلايا بدائيةِ النواة والخلايا حقيقيةِ النواة.**
- **يَشرحَ أهميةَ التقسيمِ الداخلي في الخلايا حقيقيةِ النواة.**

المفردات الرئيسية

الخلية	Cell
نظرية الخلية	Cell theory
التقسيم الداخلي للخلية	Compartmentalization
خلية حقيقية النواة	Eukaryotic cell
خلية بدائية النواة	Prokaryotic cell
العضيات	Organelles
المنطقة النووية	Nucleoid



اكتشاف الخلية Cell Discovery

حاولَ الإنسانُ منذُ القِدَمِ التعرُّفَ على البيئة المحيطة به واستكشافِ أسرارها، فاستخدم الأدواتِ المختلفةَ لِفَهْمِ الأشياءِ والظواهرِ بصورةٍ أفضل؛ ففي عام 1665م استخدم العالمُ روبرت هُوك مِجهرًا بسيطًا لفحص شريحةٍ رقيقةٍ من نسيج الفِلّين، ولاحظ أنها مُكونةٌ من حُجَيرات صغيرة أطلق عليها اسمُ الخلايا، (انظر الشكل 1-1) ويعود أصلُ كلمة الخلية **(Cell)** إلى اللاتينية وتعني "غرفة صغيرة" فما الخلية؟ وكيف توصل العلماء إلى بناء النظرية الخلوية؟ قبل الإجابة نفذ النشاط (1-1).

الشكل 1-1: مجهر روبرت هوك و خلايا نسيج الفلين التي درسها

نشاط 1-1	تحضير شرائح من الأنسجة النباتية
الهدف:	يستنتج تركيب الأنسجة النباتية.
المواد الأدوات:	(مِجهر ضوئي مركب - مِجهر رقمي- بصلة - شرائح - أغطية شرائح - ملقط - مشرط - قطارة - صبغة أزرق الميثيلين).
الأمن والسلامة:	احذر عند التعامل مع الأدوات الحادّة والأدوات الزجاجية.

الخطوات:

بالتعاون مع زملائك في المجموعة، نفّذ الخطوات الآتية:

a) قَطِّعِ البصلةَ إلى قِطَعٍ باستخدام المِشرط.

b) افصلْ جزءًا من الغِشاءِ الرّقيق المُبطّن للبصل باستخدام المِلقط.

c) ضَعْ قطرةَ ماءٍ على مُنتصف الشريحة، ثم ضَعِ الغِشاء الرقيق للبصل على قَطْرةِ الماء، ثم غَطِّها بلُطفٍ بغطاءِ الشريحة.

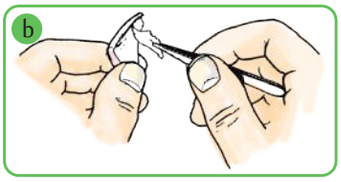
d) ضَعِ الشريحة التي حضَّرتها على مِنضدة المِجهر تحت العدسة الشيئية، وافحص الشريحة مُبتدئاً بقوة التكبير الصُّغرى ثم الوُسطى فالكُبرى ثم لاحظِ الاختلاف.

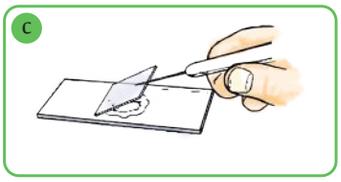
e) ضَعْ قَطرةً من صِبغةِ أزرقِ الميثيلين عند حافة غطاء الشريحة التي حضَّرتها.

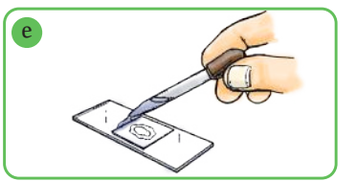
f) ضَعْ قطعةً من ورق التنشيف عند الجهة الأُخرى لغطاء الشريحة لسحب الزائد من الصِبغة، ثم افحص الشريحة تحت المجهر مُستخدِما قوَّتي التكبير الصُّغرى والكُبرى. ماذا تلاحظ؟

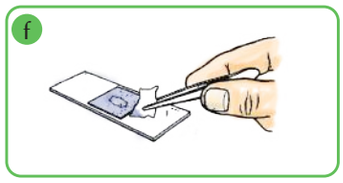
g) صِلِ المجهر الرقمي (إذا تَوَفّر) بالحاسوب، ثم اعرض الشريحة على شاشة الحاسوب، والتقطْ صورةً لخلايا البصل، ثم احفظْها باسم المجموعة.

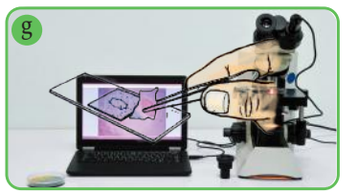
h) ناقش مع زملائك في المجموعة حول ما توصلتم إليه من ملاحظات (بتوجيه معلمك)، وقارنها مع نتائج المجموعات الأخرى.











التحليل:

1) ارسم صورة خلايا البصل كما شاهدتَها تحت المجهر.

2) ما فائدة استخدام صبغة أزرق الميثيلين؟

3) ماذا تستنتج من هذا النشاط؟

نظرية الخلية Cell Theory

توصلتَ في النشاط السابق إلى أن النباتاتِ مُكونةٌ من خلايا، وقد كان هذا من أهم الاكتشافات التي توصل إليها عالمُ النبات (شلايدن Schleiden عام 1838م) من أن كلَّ النباتاتِ مُكونةٌ من خلايا، وبعد سنة تَوصَّلَ عالمُ الحيوان (شفان Schwann) إلى الاستنتاجِ نفسِهِ فيما يتعلَّق بالحيوانات، وشكّلتِ اكتشافاتُ (شلايدن وشفان عام 1839م) نظريةً أساسيةً في عِلْمِ الأحياء، وهي نظريةُ الخلية.

وقد أفرزت نظريةُ الخلية سُؤالًا شَكَّل تَحديًّا جديدًا للعلماء وهو: من أين تأتي الخلايا؟ حاول شلايدن وشفان الإجابة عن السؤال بِفَرَضِيَّةٍ مَفادُها أن الخلايا الجديدةَ تتكون من بَلُّوراتٍ تنشأ من محاليلَ خَلَويّةٍ، وقد ثبت عدمُ صحة هذه الفرضية في تفسيرِ تَكَوُّنِ الخلايا.

إثراء

ثبت علميًا أن الخلية لا تأتي إلا من خلية سابقة لها في الخلق والوجود، وقد فشلت جميع الجهود العلمية والمادية في بناء خلية واحدة، ففي كل خلية يكمن سر الحياة وعظمة الخالق سبحانه وتعالى، وهذا دحض نظريات من يعتقد أن الكون جاء بالصدفة أو بشكل تلقائي.

وفي عام 1855م تمكن العالِمُ (فيرشو Virchow) من إثبات أن الخلايا تتكاثرُ بالانقسام، وأنها تنشأ من انقسام خلايا سابقةٍ لها. وهكذا تبلورت نظريةُ الخلية، وأُعيد صياغتُها لتتضَمَّنَ المبادئَ الثلاثة الآتية:

- تَتكوَّنُ جميعُ الكائنات الحية من خليةٍ واحدة أو أكثر.
- الخلية هي الوِحدةُ الأساسيةُ للتركيبِ والوظيفةِ لجميع الكائنات الحية.
- تنشأ جميعُ الخلايا من انقسامِ خلايا سابقةٍ لها.

وقد جمع العلماءُ المعاصرون على مدى سنواتٍ أدلةً إضافيةً كثيرةً تدعمُ النظريّةَ الخلويّة، حتى أصبحت النظريّةُ الخلويّةُ تُعدُّ من أهمِّ النظرياتِ في عِلْمِ الأحياء، وانطلقت من هذه النظريةِ الكثيرُ من أبحاثِ العلماءِ في مَجالاتٍ كثيرة؛ منها:عِلمُ الأمراض وعِلمُ الوراثة وعِلمُ التصنيف؛ لارتباط هذه العلوم بدراسةِ المادةِ الوراثيّةِ التي تُعدُّ من مُكوّناتِ الخلية.

اختبر نفسك

- اكتب الأفكارَ الرئيسةَ الثلاثةَ لنظرية الخلية.
- وَضِّحْ دورَ العالِمِ (روبرت هوك) في بناء نظرية الخلية.

الأنواع الأساسية للخلايا Basic types of cells

تَعلَّمتَ من نظريةِ الخلية أن الخلايا Cells هي الوِحداتُ الأساسيةُ للتركيبِ والوظيفة لجميع الكائنات الحية، ولكنْ، هل لجميع خلايا الكائناتِ الحيَّة التركيبُ نفسُهُ؟ لقد قَسَّمَ العلماءُ الخلايا المُكَوِّنةِ لأجسامِ الكائناتِ الحيةِ حسب درجةِ التَّعقيد في تركيبها إلى نوعين رئيسين، هُما: الخلايا بدائيةُ النواةِ والخلايا حقيقيةُ النواة، فما أوجهُ الشَّبَهِ والاختلافُ بين الخلايا بدائيةِ النواة، والخلايا حقيقيةِ النواة؟ للإجابة عن هذا السؤال نَفِّذِ النشاطَ (1-2).

نشاط 2-1	الخلايا حقيقيةُ النواة والخلايا بِدائيةُ النواة
الهدف:	يُقارن بين الخلايا حقيقيةِ النواة والخلايا بدائيةِ النواة.
المواد الأدوات:	مِجهر ضوئي- شريحة جاهزة لبكتيريا- شريحة جاهزة لخلايا حيوانية- شريحة جاهزة لخلايا نباتية- قَطَّارة - زيت عدسات.

الخطوات:

1) افحصِ الشرائحَ الجاهزة مُستخدما قُوى التكبير المختلفةِ للعدسة الشّيئيّة (ارسم ما تُشاهد).
2) أَضِفْ قطرةً صغيرةً من الزيت على سطح الشريحة، وافحص الشرائحَ الجاهزة باستعمال العدسة الزيتية لمشاهدة أجزاء الخلية التي تعلَّمتَها في صفوفٍ سابقة.
3) سَجِّلْ مُلاحظاتِك حول الخلايا الثلاثة في الجدول الآتي:

وجه المقارنة	البكتيريا	الخلايا النباتية	الخلايا الحيوانية
وجود النواة			
وجود الجدار			
حجم الخلية			
شكل الخلية			

4) اعرضْ بياناتِك على زملائك وناقشهم بها، وقارنْ نتائجك مع نتائجهم.

التحليل:

1) قارنْ بين الخلايا التي شاهدتَها من حيثُ التركيبِ والحجمِ والشكلِ.
2) هل استخدامُ العدسةِ الزيتيةِ يُساعدُ في التَّعَرُّفِ على تركيب الخلية؟ وضِّحْ إجابتك.
3) صَنِّفِ الخلايا الثلاثة التي شاهدتَها من حيثُ امتلاكِها للنواة.

لاحظتَ من النشاط السابق أن أنواعَ الخلايا الثلاثة تشتركُ جميعُها في وُجودِ غِشاءٍ خلويٍّ يُحيط بها، غير أن خلايا النبات والحيوان تمتلك نواةَ (خلايا حقيقية النواة)، بينما خليةُ البكتيريا تفتقر إلى وجود النواة (خلايا بدائية النواة)، فما الفرق بين الخلايا حقيقيةِ النواة والخلايا بدائيةِ النواة؟

1) الخلايا بدائية النواة Prokaryotic cell

أصل الكلمة

Pro: كلمة لاتينية معناها بدائي.

eu : كلمة لاتينية معناها حقيقي.

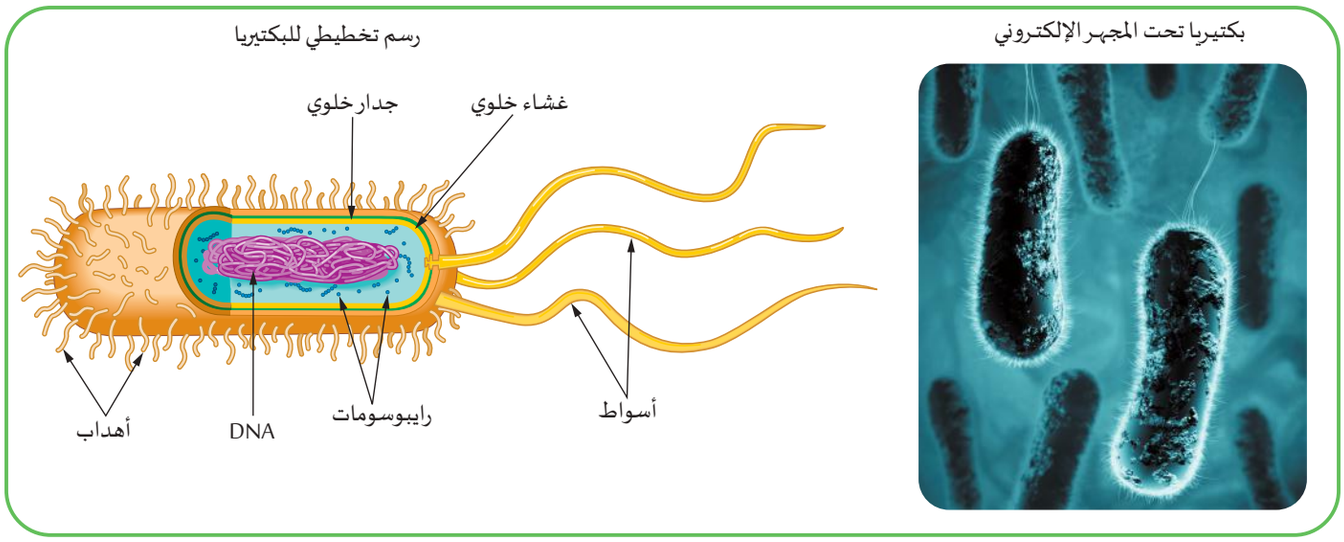
Karyo : كلمة لاتينية معناها النواة.

هي خلايا بسيطة التركيب، صغيرة الحجم، وتتميز بما يأتي:

- تفتقر الخليةُ بدائيةُ النواة إلى وجود نواة مُحدَّدَة؛ فهي لاتحتوي على غلاف نووي، لذلك تتجمع مادتُها الوراثيةُ بمنطقة تُدعى (المنطقة النووية **nucleoid**)، انظر الشكل (1-2).

- لا يحوي سيتوبلازم الخليةِ بدائيةِ النواة على عُضيّات محاطة بأغشية، لكنها تحتوي على الرايبوسومات وهي عُضيّات غير غِشائيّة، وتظهر بشكل حُبيباتٍ صغيرةٍ كثيرةِ العدد.

- تُوجد الخليةُ بدائيةُ النواة في الكائناتِ الحيّةِ وحيدةِ الخلية، كالبكتيريا؛ فكلُّ خليةٍ بكتيريةٍ تُعدُّ أحادية الخلية وبدائيَّة النواة، وقد تمتلكُ بعضُ أنواع البكتيريا أسواطًا تساعدها على الحركة كما توجد في بعض الأنواع أهداب تساعدها على الإلتصاق.

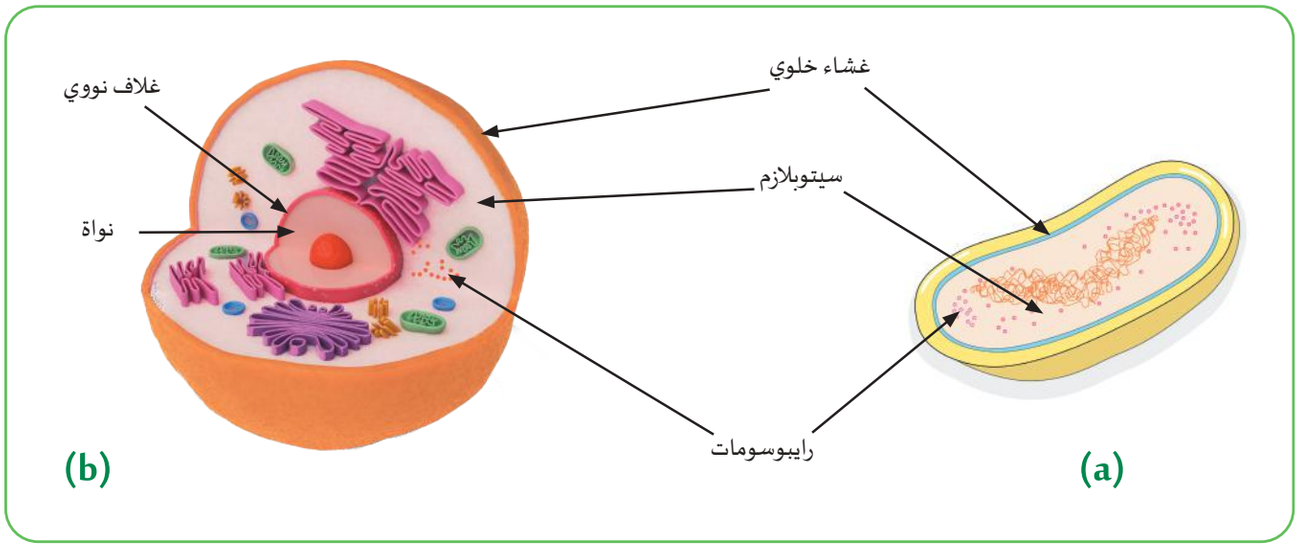


الشكل 1-2: نموذج يوضح تركيب الخلية بدائية النواة.

اختبر نفسك

- **اكتب ثلاث مميزات للخلايا بدائية النواة .**
- **كيف تساعد الأهداب والأسواط البكتيريا على البقاء.**

2) الخلايا حقيقية النواة Eukaryotic cell خلايا مُعقَّدةُ التركيبِ تحتوي على نَواةٍ مُحاطةٍ بغلاف نوويّ، كما تحتوي على العديد من العُضيّات المُحاطةِ بأغشيةٍ بالإضافة لاحتوائِها على الرايبوسومات، ولكل عُضيّة وظيفةٌ مُحدَّدة. وتُشكل الخلايا حقيقيةُ النُّوى اللبِنَاتِ الأساسيةَ للحيوانات والنباتات والفطريات ومعظم الطلائعياتِ، وبالرغم من أن الخلايا حقيقيةَ النوى أكبرُ حجمًا من بدائيات النوى إلا أنها تحتاج إلى مِجهرٍ لرؤيتها، ويوضح الشكلُ (1-3) مقارنةً بين خليةٍ بدائيةِ النواة وخليةٍ حقيقيةِ النواة. لاحظِ التعقيدَ التركيبيَّ الأكبرَ للخليةِ حقيقيةِ النواة وأجزاءَها العديدة المحاطة بأغشية.



الشكل1-3: نوعان من الخلايا: خلية بدائية النواة (a) وخلية حقيقية النواة (b).

اختبر نفسك

قارن بين الخلايا البدائيةُ والخلايا حقيقيةُ النواة.

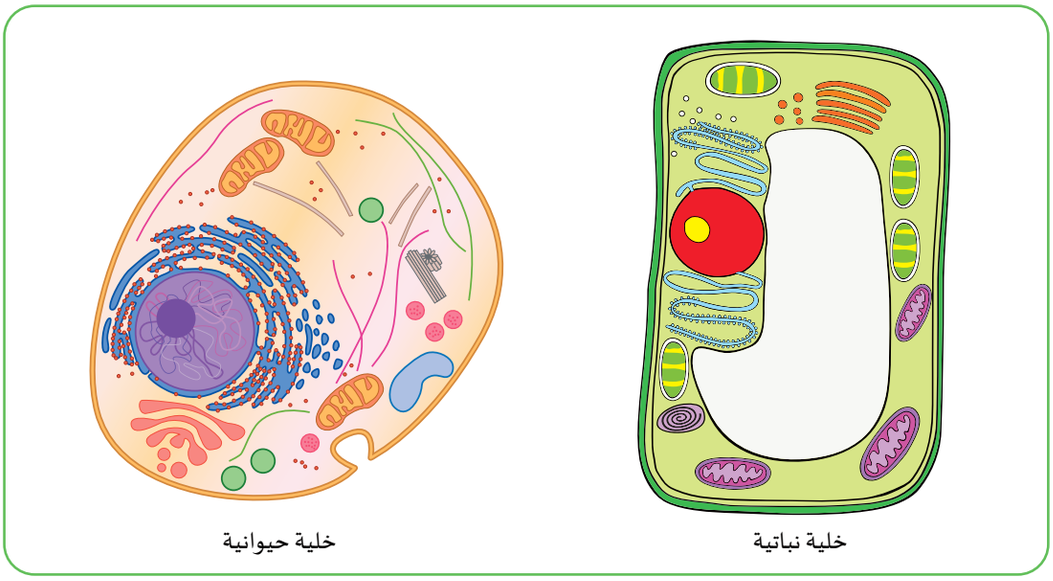
نشاط 1-3

تعاونْ مع أحد زملائك، بإعدادِ لوحةٍ أو نموذجٍ أو موقعٍ إلكتروني لمساعدة الطلبة على التفريق بين الخلايا البدائية والحقيقية النواة. (اعرضْ عملك على زملائك)

التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة
Compartmentalization in eukaryotic cells

تعلمتَ أن الخلايا حقيقيةَ النواة تحتوي على العديد من الأجزاءِ المُحاطةِ بأغشية، ويُسمّى تقسيمُ الخليةِ حقيقيةِ النواة إلى أجزاءَ وظيفيةٍ مُختلفةٍ بالتقسيم الداخلي للخلية **Compartmentalization** انظر الشكل (1-4) ويُمكن تشبيهُ التقسيمِ الداخلي في الخلايا حقيقيةِ النواة بتقسيمِ المَهامّ في السيارة، فمثلما تحتوي السيارةُ على العديد من الأجزاء، وكلُّ جزءٍ يقوم بوظيفةٍ مُحدَّدةٍ تُساهمُ في حركةِ السيارة، كذلك الخلايا حقيقية النواة مُقسَّمة إلى أجزاءَ وظيفيةٍ مختلفة، وكلُّ جزء يقوم بوظيفةٍ مُحددةٍ خاصةٍ به تُساهم في

وظيفةِ الخلية، وتُسمَّى هذه الأجزاءُ (العُضيّات **Organelles**) وأيُّ جزءٍ في الخلية حقيقيةِ النواة له تركيبٌ ووظيفةٌ خاصةٌ به يُعدُّ عُضيًّا، ولا يعني وجود هذه العضيات أن الخليةَ مجموعةُ أجزاءٍ مُنفصلة، بل يعني مبدأَ تقسيمِ العملِ بين هذه العُضيَّات وتَكامُلِ وظائِفِها في الخليةِ الواحدةِ لتبقى الخليةُ حيةً.. فما أهميةُ التقسيمِ الداخليّ في الخلايا حقيقيةِ النواة؟



الشكل1-4: شكل يوضّح التقسيم الداخلي للخلايا حقيقية النواة إلى أجزاء محاطة بأغشية.

أهمية التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة:

يَزيدُ التقسيمُ الداخليّ في الخلايا حقيقيةِ النواةِ من كفاءةِ عملِ الخليةِ ؛ لأنه:

- **يَسمحُ بأداءِ وظائِفِ الخلية المختلفةِ في الوقت نفسه:** تحدث آلاف التفاعلاتِ الكيميائية وبشكلٍ مستمرٍ في الخلايا حقيقيةِ النواة. والكثير من هذه التفاعلات يؤثر بعضُها في بعض، ومع ذلك فإنها تحدث في نفس الوقت؛ لأن الخلايا حقيقيةَ النواة مقسمةٌ إلى عُضيّاتٍ مُحاطةٍ بأغشية.
- **يُوفر البيئةَ الملائمةَ لعمل العُضيّات بكفاءةٍ عالية:** يُمَكِّنُ تقسيمُ الخليةِ إلى أجزاءَ من توفيرِ تراكيزَ عاليةٍ للمواد المطلوبةِ داخل العضيات، كما يزيد تقسيم الخلية إلى أجزاء مساحة السطح لبعض العُضيّات؛ مما يزيد من كفاءة عملها.
- **يُؤمِّنُ حمايةً لِمُكوّناتِ الخلية:** قد تُنتجُ التفاعلاتُ المختلفةُ موادّ في العُضيّات تُسبب تَلَفَ مُكوّناتٍ عُضيّات أخرى، فمثلا يَفصلُ الغلاف النوويُّ الحِمضَ النوويَّ (DNA)عن بقيةِ الخلية؛ هذا الفصلُ يحمي الـ (DNA) من الأنزيمات التي قد تُحطِّمه.

اختبر نفسك

كيف يزيد التقسيمُ الداخليُّ للخلايا حقيقيةِ النواة من كفاءةِ عملِ العُضيّات؟

مراجعة الدرس الأول

الأفكار الرّئيسة:

- الخليّة هي: الوحدةُ الأساسيةُ للتركيبِ والوظيفةِ لجميع الكائنات الحيَّة، وقد مَكَّنَ تَطَوُّرُ المِجهرِ من معرفةِ التركيبِ الدقيقِ لها.
- تشملُ نظريةُ الخليةِ المبادئَ الثلاث الآتية: (1) تتكوّن جميعُ الكائناتِ الحيةِ من خليةٍ واحدةٍ أو أكثر. (2) الخليةُ هي الوِحدةُ الأساسيةُ للتركيب والوظيفة لجميع الكائنات الحية. (3) تنشأ جميع الخلايا من انقسام خلايا سابقة لها.
- يُوجد نوعان رئيسان من الخلايا هما: الخلايا بدائيةُ النواة والخلايا حقيقيةُ النواة.
- تحتوي الخلايا حقيقيةُ النواة على نواةٍ وعُضيّات مُحاطةٍ بأغشية، بينما تفتقر الخلايا بدائيةُ النواة إلى وجود نواةٍ وعُضيّات مُحاطةٍ بأغشية.
- التقسيم الداخلي للخلية الحقيقية هو: تقسيمُ الخلية الحقيقية النّواة إلى أجزاءَ وظيفيةٍ مختلفةٍ تُسمّى العُضيّات؛ مما يؤدي إلى زيادة كفاءتها، ولا تحتوي الخلايا بدائية النواة على هذا التقسيم.

تقويم الدرس الأول

أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. ما التركيب المشترك في جميع الخلايا الحيّة؟

a) الجدار الخلوي.

b) الغشاء الخلوي.

c) الميتوكندريا.

d) النواة.

2. من أول عالم استخدم كلمة خلية؟

a) هوك.

b) شوان.

c) فيرشو.

d) ليفنهوك.

تابع تقويم الدرس الأول

3. أي العبارات الآتية **لا تتضمنها** نظرية الخلية؟

a) تتكون جميع الكائنات الحية من خلية واحدة أو أكثر.

b) الخلايا تأتي من خلايا أخرى من خلال انقسامها.

c) تحتوي جميع الخلايا حقيقية النواة على نواة.

d) الخلية هي الوحدة الأساسية للتركيب والوظيفة لجميع الكائنات الحية.

4. أي مبادئ نظرية للخلية التالية تدعم عملية الإنقسام الخلوي؟

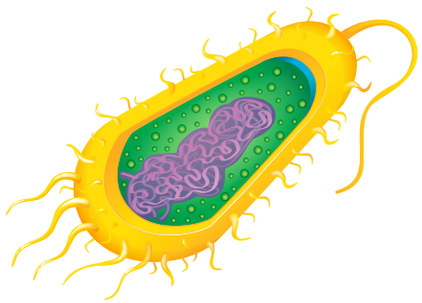
a) الخلايا هي الوحدات الأساسية للحياة.

b) تأتي كل خلية من خلية موجودة مسبقًا.

c) جميع الكائنات الحية تتكون من خلايا.

d) جميع الخلايا الحقيقية مقسمة إلى أجزاء.

5. أي مما يأتي يصف الكائن الحي المُوضَّح في الصورة المقابلة بشكل صحيح؟



a) حقيقي النواة؛ لأنه يحتوي على سوط كبير.

b) بدائي النواة؛ لأنه يحتوي على ريبوسومات.

c) حقيقي النواة؛ لأنه يحتوي على نواة كبيرة.

d) بدائي النواة؛ لأنه لا يحتوي على عُضيّاتٍ محاطةٍ بغشاء.

أسئلة الإجابات القصيرة:

1. قام طالب بفحص ثلاث عينات لخلايا مختلفة بواسطة المجهر، ولخص نتائج الفحص بالجدول الآتي.. صنف الخلايا الثلاثة إلى خلايا حقيقية أو بدائية، وقدِّم دليلاً للقرار الذي اتخذته.

عينات الخلايا	النواة	غشاء الخلية	جدار الخلية
a	غير موجودة	موجود	موجود
b	موجودة	موجود	غير موجود
c	موجودة	موجود	موجود

2. هل تتوقع أن تتغير مبادئ النظرية الخلوية مُستقبَلاً؟ برِّر إجَابَتَك.

3. ماذا يحدث لو لم تكن الخلايا حقيقية النواة مُقسمة إلى أجزاء داخلية؟

4. مُستعيناً بشبكة المعلومات (الانترنت) لخص دور وجهود العلماء (شلايدن وشفان وفيرشو) في تطور نظرية الخلية وفهم تركيب الخلية، وأثر ذلك على خدمة البشرية، ثم اعرض الملخص على زملائك وتناقش معهم حوله.

الدرس الثاني 2-3

التقنية في بيولوجيا الخلية
Technology in Cell Biology

وُلِدَ العالمُ (أنطوني فان ليفينهوك) في هولندا عام 1632م، عمل في أحد مَتاجر الأقمشة وعُمُرُه 16 سنة، وكان يهتم بصناعة العدسات ويستخدمُها لمعرفةِ أجودِ الخيوط، وفي سنة 1674م لاحظ وُجودَ كائناتٍ عَصويّةِ الشكل بين أليافِ القماش، وكان لهذا الاكتشافِ أهميةٌ كبيرةٌ في تاريخ البشرية فيما بعد، ولمّا استمرَّ ليفينهوك بتفحُّصِ الأشياءِ مِنْ حوله، لاحظ كائناتٍ مُتعدّدةٍ في بِرْكَةِ ماء، وخلايا في عَيِّنةٍ من الدم.

كان ليفينهوك صبورًا ومثابرًا وقويَّ الملاحظة؛ قام بتسجيلِ مُلاحظاتِهِ بدقة، كما أتقنَ رَسْمَ مُشاهداتِه، وقد ساعده صديقُه الطبيبُ البارزُ في الجمعيّةِ الملكيّةِ بنشرِ أبحاثِهِ واكتشافاتِهِ في المجلاتِ العلميّة.

مجهر ليفنهوك

فما هي المجاهر؟ وكيف مَكَّنتْ علماءَ الأحياءِ من دراسةِ الخليّةِ دراسةً دقيقةً وشاملة؟

التجارب والأنشطة:

4-1 أثر قوة تكبير المجهر في دراسة تركيب الخلايا.

5-1 قياس الحجم الفعلي للعينة المفحوصة بالمجهر.

6-1 مُخطط زمني لتطور المجاهر.

7-1 زيارة إلى جامعة قطر.

مُخرجات التعلم:

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يشرحَ كيف ساهمت المجاهرُ الضوئية في معرفتنا بتركيب الخلية.**
- **يُعرّف قوةَ الفصل، ويَحسِبُ قوةَ التكبير للمجاهر الضوئية.**
- **يَشرحَ كيف ساهمت المجاهرُ الإلكترونية في معرفتنا بالتركيب الدقيق للخلية.**

المفردات الرئيسية

المجهر الضوئي المركب	Compound light Microscope
قوة التكبير	Magnification power
قوة الفصل	Resolution power
المجهر الإلكتروني	Electron microscope
المجهر الإلكتروني النافذ	Transmission Electron Microscope
المجهر الإلكتروني الماسح	Scanning Electron Microscope
المجهر النفقي الماسح	Scanning Tunneling Microscope
الطرد المركزي	Centrifugation

تعلمتَ في الدرسِ السابقِ أن الخلايا تختلفُ في الشكلِ والحجمِ وأن مُعظَمَها صغيرةٌ جدًا ولا يُمكنُ رؤيتُها بالعينِ المجرّدة؛ حيث يبلغُ متوسطُ قُطْرِ الخلايا من 10 إلى 20 ميكروميتر (µm)؛ مما يجعلُ فَهْمَ تركيبِ الخليةِ عمليةً صعبةً ومعقدة. أُدرسِ الشكلَ (1-5) الذي يُقارن بين مجموعةٍ من الأحجامِ الحيويّة. أيّ الأحجامِ يمكنُ رؤيتُها بالعين المجرَّدة وأيّها لا يمكنُ رؤيتُها بالعين المجردة؟ هل يمكنُ دراسةُ تركيبِ الخليةِ بالعين المجردة؟

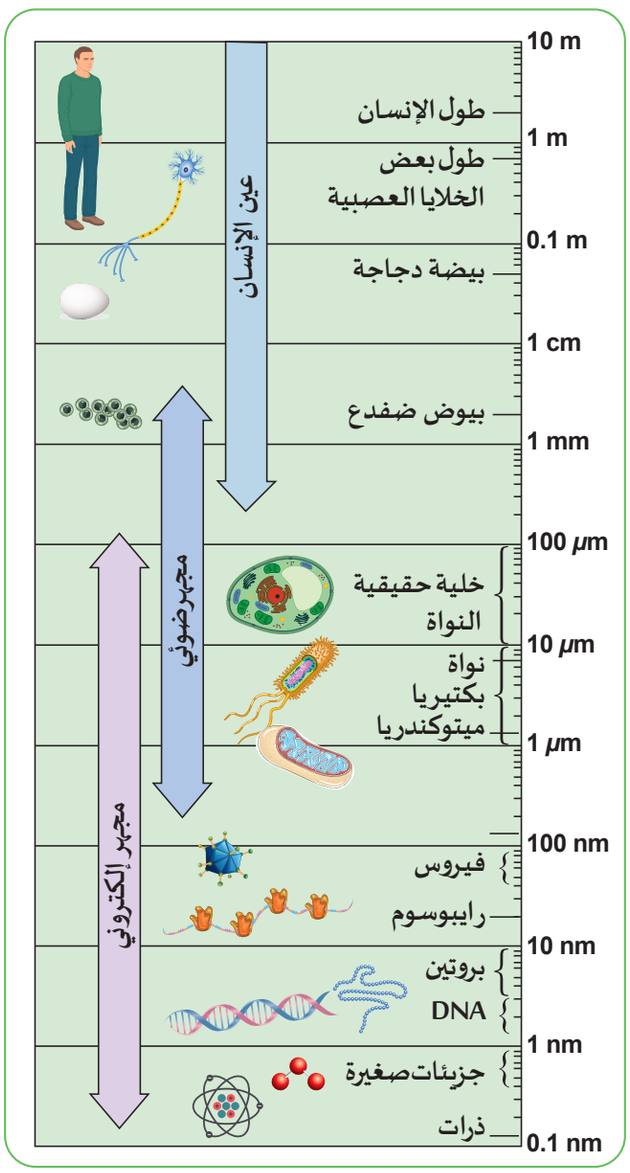
ستلاحظُ أن عددَ الأشياءِ التي لا يمكنُ رؤيتُها بالعينِ المجردةِ أكثرَ بكثيرٍ من الأشياءِ التي يمكنُ رؤيتُها، وأنه لا يمكنُ دراسةُ تركيبِ الكثيرِ من الأشياءِ بالعينِ المجردة؛ لذا بدأ العلماءُ بِصُنعِ العدساتِ لرؤيةِ الأشياءِ مِنْ حولِهم، وأدى تَطَوُّرُ صناعةِ العدسات إلى صناعةِ أولِ مِجهرٍ في القرن السابع عشر يُكَبِّرُ الأشياءَ مئاتِ المرات، وكان لصناعةِ المجهرِ أهميةً كبيرةً في تَطَوُّرِ علمِ الخلية.

كيف استفاد علماءُ الأحياءِ من صناعةِ المجهر؟ لتتعرف على ذلك، نَفّذِ النشاطَ الآتي:

يستخدم العلماء وحدتين للقياس عند دراسة الخلايا هما:

$1\ \mu m = 1\times10^{-6}\ m$

$1\ nm = 1\times10^{-9}\ m$



الشكل 1-5: مقارنة الأحجام الحيوية

نشاط 4-1	أثر قوة تكبير المجهر في دراسة تركيب الخلايا.
الهدف:	1. يَحسبُ قوةَ تكبير المجهر. 2. يَستنتجُ أثرَ قوة التكبير في دراسة تركيب الخلايا.
المواد الأدوات:	مجهر ضوئي مركب، شرائح جاهزة لـ (بكتيريا/فطر الخميرة/خلايا البصل/ البراميسيوم...)

الخطوات:

بالتعاون مع زملائك في المجموعة، نفّذ الخطوات الآتية:

1. اختر شريحةً مِخبريّةً جاهزةً لنوعٍ من الخلايا وشريحةٍ لكائنٍ حيٍّ دقيق.
2. تَفَحّصِ الشريحتين مستخدمًا قُوى التكبيرِ المختلفةِ للعدسةِ الشيئيّةِ لكلِّ شريحة. أُرسمْ ما تلاحظ.
3. احسبْ قوةَ التكبير للمجهر في كل ملاحظة.

(قوة تكبير المجهر= قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية)

4. سَجّلْ مُلاحظاتِك في الجدول الآتي:

رقم الملاحظة	العينة	العدسة الشيئية	قوة التكبير	الرسم
1	1	4×		
2		10×		
3		40×		
1	2	4×		
2		10×		
3		40×		

5. قارنْ نتائجَ مجموعتِك مع نتائجِ زملائِك في المجموعات الأخرى، وناقشْهم بها.

التحليل:

1) حَدِّدْ الفُروقاتِ بين رُسوماتِ العينةِ الواحدة في الجدول.

2) فَسِّرْ سببَ الفُروقات بين رُسومات العينةِ الواحدة.

3) وَضِّحْ أهميةَ قوةِ التكبير في الكشف عن تركيب الخلايا والكائنات الحية الدقيقة.

4) اكتبِ الاستنتاجَ الذي تَوصلّتَ إليه.

قوتا التكبير والفصل Magnification and Resolution powers

أصل الكلمة

التكبير في اللغة اللاتينية **magnus** وتعني ضخم أو كبير

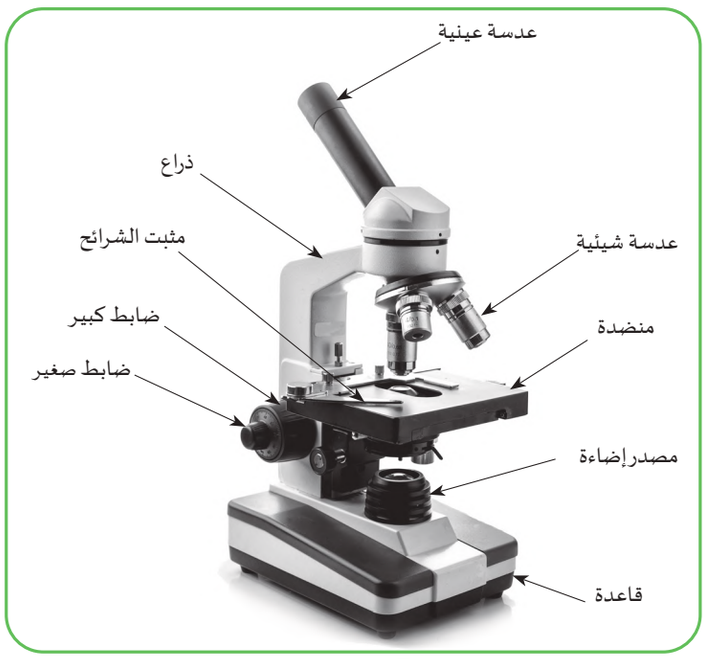
توصلتَ في النشاطِ السابقِ إلى أهميةِ استخدامِ المِجهر لدراسةِ الكائناتِ الحية وتراكيبِها، والتي لا يمكنُ رؤيتُها بالعين المجردة، ولا تقتصرُ وظيفةُ المِجهر على **التكبير Magnification** أي: إظهارُ العيّنةِ بحجمٍ أكبر؛ مما يساعدُ على رؤية مُكوناتِها مثلَ تكبيرِ كائنٍ حيٍّ دقيقٍ ليصبحَ مرئيًا، بل تتعداها إلى توضيحِ أدقِّ التفاصيل، وهو ما يُعرف **بقوة الفصل Resolution power** وهي القدرةُ على التمييز بوضوحٍ بين نقطتين أو جسمين متقاربين، وتُحَّددُ قوةَ الفصلِ للمَجاهِرِ من خلال أقصرِ مسافةٍ يمكنُ تمييزُها بين نقطتين، وهذا يعني أن الأجسامَ التي تكونُ المسافةُ بينها أقلَّ من قوةِ الفصلِ للمِجهرِ لا يمكنُ تمييزُها. وتتفاوتُ المَجاهرُ في قوتي التكبير والفصل... فما أنواع المجاهر؟

المجهر الضوئي المُركَّب Compound light Microscope

تعلمتَ سابقًا أن المِجهرَ الضوئيَّ يحتوي على نوعين من العدسات الزجاجية؛ العدسةِ العينيّةِ والعدسةِ الشيئية، ويبين الشكل (1-6) أجزاءَ المِجهرِ الضوئيِّ المختلفةَ. تُحسبُ قوةُ التكبيرِ للمِجهرِ الضوئيِّ من خلال العلاقةِ الآتية:

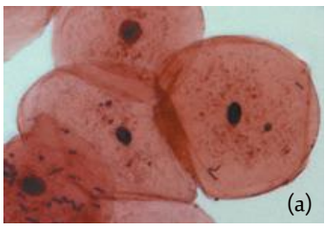
قوة تكبير المجهر = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية.

يعتمدُ المِجهرُ الضوئيُّ في عمله على مُرورِ الضوء خلالَ عيّنةٍ رقيقة، ويتميزُ بقدرته على التكبير حوالي ×1000؛ حيث إن (×) تعني عددَ مراتِ التكبير، كما يتميز بقوةِ فصل 0.2µm، وبما أن قُطْرَ الخلايا الحيّةِ أكبرُ بكثيرٍ من قوة الفصلِ للمجهر الضوئي؛ فإننا نستطيعُ باستخدام المجهر الضوئي مشاهدةَ الكثير من الخلايا والكائناتِ الحيّةِ الدقيقة، لكن لا يمكنُنا مشاهدةَ التفاصيلِ الدقيقةِ داخلَ الخلية؛ لأنها أصغرُ من قوة الفصلِ للمجهر الضوئي. ولكن لماذا يكونُ مدى التفاصيل التي يمكنُ مشاهدتُها بالمجهر الضوئي محدودةً بالرغم من تَطَوُّرِ صناعةِ العدسات؟



الشكل 1-6: المجهر الضوئي المركب

إن طبيعةَ مَوجاتِ الضوءِ الطويلةِ المستخدمةِ في المجهر الضوئي تَحُدُّ من قوةِ فصله؛ فنجد أنّ قدرةَ المجهر على تمييزِ التفاصيلِ الدقيقةِ للعينةِ تزدادُ كلّما كان الطولُ المَوجيُّ للضوء أقصرَ.



الشكل 1-7: صور خلايا مصبوغة (a) وخلايا طبيعية (غير مصبوغة) (b)

حاول العلماءُ زيادةَ وُضوحِ العينةِ للمجهرِ الضوئي من خلال طُرُقٍ عِدةٍ منها صَبْغُ العينة. انظر الشكل (1-7) الذي يوضح أثر استخدام الصبغة في توضيح صور الخلايا.

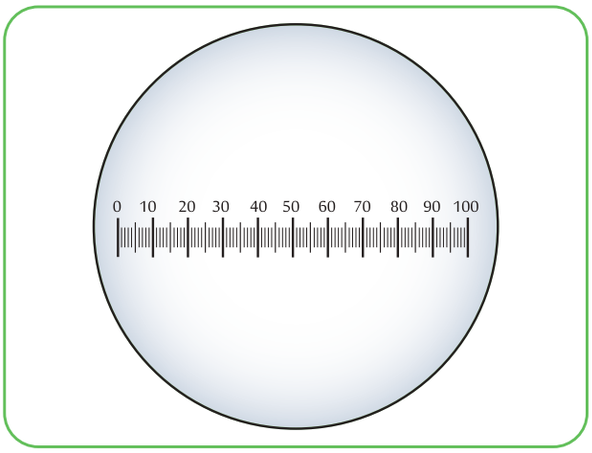
اختبر نفسك

- **اِحسبْ قوةَ تكبير مجهر ضوئي يحتوي على عدسة عينية × 10 وعدسة شيئية × 40؟**
- **هل يمكنُ رؤيةُ عُضيّة خلوية طولها 1µm بواسطة المجهر الضوئي؟ ادعم إجابتك بدليل**

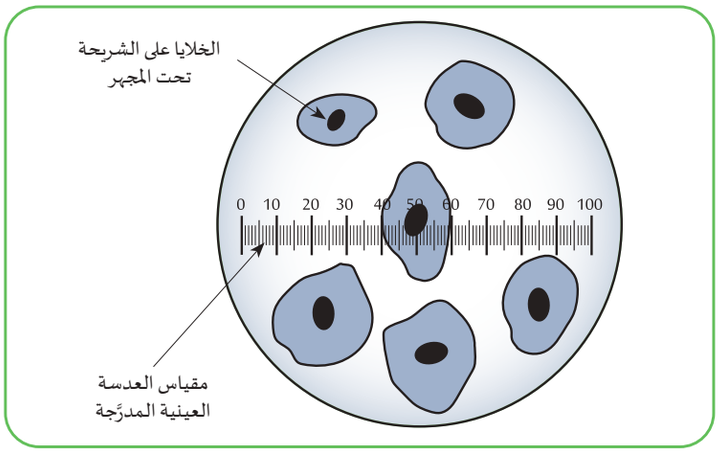
وبعد أن تعرفت على خصائص المجهر الضوئي وأهميته في معرفة تركيب الخلية، وتعلمت حساب قوة تكبير المجهر، هل يمكن معرفة القياس الفعلي للخلايا والعُضيّات التي تراها تحت المجهر؟

الأبعاد الحقيقية للخلايا

يمكنُ معرفةُ القياس الفعلي للخلايا والعُضيّات باستخدامِ مِقياسِ العدسةِ العينيّة المُدرّجة **A graticule**؛ وهو قرصٌ زُجاجيٌّ أو بلاستيكيٌّ شفّافٌ يُوضَعُ في العدسة العينية (انظر الشكل 1-8) هذا المقياس مُقَسَّم إلى 100 جُزء أووِحدَة، ويُمكنُ رُؤيةُ هذا المقياسِ مع الشيء المُراد قِياسُهُ في نفس الوقت، (انظر الشكل 1-9) الذي يُظهرُ أن قياسَ خليةِ باطنِ الخدِّ في الإنسان تساوي 20 وحدة، ولكن القيمةَ الحقيقيةَ لهذه الوحدات غيرُ معروفة، ويمكنُ معرفةُ ذلك من خلال مُعايرةِ العدسة العينيةِ المدرجة، فكيف يتم ذلك؟

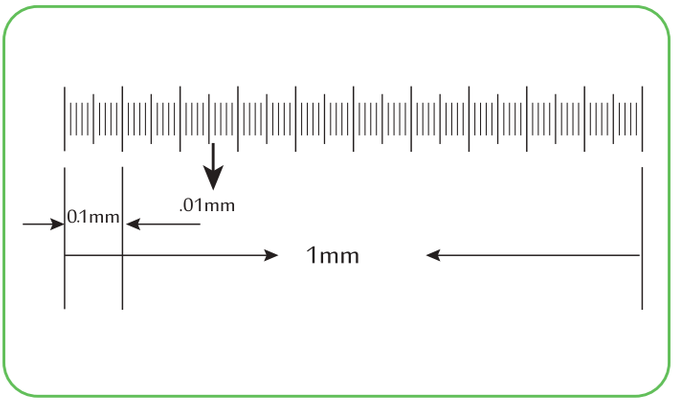


الشكل 1-8: مقياس العدسة العينية المدرجة

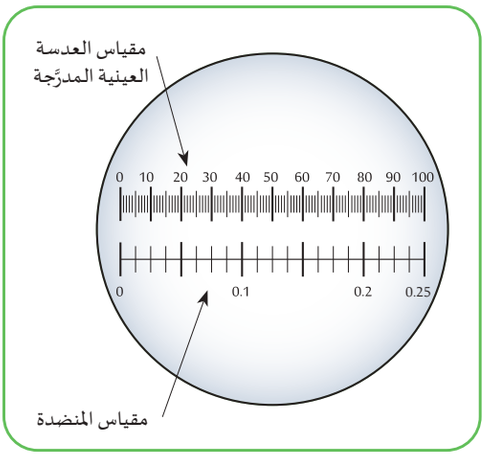


الشكل 1-9: صورة خلايا باطن الخد ومقياس العدسة العينية المدرجة

تتمُ معايرةُ العدسةِ العينيةِ المُدرجةِ باستخدامِ مِقياس المِنضدة **Stage micrometer**؛ وهو مِسطرةٌ صغيرةٌ شفّافةٌ مَحفورةٌ على شريحة زجاجية، ومُقَسَّمةٌ عادة إلى أجزاءَ بقيمة 0.1mm و 0.01mm، انظر الشكل (1-10). تُوضع المسطرة على منضدة المجهر تحت العدسة الشيئية، وتتم المعايرةُ بوضعِ مقياسِ العدسةِ المُدرجةِ ومقياسِ المنضدة بشكل مُتطابقٍ كما في الشكل (1-11)، والذي يُظهر أن قيمةَ 100 وحدة للعدسة العينية يساوي 0.25mm؛ لذلك يمكن حساب قيمة الوحدة الواحدة في العدسة العينية المدرجة بوحدة المايكروميتر µm:



الشكل 1-10: مقياس المنضدة



الشكل 1-11:
معايرة مقياس العدسة العينية والشيئية

$$0.25 \div 100 = 0.0025mm = 0.0025mm \times 1000 = 2.5\mu m$$

وبما أن قياس الخليةِ الظاهرةِ في الشكل (1-9) يساوي 20 وحدة؛ بالتالي فإن القياس الحقيقي للخلية يساوي:

$$2.5\mu m \times 20 = 50\mu m$$

جدول المقاييس وما يعادلها

1 millimetre (mm)	$= 10^{-3}$ metre (m)	= 1/1000 m
1 micrometre (µm)	$= 10^{-6}$ metre (m)	= 1/1000 000 m
1 nanometre (nm)	$= 10^{-9}$ metre (m)	= 1/1000 000 000 m
1 metre (m)= 10^{3} mm = 10^{6} µm = 10^{9} nm; 1 kilometre (km) = 10^{3} m		

نشاط 1-5	قياس الأبعاد الحقيقية للعينة المفحوصة بالمجهر الضوئي
الهدف:	يَحسِبُ القياسَ الفعلي للعينة المفحوصة بالمجهر باستخدام العدسة العينية المدرجة.
المواد الأدوات:	(مجهر ضوئي مركب - عدسة عينية مدرجة - مقياس المنضدة - شرائح جاهزة)

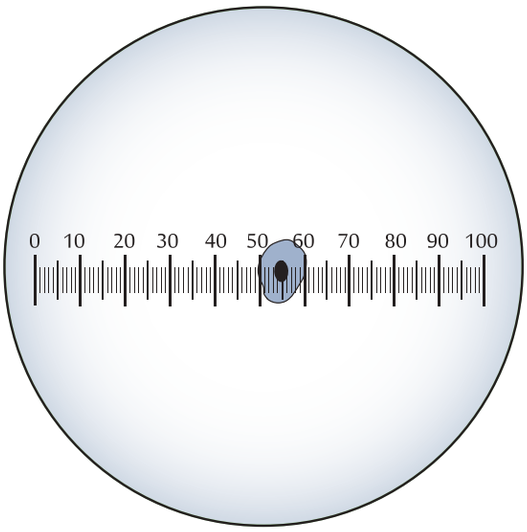
الخطوات:

بالتعاون مع زملائك في المجموعة، نفّذ الخطوات الآتية:

1. ضَعْ مقياس المنضدة (الشريحة التي تحتوي على مسطرة) على منضدة المجهر.
2. قُمْ بمعايرة مقياس العدسة العينية مع مقياس المنضدة مستخدمًا العدسةَ الشيئية ذات التكبير المنخفض.
3. احسبْ قيمةَ الوحدة في مقياس العدسة العينية بوحدة µm.
4. اخترْ شريحةً لخلايا حقيقيةِ النواة، ثم ضعها مكان الشريحة المدرجة، واحسبِ القياسَ الفعلي للأنسجة أو الخلايا.

التحليل:

- احسبِ القياسَ الفعلي للخلية في الشكل الآتي، إذا علمتَ أن قيمةَ الوحدة في العدسة العينية تساوي 4.9µm .



المجاهر الإلكترونية Electron Microscopes

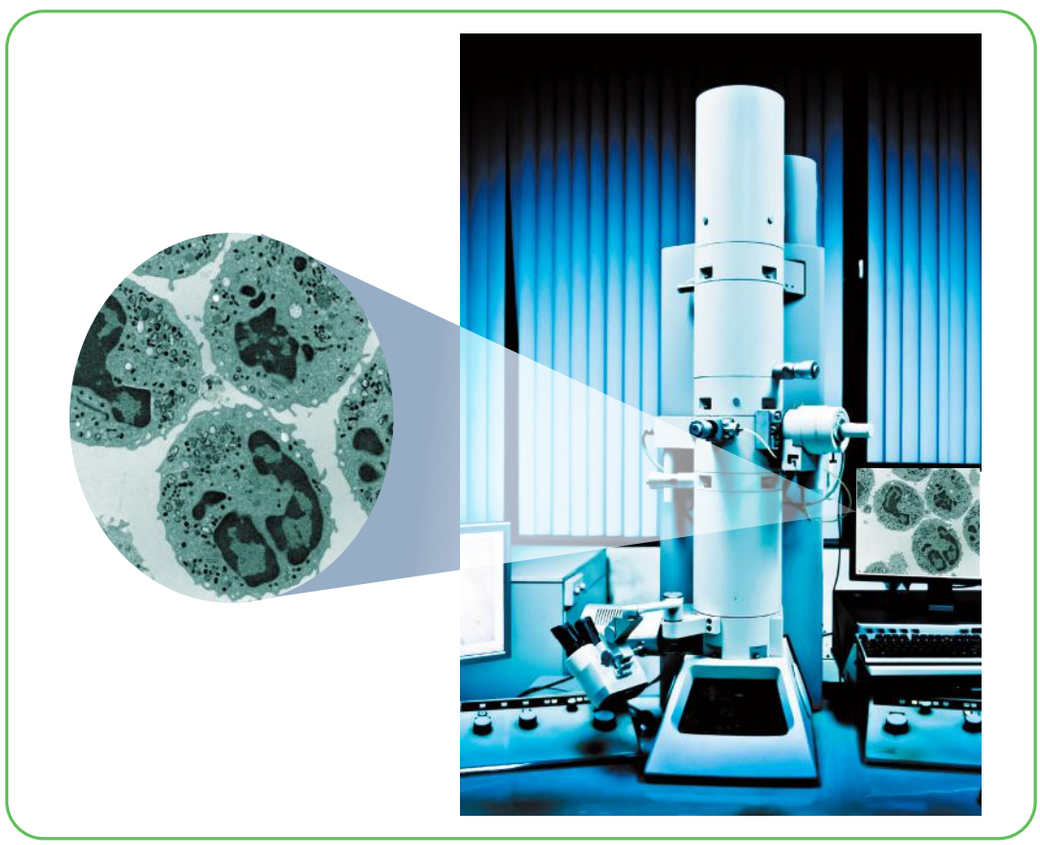
عرفتَ أن طبيعةَ موجاتِ الضوءِ الطويلةِ المُستخدمةِ في المجهرِ الضوئيِّ المُركّبِ تَحُدُّ من قُوّةِ فَصلِهِ، وأنه لا يُمكننا رؤيةَ التراكيبِ الدقيقة داخل الخلية بواسطة المجهر الضوئي المركب... فكيف يمكنُ حلُّ هذه المشكلة؟

تُعدُّ المجاهرُ الإلكترونية أهمَّ الأدواتِ لاستكشافِ تركيبِ الأشياءِ المِجهريّةِ الدقيقة، وعلى عكسِ المجاهرِ الضوئيةِ التي تَستخدمُ الأشعةَ الضوئيةَ والعدساتِ الزجاجيةَ لتكبيرِ الأشياء، استخدمَ العلماءُ في المجاهر الإلكترونية أشعةَ الإلكتروناتِ والملفات المغناطيسية؛ مما مَكَّنَ المجاهرَ الإلكترونيةَ من تكبيرِ التراكيبِ الخلوية بشكل أكبر من المجاهر الضوئية، وهناك أنواعٌ عِدَّةٌ من المجاهر الإلكترونية، من بينها:

1. المجهر الإلكتروني النافذ Transmission Electron Microscope (TEM)

يُستخدمُ هذا النوعُ من المَجاهر لدراسةِ التراكيبِ الداخليةِ للخلايا وتفاصيلِها، وتَصلُ قوةُ التكبير في هذا النوع من المجاهر إلى مليوني مرة، وقوة فصل 0.5nm ويعتمدُ مبدأُ عملِ هذا المجهرِ على تمريرِ شُعاعٍ إلكترونيّ يَنْفُذُ خلالَ عَيِّنَةٍ رقيقةٍ جدًا، وعندما تصطدمُ الإلكتروناتُ التي نَفَذَتْ من خلال العينة بشاشةٍ مُفَلْوَرَةٍ، تُضيء مُكوّنةً صورةً بيضاءَ وسوداءَ للعينة يَتمُّ تَلوينُها بواسطةِ الحاسوب، وتَظهرُ صورةُ العينةِ ثُنائية الأبعاد (2D) ومفصلة. انظر الشكل (a12-1).

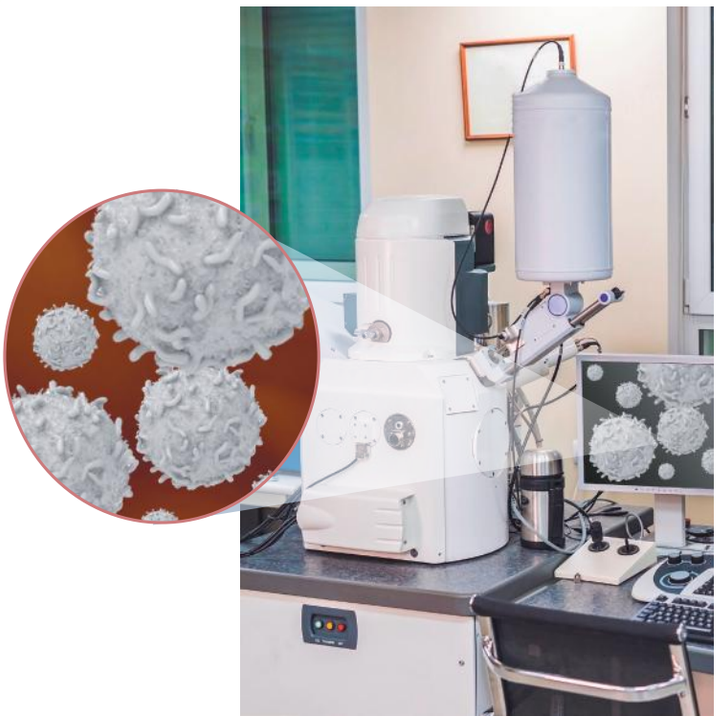
ومن مساوئ استخدامِ هذا المِجهرِ أنه يسمح فقط بمشاهدةِ خلايا وأنسجة ميتة، وأنه يحتاج إلى تقطيعِ العينة إلى شرائحَ دقيقةٍ جدًا يبلغ سُمْكُهَا 50nm، لتتمكنَ الإلكتروناتُ من النَّفاذِ منها.. فهل يُمكنُ رؤيةُ العينة دون تقطيعها؟



الشكل a12-1: خلية دم بيضاء كما تظهر بالمجهر الإلكتروني النافذ

2. المجهر الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope (SEM)

يُستخدم هذا النوع من المجاهر لدراسةِ سطحِ الخلايا وأشكالِ العُضيّات وأحجامِها، وتَصلُ قوةُ التكبيرِ في هذا النوع من المجاهر إلى 900000 مرة، وقُوَّةِ فصل 5nm، ويعتمد مبدأُ عملِه على تمريرِ الإلكتروناتِ على سطح العينة دونَ الحاجة لتقطيعها، وتُسمّى هذه العمليةُ المَسْح، وتُسجلُ شاشةُ جهازِ الحاسوب هذه الإلكتروناتِ، وتَظهرُ صورةُ العينةِ ثلاثية الأبعاد (3D)، انظر الشكل (b12-1). ومن مساوئ استخدام هذا المجهر أنه يسمح فقط بمشاهدة الأنسجة غير الحية لأنّ حزم الإلكترونات تؤدي إلى قتل الخلايا الحية.. فكيف يمكن مشاهدةُ خلايا حيةٍ بالمجهر الإلكتروني؟

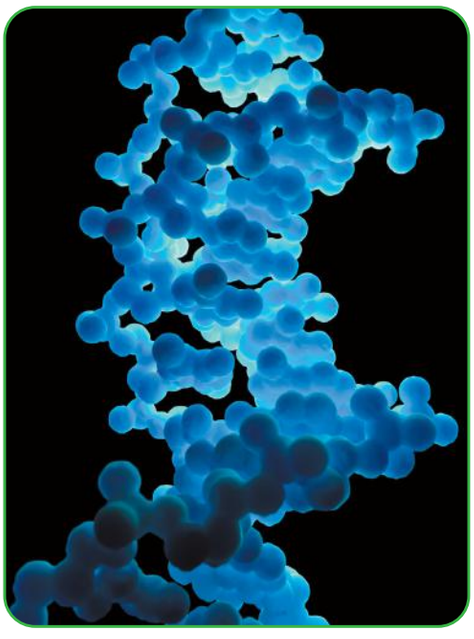


الشكل b12-1: خلية دم بيضاء كما تظهر بالمجهر الإلكتروني الماسح

3. المجهر النفقي الماسح Scanning Tunneling Microscope (STM)

يُستخدمُ هذا المِجهرُ لبيانِ المَظهرِ الخارجي لسطحِ العينةِ وتكبيرِه مائةَ مليونِ مرةٍ تقريبًا، وقوة فصل تصل إلى 0.1nm، ويُمكنُ استخدامُه لدراسة عيناتٍ حيةٍ عكس ما هو مُتاحٌ في المجهر الإلكتروني الماسح والنافذ. ويعتمدُ مبدأُ عملِه على استخدامِ إلكتروناتٍ من العينةِ نفسِها بدلاً من مَصدرٍ خارجي، حيث تُغادرُ بعضُ إلكتروناتِ المادةِ السطحَ وتُشكلُ سحابةً حولها، وللمجهرِ مِسبارٌ يُمرَّرُ على سطحِ العينةِ ويتصلُ بحاسوبٍ يعملُ على تحليلِ المعلوماتِ الواردةِ إليه لتظهرَ الصورةُ ثلاثية الأبعاد (3D) على شاشة الحاسوب.

ويُمكنُ استخدامُ هذا المِجهرِ لِرؤيةِ سطوح الجزيئات وترتيبِ الذرات في المواد، مثلَ جزيء (DNA)، انظر الشكل (13-1)، ويعملُ هذا المِجهرُ في الهواء أو في السوائل، وبالتالي يُمكنُ رُؤيةُ الأشياءِ في الظروف الطبيعية.



الشكل 13-1: منظر للحمض النووي في الإنسان استنادا إلى بيانات الميكروسكوب

نُلاحظُ مما سبق أن المَجاهرَ الإلكترونيةَ أتاحت المجالَ لتوضيحِ تراكيبٍ خلويةٍ دقيقةٍ لم تَكُنْ معروفةً من قبل، ومَعرفةِ تفاصيلَ أدقَّ من التي كانت معروفةً باستخدامِ المِجهرِ الضوئي، بالإضافةِ إلى إنتاجِ صورٍ عاليةِ الدِّقةِ والوضوح؛ مما ساعد في تَطَوُّرِ عِلْمِ الخليةِ والعلومِ المتصلةِ به، مثل علم الوراثةِ المعني بدراسة المادة الوراثية، وعلومِ الطب والأمراض.

ولم تتوقفْ جهودُ العلماءِ عند استخدامِ الأنواعِ السابقةِ من المجاهر، حيث تمكنوا في الآونةِ الأخيرةِ من إمكانيةِ الحصولِ على صُورٍ للذرَّاتِ بواسطةِ مِجهرِ القوة الذرية **Atomic Force Microscope (AFM)** .

اختبر نفسك

- **لماذا تكونُ قوةُ تكبيرِ المِجهرِ الإلكتروني أعلى بكثيرٍ من قوةِ تكبيرِ المِجهرِ الضوئي المركب؟**
- **قارنْ بين أنواعِ المَجاهرِ الإلكترونية الثلاث من حيث:(الاستخدام- العينة- صورة العينة- ومساوئ كل منها)**

نشاط 1-6

استخدم شبكة المعلومات (الإنترنت) لإعداد خَطٍّ زمنيٍّ يُظهرُكيف ساهمت المَجاهرُ الضوئيةُ والإلكترونية في معرفتِنا بتركيبِ الخلية على مر السنين.

تقنية الطرد المركزي Centrifuge technology

بعد تَطَوُّرِ صناعةِ المجاهرِ الإلكترونية، احتاج العلماءُ إلى دراسةِ كلِّ عُضيَّةٍ من عُضيّاتِ الخليةِ بشكلٍ منفصل، وقد تمكنوا من فصل عُضيّاتِ الخلية باستخدامِ تَقنيةِ الطّرْدِ المركزي **Centrifugation**، وهي عمليةُ فَصْلِ الموادِّ بالاعتمادِ على اختلافِ كثافتِها بواسطة جهازٍ خاصٍّ يُسمّى جِهازَ الطّرْدِ المركزي، انظر الشكل (1-14). يدورُ الجهازُ بسرعاتٍ عاليةٍ جدًا؛ مما يُؤدي إلى تَرَسُّبِ الموادِّ الأكثرِ كثافةً في الأسفل يليها الأقلُ كثافة، وَكَوْنُ عُضيَّاتِ الخليةِ مختلفةَ الكثافة، استطاع العلماءُ فصلَها؛ مما سَهَّلَ دراسَتَها.

الشكل 1-14: جهاز الطرد المركزي

تُستخدمُ أجهزةُ طَرْدٍ مَركزيٍّ ذاتِ سُرعاتٍ عاليةٍ لِفصلِ عُضيّاتِ الخليةِ الكبيرةِ والمتوسطةِ الكثافة، لكنَّ هذه السرعاتِ غيرُ كافيةٍ لِفصلِ العُضيّاتِ الخَلويّة الدقيقةَ مثل الرايبوسومات، لأن كثافتَها صغيرةٌ جدًا؛ لذلك تُستخدم أجهزة طردٍ مركزي فائقةُ السرعة لفصلها.

نشاط 1-7

مستعينا بمعلمك قُمْ بزيارةٍ إلى جامعة قطرلرؤية المجهر الإلكتروني أو جهاز الطرد المركزي، اكتب تقريرًا حول الزيارة.

مراجعة الدرس الثاني

الأفكار الرّئيسة:

- التكبير هو إظهار الشيء بحجمٍ أكبر.
- قوة الفصل هي القدرةُ على التمييز بين نقطتين أو جسمين متقاربين وتُحدد قوة الفصل للمجاهر من خلال أقصر مسافة يمكن تمييزها بين نقطتين.
- هناك نوعان رئيسان من المجاهر، هما: المجاهر الضوئية، والمجاهر الإلكترونية.
- يُستخدمُ في المِجهرِ الضوئيّ المُركّبِ الأشعةُ الضوئيةُ والعدساتُ الزجاجيةُ لرؤيةِ الكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ ومعرفةِ تركيبِ الخلية.
- قوة تكبير المجهر الضوئي = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية.
- تُستخدمُ المَجاهرُ الإلكترونيةُ أشعةَ الإلكتروناتِ والمَلَفاتِ المِغناطيسيةَ لِمعرفةِ التركيبِ الدقيق للخلية.
- يُوجدُ ثلاثةُ أنواعٍ من المجاهر الإلكترونية هي: المجهر الإلكتروني النافذ، المجهر الإلكتروني الماسح، المجهر النفقي الماسح.
- تُستخدمُ تقنيةُ الطردِ المركزي في فصل الخلايا وعُضيّاتِها لتسهيلِ دراستها.

تقويم الدرس الثاني

أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. أي المجاهر الآتية يمكن استخدامُه لملاحظة حركة كائنٍ حي دقيق؟
   a) الضوئي المركب.
   b) الإلكتروني النافذ.
   c) الإلكتروني الماسح.
   d) الإلكتروني النفقي الماسح.

2. أي العبارات الآتية تشير إلى قوة الفصل للمجهر؟
   a) زيادة الحجم الظاهري للعينة.
   b) تمييز التفاصيل الدقيقة بوضوح.
   c) مسح سطح العينة.
   d) اختراق العينة.

تابع تقويم الدرس الثاني

3. يُمثل الشكلُ المجاور صورة حيوان منوي ... أي المجاهر الآتية أُستخدمت لالتقاط هذه الصورة؟

a) الإلكتروني النافذ؛ لأنها ثنائية الأبعاد.

b) الإلكتروني الماسح؛ لأنها ثلاثية الأبعاد.

c) الإلكتروني النافذ؛ لأنها تظهر التركيب الخارجي.

d) الإلكتروني الماسح؛ لأنها تظهر التركيب الداخلي.

4. ما تكبيرُ مِجهرٍ يحتوي عدسةً عينيةً × 10، وعدسةً شيئيةً × 4؟

a) 4×

b) 14×

c) 40×

d) 400×

أجب عن الأسئلة الآتية:

1. احسب الطول الفعلي لخلية نباتية، إذا علمت أنها تمتد لتشمل 35 وحدة، وأن قيمة الوحدة للعدسة العينية المدرجة تساوي 3.7µm.

2. ما الذي يحد من استخدام المجهر الإلكتروني الماسح والمجهر الإلكتروني النافذ أثناء ملاحظة الكائنات الحية الدقيقة؟

3. قارن بين المجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني من حيث: الأشعة المستخدمة، قوة الفصل، والاستخدام.

4. قارن بين أنواع المجاهر الالكترونية كما في الجدول الآتي.

المجهر الإلكتروني	قوة التكبير	نوع الصورة	العينة
النافذ			
الماسح			
النقي الماسح			

الدرس الثالث 3-3

التركيب الدقيق للخلية
Cell Ultrastructure

الخليةُ هي ذلك المَصنعُ العِملاقُ الذي لا يُرى غالبًا بالعينِ المُجرَّدة، فكما يقومُ عمالُ المصنعِ بتنظيمِ دخولِ وخروجِ الموادِّ للمصنع، واستخدامِ الآلاتِ وتوفيرِ الطاقةِ اللازمةِ لإنتاجِ الموادِّ وتغليفِها وشحنِها خارجَ المصنع، والتخلُّصِ من النفاياتِ وإخراجِ الفضلات، تحت إدارةٍ وإشرافٍ دقيقٍ ليخرجَ المُنتَجُ على درجةٍ عاليةٍ من الجودة، كذلك تقومُ الخليةُ الحيةُ بتنظيمِ دخولِ وخروجِ الموادِّ من وإلى الخلية، وتوفيرِ الطاقةِ اللازمةِ لإنتاجِ الموادِّ وتغليفِها وتخزينِها وشحنِها، والتخلُّصِ من الفضلاتِ وبدقةٍ عاليةٍ. ولكن هل يستطيعُ الإنسانُ بناءَ مصنعٍ لا يُرى بالعين المُجردة؟ قال تعالى: ﴿هَٰذَا خَلْقُ اللَّهِ فَأَرُونِي مَاذَا خَلَقَ الَّذِينَ مِنْ دُونِهِ ۚ بَلِ الظَّالِمُونَ فِي ضَلَالٍ مُبِينٍ﴾ [سورة لقمان - 11]

ما هي التراكيبُ الموجودةُ في الخليةِ التي مَكَّنَها اللهُ من القيامِ بهذه المَهام؟

التجارب والأنشطة:

8-1 نسبةُ مساحة السطح إلى الحجم.

9-1 تصميمُ نموذج للميتوكندريا أو البلاستيدة الخضراء.

10-1 جمعُ صور لتراكيب الخلية حقيقية النواة.

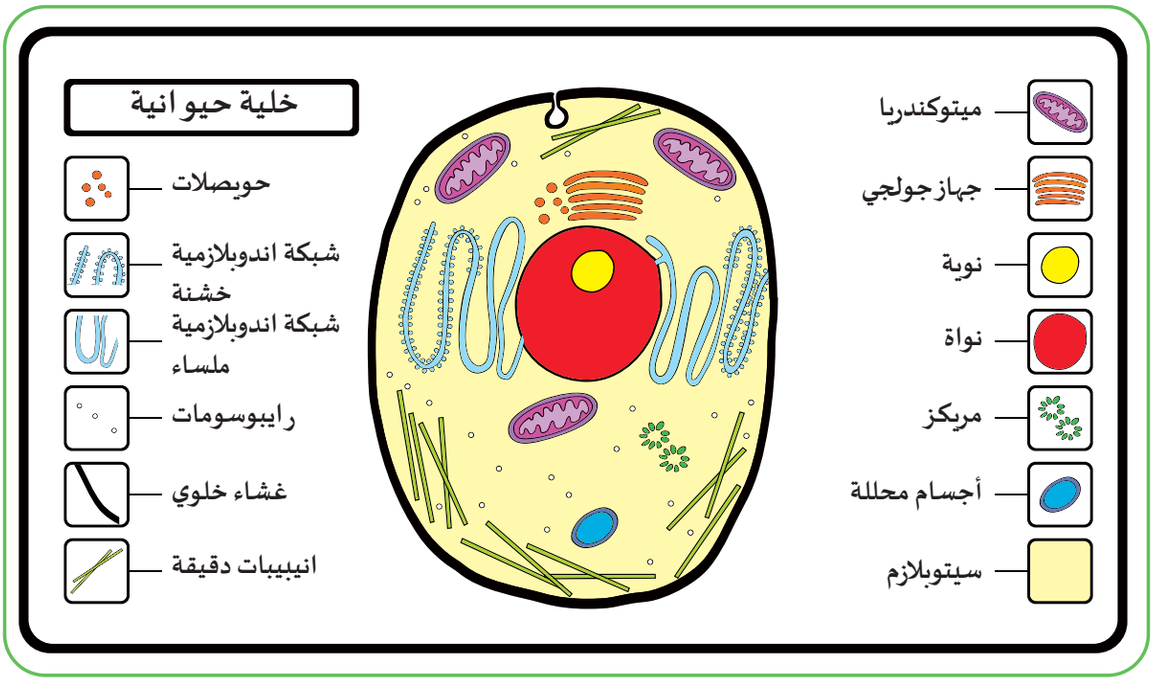
مُخرجات التعلم:

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- **يتذكرَ مبادئَ نسبةِ المساحةِ السطحيةِ إلى الحجم، ويَحسِبَ نسبةَ المساحةِ السطحيةِ إلى الحجمِ لخلايا نموذجيةٍ وكائناتٍ حية.**
- **يصفَ التركيبَ الدقيقَ للخلايا حقيقيَّةِ النواة.**
- **يربطَ تركيبَ العُضيّاتِ الخلويّةِ بوظائفِها، متضمنًا الإشارةَ إلى نسبةِ المساحةِ السطحيةِ إلى الحجمِ بطريقةٍ ملائمة.**

المفردات الرئيسية

Surface area to volume ratio	نسبة مساحة السطح إلى الحجم
Cell membrane	الغشاء الخلوي
Cell wall	الجدار الخلوي
Nucleus	النواة
Cytoplasm	السيتوبلازم
Cytoskeleton	الهيكل الخلوي
Ribosomes	الرايبوسومات
Endoplasmic reticulum (ER)	الشبكة الإندوبلازمية
Golgi Apparatus	جهاز جولجي
Lysosomes	الأجسام المحللة
Vacuoles	الفجوات
Plastids	البلاستيدات
Mitochondria	الميتوكندريا
Centrosome	المريكز
Cilia	الأهداب
Flagella	الأسواط



- كيف تُمثّل الخلية الحية بمكوناتها مصنعًا متكاملًا؟

نسبة مساحة السطح إلى الحجم Surface area to volume ratio

تعلمتَ في الدرسِ السابقِ أن معظمَ الخلايا صغيرةٌ جدًا ولا تُرى إلا تحت المِجهر، ولكن لماذا يكونُ حجمُ الخليةِ صغيرًا جدًا؟ أيهما أفضلُ للخلية: أن تستمرَّ في النموِّ والزيادة في الحجمِ أو تنقسمَ وتبقى صغيرة؟ لتتعرَّفَ على ذلك، نَفِّذِ النشاطَ الآتي:

نشاط 1-8 نسبة مساحة السطح إلى الحجم

الهدف:	**1. يَحسِبُ نسبةَ مساحةِ السطحِ إلى الحجم.** **2. يستنتجُ أثرَ حجمِ الخلية على كفاءتها في تبادُلِ الموادِّ مع البيئةِ المحيطة.**
المواد الأدوات:	**ثلاثُ مكعباتٍ من البلاستك أو الخشبِ بأحجامٍ مختلفة.**

الخطوات:

1) احْسِبْ مساحةَ سطحِ (SA) المكعباتِ الثلاثة.

[مساحة سطح المكعب = 6 × (طول الضلع)^2].

2) احْسِبْ حجمَ المكعباتِ الثلاثة (V). [حجم المكعب = (طول الضلع)^3].

3) احْسِبْ نسبةَ مساحةِ السطحِ إلى الحجمِ للمكعباتِ الثلاثة SA/V . (مساحة السطح ÷ الحجم)

4) سجلِ البياناتِ في الجدول الآتي:

العملية الحسابية / المكعب	الصغير	المتوسط	الكبير
مساحة السطح (SA)			
حجم المكعب (V)			
نسبة مساحة السطح إلى الحجم (SA/V)			

5) تناقشْ مع زملائك في المجموعة حول ما توصلتم إليه من بيانات، وقارنْها مع نتائج المجموعات الأخرى.

التحليل:

1) قارنْ بين المكعبات الثلاثةِ من حيثُ نسبة مساحة السطح إلى الحجم.

2) ما العلاقةُ بين حجمِ المكعبِ ونسبةِ مساحةِ السطحِ إلى الحجم؟

3) إذا افترضنا أن كلَّ مُكعب يُمثلُ خليةً ما، أيُّ المكعباتِ الثلاثة يُعتبرُ أكثرَ كفاءةً في عمليةِ تبادلِ الموادِّ مع البيئةِ المحيطة؟ ادعمْ إجابتك بدليل.

توصلتَ في النشاطِ السابقِ إلى أنّ ما يُحدِّدُ كفاءةَ الخليةِ لأداءِ وظيفتِها في تبادلِ الموادِ مع بيئتِها هو **نسبةُ مساحةِ سطحِ الخليةِ إلى حجمِها**؛ حيثُ تنخفضُ هذه النسبةُ كلما زاد حجمُ الخلية، وعند بُلوغِها حجمًا معينًا، تصبحُ نسبةُ مساحةِ السطحِ الخارجي إلى الحجمِ صغيرةً إلى حدٍّ لا تعودُ تسمحُ بمرورِ الموادِّ بالسرعةِ الكافيةِ لتلبيةِ حاجاتِ الخلية، وهذا يَعني صعوبةُ حصولِ الخليةِ على الموادِّ اللازمةِ للقيامِ بالعملياتِ الحيوية، وصعوبةُ التّخَلُّصِ من الفضلات، أما إذا بَقيت الخليةُ صغيرةَ الحجمِ فتكونُ نسبةُ مساحةِ سطحِها إلى حجمِها كبيرةً، وبذلك تَزيدُ كفاءتُها في تَبادُلِ المواد.

التركيب الداخلي للخلية

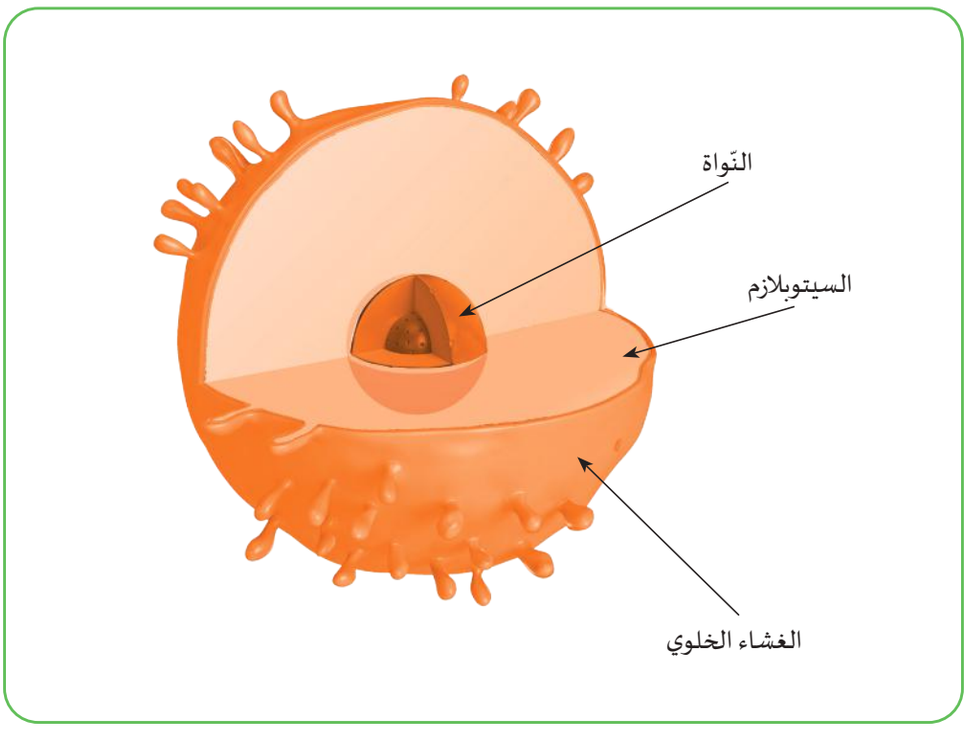
تتكونُ الخلايا حقيقيّةُ النوى بصورةٍ أساسيةٍ من ثلاثةِ أجزاءَ رئيسةٍ، هي: الغشاءُ الخلوي، النواة، والسيتوبلازم. لاحظِ الشكل (1-15)، ويحتوي السيتوبلازم على مجموعةٍ من التراكيبِ الخلوية تُسمَّى عُضيّاتِ الخلية.

قبل البدءِ بدراسةِ التركيبِ الدقيقِ للخليةِ حقيقيّةِ النواة، تَفَحَّصِ الرسمَ في الشكل (1-16)، الذي يُبينُ التراكيبَ المختلفةَ لخليةٍ حيوانيةٍ وخليةٍ نباتيةٍ، اِرجعْ إلى الشكلِ عند دراسةِ كلِّ تركيبٍ من تراكيبِ الخلية.

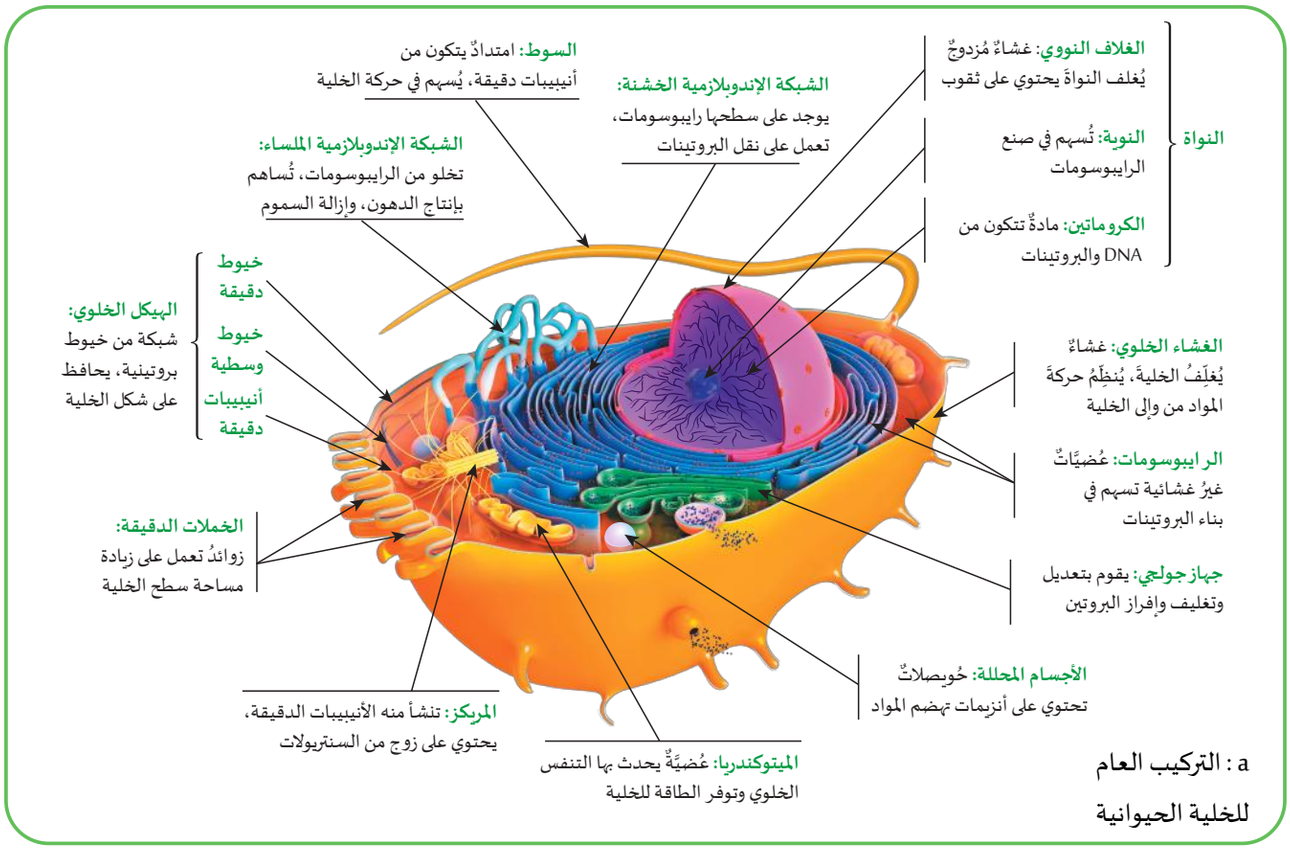
أصل الكلمة

Organ: كلمة لاتينية تعني جزء وظيفي

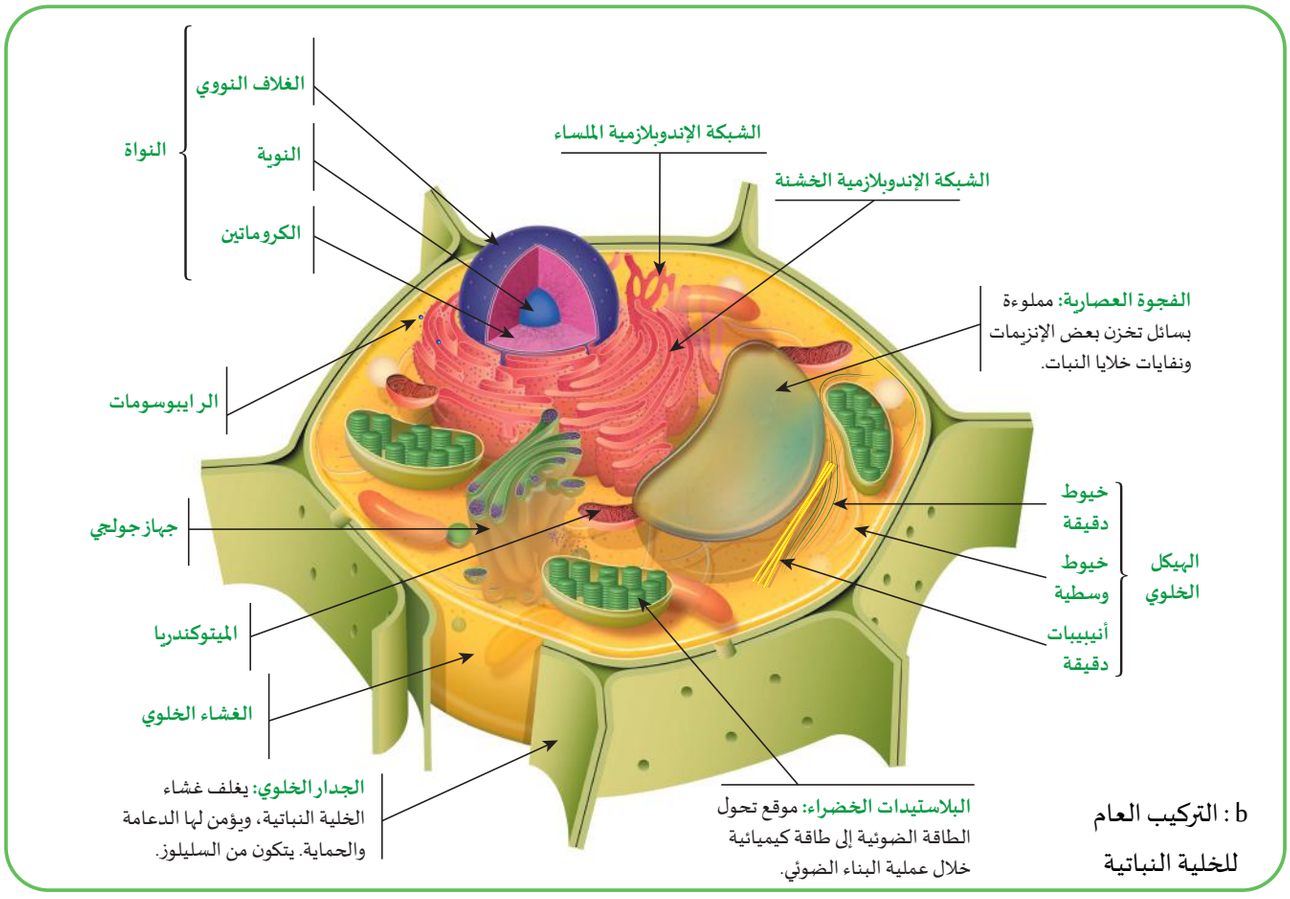
elle -: كلمة لاتينية تعني صغير



الشكل 1-15: المكونات الرئيسة للخلية



a : التركيب العام للخلية الحيوانية

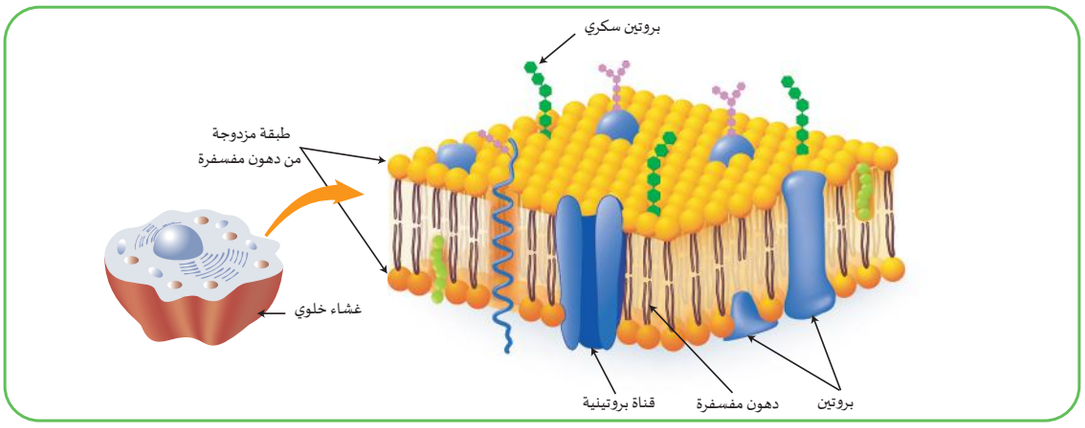


b : التركيب العام للخلية النباتية

الشكل 1-16: a: التركيب العام للخلية الحيوانية وb: التركيب العام للخلية النباتية.

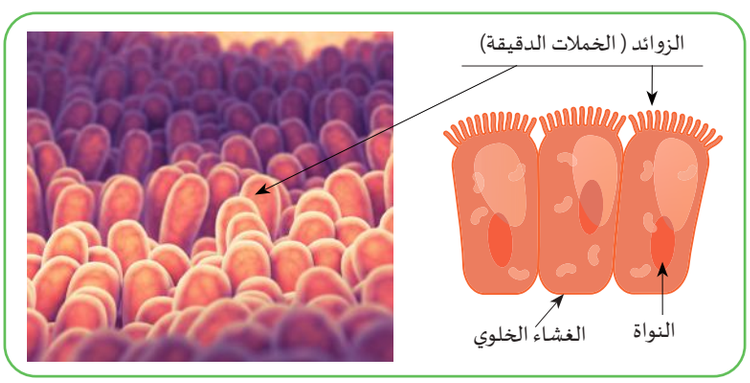
أولًا: الغشاء الخلوي والجدار الخلوي Cell membrane and Cell wall

تُلاحظُ أن مدرستَك مُحاطةٌ بسورٍ يَمنعُ غيرَ المَعنيّينَ من دخولِ المدرسة، في حين يُسمحُ بدخولِ الطلابِ والعاملينَ والآباءِ عبر بوابة متصلة بالسور، كذلك الخلايا مُحاطةٌ بغشاءٍ يَتحكَّمُ بدخولِ الموادِّ منها وإليها، يُسمَّى **الغشاءَ الخلوي Cell membrane** وهو غشاءٌ حيٌّ رقيقٌ مُزدوجٌ يُحيط بالخلايا بدائيةِ النواةِ وحقيقيّةِ النواةِ ويَفصلُ مُكوناتِها عن البيئةِ الخارجية. ويَتكوَّنُ الغشاءُ الخلوي بشكلٍ أساسيٍّ من طبقةٍ مُزدوجةٍ من الدهونِ المفسفرة وبروتينات، لاحظِ الشكل (1-17)، ويمتازُ الغشاءُ بأنه اختياريُّ النفاذيّةِ؛ يسمحُ بمرورِ الموادِّ اللازمةِ إلى الخليةِ كالأكسجين والغذاءِ والماءِ ويمنعُ مرورَ موادَّ أخرى، كما يسمحُ بخروجِ الفضلاتِ من خلاله إلى خارجِ الخلية. ويتميزُ تركيبُ الغشاءِ الخلوي بخصائصَ حيويةٍ، فهو ينمو مع نُمُوِّ الخليةِ وازديادِ حجمِها، ولديه القدرةُ على التَّجَدُّدِ في المناطقِ التي يتعرض فيها للتمزق وغيرها من الخصائص.



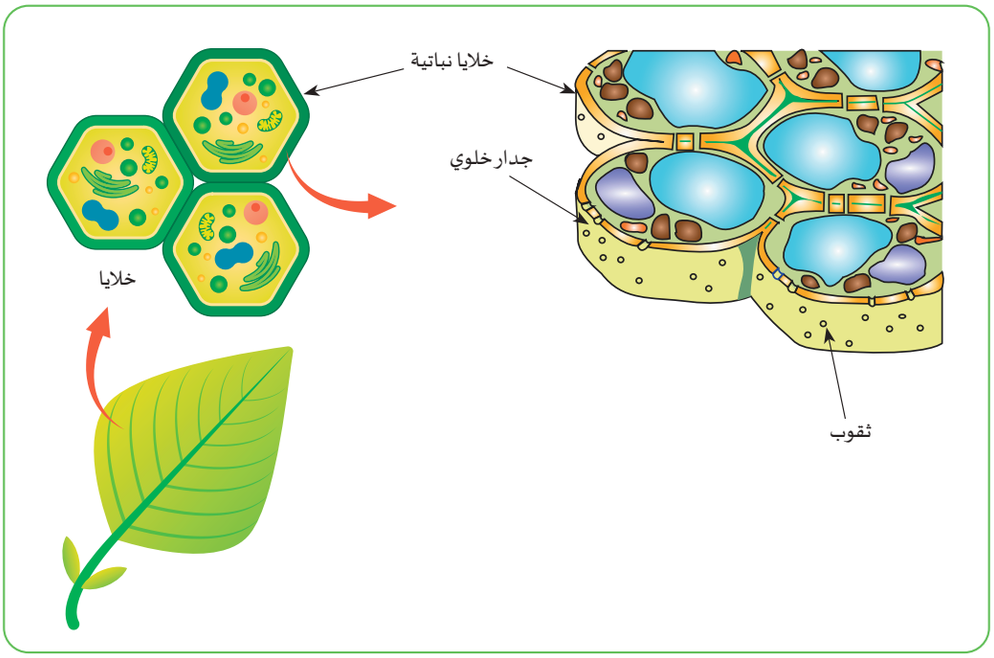
الشكل 1-17: تركيب الغشاء الخلوي

يتلاءمُ تركيبُ الغشاءِ الخلوي مع وظيفتِه في تَبادُلِ الموادِّ بين الخليةِ وبيئتِها من خلالِ زيادةِ مساحةِ سطحِ الغشاءِ الخلوي. على سبيلِ المثال، في الخلايا المُتخصصةِ في الامتصاصِ كالخلايا المُبطنَةِ للسطحِ الداخلي للأمعاءِ الدقيقة، حيثُ تنطوي أغشيةُ الخلايا لِتشكِّلَ زوائدَ تُسمّى الخملاتِ الدقيقةَ تعمل على زيادةِ امتصاصِ الموادِّ الغذائيةِ من خلالِ زيادةِ مساحةِ سطحِ غشاءِ الخلية، لاحظ الشكل (1-18).



الشكل 1-18: خملات خلايا السطح الداخلي للأمعاء

يُغلِّفُ **الجدارُ الخلويُّ Cell wall** الغشاءَ الخلويَّ في النباتاتِ، الطحالبِ، الفطرياتِ، وبعضِ أنواعِ البكتيريا، ويتكونُ الجدارُ الخلوي في الفطريات من الكيتين وفي البكتيريا من مادة ببتيدو جلايكان أما في النباتاتِ يتكون الجدار الخلوي من أليافِ السليلوز التي تُعطيه خاصيَّةَ الصَّلابةِ؛ مما يُساهم في دعمِ وحمايةِ الخلايا والنبات، كما يساعد على وصول النبات إلى ارتفاعات مختلفة. لاحظ الشكل (1-19)، ويحتوي الجدارُ الخلويُّ على ثقوبٍ؛ لذا يَسمح بمرورِ الماءِ والموادِّ الذائبةِ إلى الخليةِ والخروجِ منها.



الشكل 1-19: رسم توضيحي لجدار الخلية النباتية

اختبر نفسك

- قارنْ بين الجدارِ الخلوي والغشاءِ الخلوي في الخلايا النباتيةِ من حيثُ التركيبُ والوظيفةُ؟

ثانيًا: النّواة Nucleus

افترضْ أن لديك وثيقةً تحملُ معلوماتٍ مُهمةً جدًا تَخُصُّ حياتَك، من المُؤكد أنك ستحتفظ بها في مكانٍ آمن، هذا ما تَفعلُه الخلايا حقيقيّةُ النواةِ بالمادةِ الوراثيّةِ (DNA)، فما أهميةُ المادةِ الوراثيّةِ؟ وأين يَتمُّ تخزينُها؟

أصل الكلمة

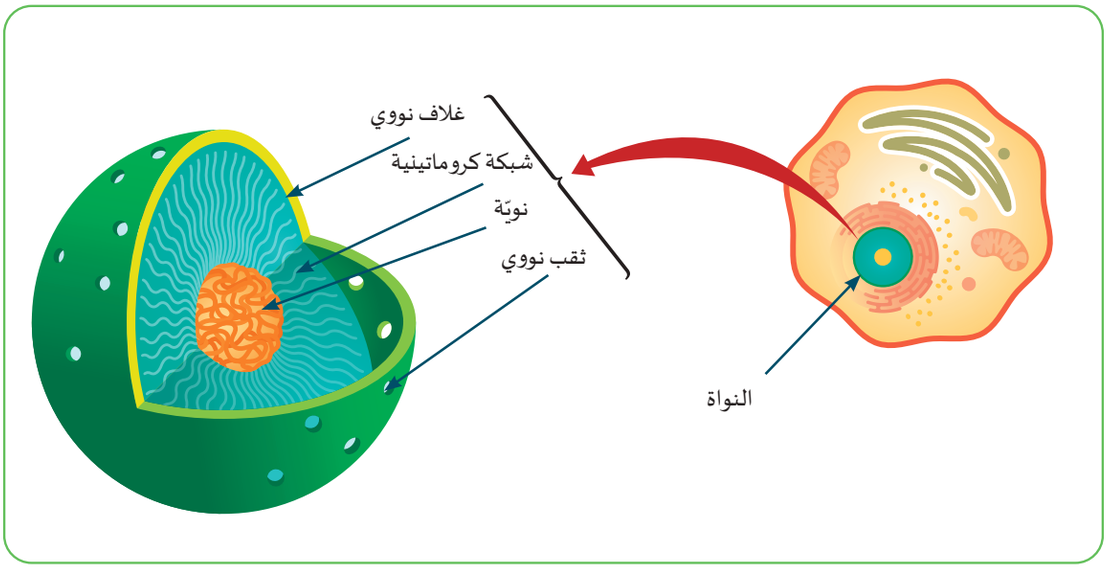
Nucleus: كلمة لاتينية تعني مركز أو قلب

تُمثلُ النواةُ أهمَّ مُكوناتِ الخلية، وهي ذات أشكال متعددة كبيرةٌ نِسبيًا، كما أن حجمها يعتمد على مدى تخصص الخلايا ونشاطها، لاحظِ الشكلَ (1-20) وتتكونُ من الأجزاءِ الآتية :

- **الغلافُ النووي:** غشاءٌ رقيقٌ مُزدوجٌ يُغلِّفُ النواةَ، ويَمتازُ بِخاصيَّةِ النفاذيّةِ الاختياريّةِ، ويحتوي على ثقوبٍ تُنظِّمُ مرورَ الموادِّ بين النواةِ والسيتوبلازم.

- **الشبكةُ الكروماتينية:** تراكيبُ خيطيَّةٌ مُتداخلةٌ تتكونُ من الحمضِ النووي (DNA) يرتبطُ ببروتين، تُشكلُ خيوطَ الشبكةِ الكروماتينيةِ -أثناءَ الانقسامِ الخلوي - الكروموسومات، التي يتمُّ بواسطتها نَقْلُ الصفاتِ الوراثيةِ من جيلٍ إلى آخر.

- **النُّويةُ:** جُسيمٌ كُرويٌّ يُسهمُ في صُنعِ الرايبوسوماتِ المسؤولةِ عن بناءِ البروتيناتِ، وقد تَحوي النواةُ أكثرَ من نويةٍ وبخاصةٍ في الخلايا النشطة بتكوينِ وإفرازِ الموادِّ البروتينية.



الشكل 1-20: تركيب نواة الخلية

اختبر نفسك

- صِفْ تركيبَ النواة.

ثالثًا: السيتوبلازم Cytoplasm

السيتوبلازم مادةٌ هُلاميةٌ حيَّةٌ تملأُ الحيّزَ الموجودَ بين الغشاءِ الخلوي والنواة. ويتكونُ السيتوبلازم من وَسَطٍ هُلاميٍّ يُدعى السيتوسول Cytosol ومجموعةٍ من التراكيبِ المتنوعةِ تُعرفُ بِعُضيّاتِ الخلية، بعضُ هذه العُضيّاتِ غيرُ مُحاطٍ بغشاء، ومن أمثلتِها الرايبوسوماتُ والمريكز، والبعضُ الآخرُ مُحاطٌ بغشاء، ومن أمثلتِها الشبكةُ الإندوبلازمية، جهاز جولجي، الميتوكندريا، الأجسام المحللة، البلاستيدات، والفجوات. تُؤدي كلٌّ من هذه العُضيَاتِ وظيفةً معينةً في السيتوبلازم فما تركيبُ هذه العُضيّات؟ وما وظائفُها؟

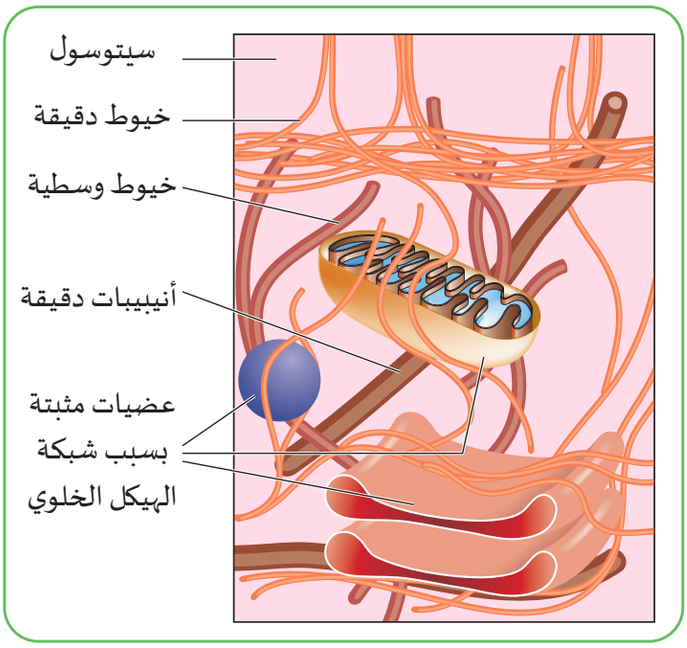
أصل الكلمة

Cyto: كلمة لاتينية تعني خلية
Plasm: كلمة لاتينية تعني شكل أو محتوى

1. الهيكل الخلوي Cytoskeleton

يمكنُ تشبيهُ الهيكلِ الخلوي بالهيكلِ العظمي، فمثلما يعتمدُ الجسمُ على الهيكلِ العظمي للحفاظِ على شكلِهِ وحجمِهِ، كذلك تحتاجُ الخليةُ إلى تركيبٍ يحفظُ لها شكلَها وحجمَها.

الهيكلُ الخلوي شبكةٌ مُعقدةٌ من الخيوطِ والأنيبيباتِ الدقيقةِ تنتشرُ داخلَ السيتوبلازم، ويتلاءمُ تركيبُ الهيكلِ الخلوي مع وظيفتِهِ، فوجودُ هذه الشبكةِ من الأنابيب منتشرةٍ في السيتوبلازم يجعلُ منها طريقًا تنتقلُ عَبْرَها الموادُّ المختلفةُ من مكانٍ إلى آخرَ داخلَ السيتوبلازم، كما يُثَبِّتُ الهيكلُ الخلويُّ العُضيّاتِ في المواقعِ المناسبةِ داخل الخلايا، ويُساعدُ في حركةِ بعضِ الخلايا، ويعطي الخلية شكلَهَا وقِوامَهَا.



الشكل 1-21: مكونات الهيكل الخلوي

يتكونُ الهيكلُ الخلوي من ثلاثةِ أنواعٍ من الألياف البروتينية هي: خيوطٌ دقيقةٌ، خيوطٌ وسطيةٌ، وأنيبيباتٌ دقيقةٌ. لاحظِ الشكلَ (1-21)، تُساهمُ الخيوطُ الدقيقةُ في حركةِ الخلية، وتلعبُ دورًا في انقباضِ الخلايا العضليَة، كما تساهمُ الخيوطُ الوسطيَةُ في دَعْمِ الخليةِ وإعطائِها شكلًا ثابتًا، أما الأنيبيباتُ الدقيقةُ فتقومُ بدورٍ مهمٍ في حركةِ الخليةِ وعمليةِ الانقسامِ الخلوي بالإضافةِ لعملِها في دعمِ الخلية.

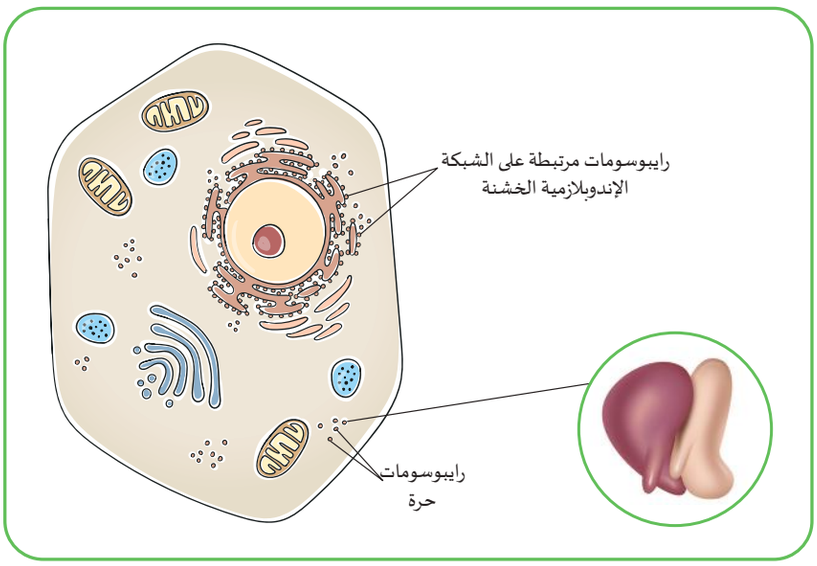
اختبر نفسك

- اكتبْ مُكوّناتِ الهيكلِ الخلوي.

2. الرّايبوسومات Ribosomes

جُسيماتٌ كُرويةٌ دقيقةٌ كثيرةُ العددِ غيرُ مُحاطةٍ بأغشية. تَتَكَوَّنُ من الحِمضِ النووي (RNA) والبروتين. تَتصلُ معظمُ الرايبوسوماتُ بالسطحِ الخارجيّ للشبكةِ الإندوبلازمية، وبعضُها يكونُ حرًّا في السيتوبلازم، لاحظِ الشكل (1-22).

ويمكنُ تشبيهُ الرايبوسوماتِ بالعُمَّالِ في المصنع، فكما يقومُ العمالُ باستخدامِ الآلاتِ لتصنيعِ المواد، كذلك تقومُ الرايبوسوماتُ الحرةُ باستخدامِ الأحماضِ الأمينيّةِ الموجودةِ في السيتوبلازم لإنتاجِ البروتينِ الذي تحتاجُ إليه الخليةُ في عملياتِها الحيوية، مثل النموِّ والتجديد، وأيضًا تقومُ الرايبوسوماتُ المرتبطةُ بالشبكةِ الإندوبلازميةِ بإنتاجِ البروتينات. إلى أين تذهبُ هذه البروتيناتُ؟



الشكل 1-22: الرايبوسومات الحرة والرايبوسومات المرتبطة على الشبكة الإندوبلازمة الخشنة

3. الشبكة الإندوبلازمية Endoplasmic reticulum (ER)

هي مجموعةُ أكياسٍ وقنواتٍ مَملوءةٌ بسائلٍ ومُحاطةٌ بأغشيةٍ لها تركيبُ الغشاءِ الخلوي نفسه.

وتَحتوي الخليةُ عادةً على نوعين من الشبكةِ الإندوبلازمية، يختلفان من حيثُ التركيبِ والوظيفةِ، وهما:

أصل الكلمة

Endo-: كلمة لاتينية معناها داخل

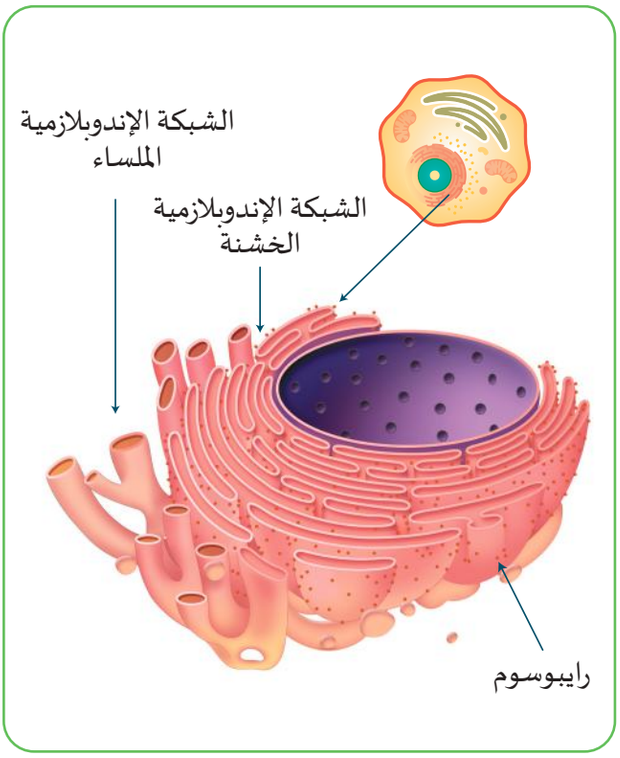
plasm-: كلمة لاتينية معناها شكل

Reticulum: كلمة لاتينية معناها شبكة

- **الشبكةُ الإندوبلازميةُ الخشنةُ (RER):** شبكةٌ يُوجدُ على سطحِها رايبوسوماتٌ؛ مما يعطيها مظهرًا خشنًا. تعملُ الشبكةُ الإندوبلازميةُ الخشنةُ على نقلِ البروتيناتِ المُصَنَّعةِ بفعلِ الرايبوسوماتِ إلى جهازِ جولجي داخلَ الخلية، ونقلِ البروتيناتِ التي يَحتاجُها الغشاءُ الخلوي، ونقلِ بعضِ البروتيناتِ المُعَدَّةِ للإفرازِ إلى الخارجِ بعد إدخالِ بعضِ التعديلاتِ عليها؛ لذا تكثرُ الشبكةُ الإندوبلازميةُ الخشنةُ في الخلايا المُتخصِّصَةِ بإفرازِ البروتيناتِ كخلايا بِطانةِ المعدة، لاحظِ الشكلَ (1-23).

• **الشبكة الإندوبلازمية الملساء (SER):** شبكةٌ لا يوجدُ على سطحِها رايبوسوماتٌ، وتحتوي الشبكةُ الإندوبلازميةُ الملساءُ على إنزيماتٍ تُساهمُ بإنتاجِ الدهونِ والهرموناتِ الجنسيةِ وخزنِها؛ لذلك فهي تكثر في خلايا الخِصيَةِ والمبيض، كما تعملُ على إزالةِ سُميّةِ بعضِ الموادِّ الكيميائيةِ في الخلية؛ لذا تكثرُ الشبكةُ الإندوبلازميةُ الملساءُ أيضًا في خلايا الكبد.

ويتلاءمُ تَركيبُ الشبكةَ الإندوبلازميةِ مع وظيفتِها؛ إذ تزيدُ الانثناءاتُ والصفائحُ الموجودةُ بها من مساحةِ السطحِ اللازمةِ لحدوثِ التفاعلات، كما إن موقعَ الشبكةِ الإندوبلازميةِ بين الغشاءِ النووي والغشاءِ الخلوي يجعلُ منها جهازَ نقلٍ بين العُضيّاتِ في السيتوبلازم من جهةٍ، وبين الخليةِ والبيئةِ الخارجيةِ من جهةٍ أخرى. لاحظ الشكل (1-23).



الشكل 1-23: الشبكة الإندوبلازمية الخشنة والملساء

اختبر نفسك

• قَارنْ بين الشبكةِ الإندوبلازميةِ الخشنةِ والملساء من حيثُ التركيبِ والوظيفةِ.

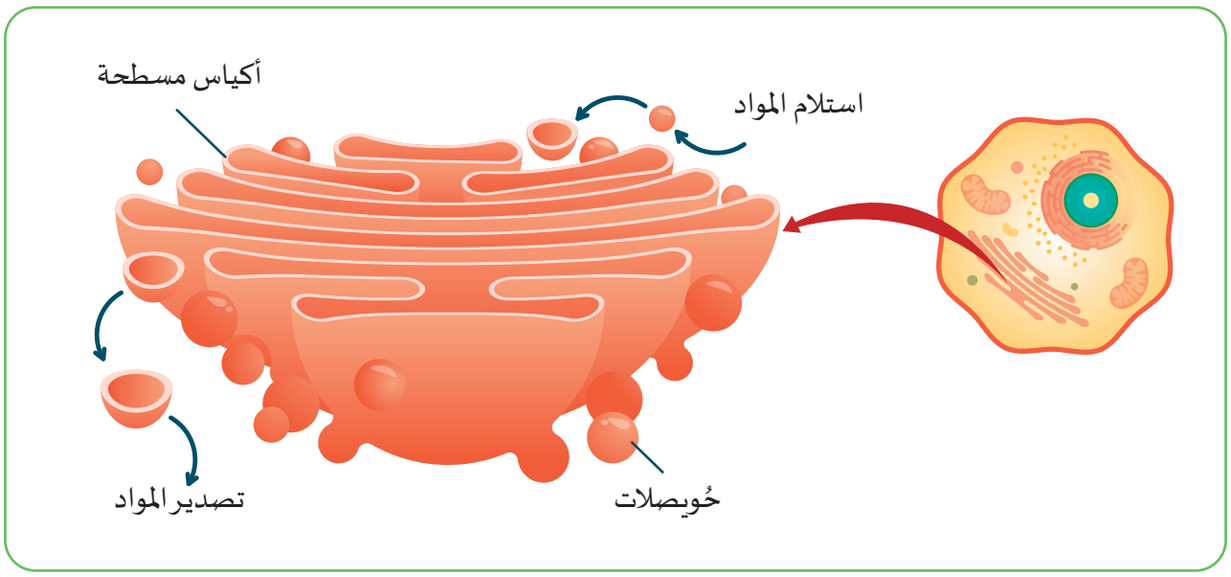
4. جهاز جولجي Golgi Apparatus

تقومُ معظمُ المصانعِ بتغليفِ وتعبئةِ مُنتجاتِها تمهيدًا لشحنِها، وكذلك تقومُ الخليةُ بالعملِ نفسِهِ، فكيف تقومُ الخليةُ بتغليفِ وشحنِ مُنتجاتِها؟

تحتوي الخليةُ على عُضيّةٍ تُسمّى جهازَ جُولجي وهو مجموعةٌ من أكياسٍ غشائيةٍ مُسطَّحةٍ ومُرتَّبةٍ بشكلٍ موازٍ لبعضِها ومن حُويصلاتٍ مستديرةٍ تقعُ عند حافةِ الأكياسِ. كما في الشكل (1-24).

أصل الكلمة

سُمِّيَ جهازُ جولجي بهذا الاسم نسبةً إلى العالم الإيطالي كاميلو جولجي (Camillo Golgi)، الذي وصفه لأول مرة عام 1898م.



الشكل 1-24: تركيب جهاز جولجي

يُعتبرُ جهازُ جولجي مركزَ الاستيرادِ والتصديرِ في الخلية؛ حيثُ يقومُ باستقبالِ البروتيناتِ من الشبكةِ الإندوبلازمية، ويُعَدِّلُ تركيبَها وَيُغَلِّفُهَا، ويُوزِّعُها إلى أماكنِ استخدامِها في الخليةِ أو يُغَلِّفُها داخلَ حُويصلاتٍ إفرازية، تَنفصلُ عن جهازِ جولجي وتَلتحمُ مع غشاءِ الخلية، وتُطلِقُ مُحتوياتِها خارجَ الخليةِ؛ لتُؤثرَ على أجزاءَ أخرى من الجسمِ، كما في خلايا الغُدَدِ اللُّعابيةِ التي تَفرزُ الإنزيماتِ الهاضمةَ، أو تبقى المواد قريبةً من الغشاءِ الخلوي مُخزَّنَةً ما بها لإفرازِها حين الحاجةِ، مثل هُرمون الأنسولين في خلايا البنكرياس؛ لذا يَكثرُ جهازُ جولجي في الخلايا الغُديَّة والإفرازية.

اختبر نفسك

- **كيف يتكاملُ دورُ كلٍّ من الرايبوسوماتِ والشبكةِ الإندوبلازميةِ وجهازِ جولجي في تَصنيعِ البروتين؟**

5. الأجسام المُحَلِّلَة Lysosomes

أصل الكلمة

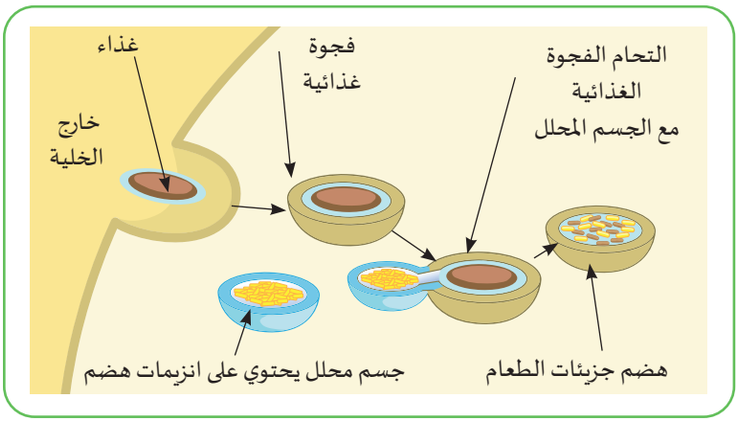
lyse: كلمة لاتينية تعني تحلل

soma: كلمة لاتينية تعني جسم

كيف تُحلِّلُ خلايا الدمِ البيضاءُ الأجسامَ الغريبةَ كالبكتيريا والفيروسات؟ وكيف تَهضِمُ الأميبا الغذاءَ الذي تبتلعه؟ إن الإجابةَ على هذه الأسئلةِ أصبحت مُمكنةً بعد اكتشافِ الأجسامِ المُحَلِّلَةِ، فما تركيب هذه العضيات الخلوية؟

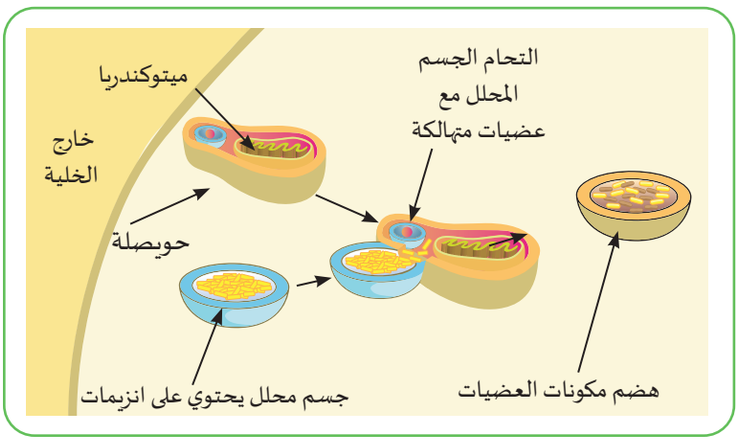
الأجسامُ المُحَلِّلَةُ هي حُويصلاتٌ صغيرةٌ محاطة بغشاء مفرد تنشأ من جهازِ جولجي في الخلايا الحيوانية، تحتوي على تركيزٍ عالٍ من إنزيماتِ التحلُّلِ المائي، وتقومُ الأجسامُ المُحَلِّلَةُ بالعديدِ من الوظائفِ منها:

- **هضمُ جزيئاتِ الغذاء**؛ يتحدُ الجسمُ المُحَلِّلُ مع الحويصلاتِ الغذائيةِ التي تدخلُ الخلية، ويُحلِّلُ مكوناتِها بفعل الإنزيماتِ الهاضمةِ إلى موادَّ بسيطةٍ تخرج للسيتوبلازم لتستفيدَ منها الخليةُ، كما في الأميبا، لاحظِ الشكل 1-25.



الشكل 1-25: هضم جزيئات الغذاء بفعل الجسم المحلل

- **هضمُ وتحليل الأجسامِ الغريبةِ** كالبكتيريا والفيروساتِ والمساهمةُ في التَّخلُّصِ منها؛ لذلك تكثرُ الأجسامُ المُحَلِّلَةُ في خلايا الدم البيضاء.
- **هضمُ التراكيبِ والعُضيّاتِ القديمة والمتهالكةِ** لتتمكنَ الخليةُ من إعادةِ استخدامِ جزيئاتِها، لاحظِ الشكل (1-26).



الشكل 1-26: هضم العضيات المتهالكة بفعل الجسم المحلل

كما تساهمُ في تَحَلُّلِ أجسامِ الكائناتِ الحيةِ بعد موتِها؛ مما يُساهمُ في تدويرِ العناصرِ في الطبيعة؛ لذلك تُسمّى الأجسامُ المُحَلِّلَةُ أحيانا بمصنعِ إعادةِ التدوير. ولا تتأثرُ الخليةُ بالإنزيماتِ الهاضمةِ لأنّ الأجسامِ المُحَلِّلَةِ مُحاطةٌ بغشاءٍ مُفرَدٍ يَعزلُها عن مُكوّناتِ الخلية.

اختبر نفسك

- **علّل: الليسوسومات لا تهضم الخلية بالرغم من وجود الإنزيمات المحللة فيها.**

6. الفَجَوات Vacuoles

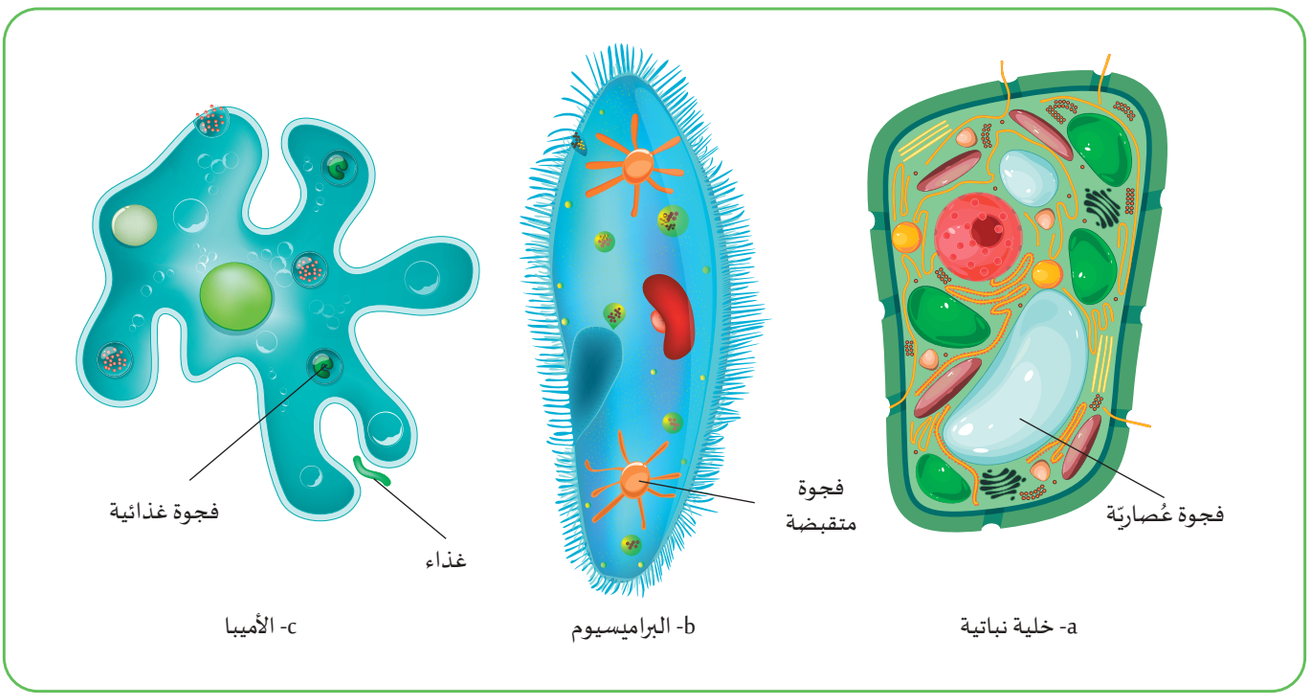
حُويصلاتٌ غِشائيةٌ توجدُ في الخلايا النباتيةِ والحيوانيةِ والطلائعياتِ، تُصَنَّفُ حَسْبَ الوظيفةِ التي تؤديها إلى أنواعٍ منها:

أصل الكلمة

Vacuo: كلمة لاتينية تعني فارغ

ole: كلمة لاتينية تعني صغير

- **الفَجَواتُ العُصاريةُ (المركزية):** توجد الفجوةُ العُصاريةُ في الخليةِ النباتيةِ وتتميزُ بِكِبَرِ حجمِها، لاحظِ الشكل (a27-1)، تقومُ الفجوةُ العُصاريةُ بوظائفَ متعددةٍ في النباتات، منها: تَخزينُ الماءِ والأملاحِ، المحافظةُ على ضغط الامتلاءِ للخلايا النباتية، وقد تُخزنُ الفجوةُ العُصاريةُ الفضلاتِ، أو الموادَّ السّامَّةَ، أو الإنزيماتِ المُحلِّلة.
- **الفَجَواتُ المُتقبِضةُ:** تعملُ على تخليصِ الخليةِ من الماءِ الزائدِ كما في الأميبا والباراميسيوم، لاحظِ الشكل (b27-1).
- **الفَجَواتُ الغذائية:** تتكونُ بشكلٍ مؤقتٍ عند دخولِ الموادِّ الغذائيةِ للخلية، ويتمُّ هضمُ الغذاءِ داخل هذه الفجواتِ من خلالِ إنزيماتِ الأجسامِ المُحلِّلةِ التي تَتَّحِدُ مع الفجوةِ وتُحلِّلُ مُكوناتِها. ارجع للشكل (c27-1).



الشكل 1-27: أنواع الفجوات في الخلايا

اختبر نفسك

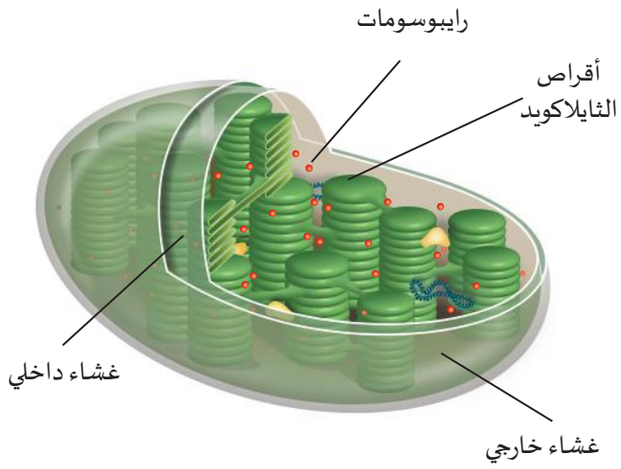
- **ما أهميّة وجود الفَجَوات في الخلايا الحية؟**

7. البلاستيدات Plastids

عُضيَّاتٌ خلويةٌ مُحاطةٌ بغشاءٍ مزدوجٍ توجدُ في خلايا النباتاتِ والطحالب، وتُصنَّفُ البلاستيداتُ تبعًا لنوعِ الصبغةِ الموجودةِ فيها إلى ثلاثة أنواع، هي:

- **البلاستيداتُ الخضراء Chloroplast**: تحتوي على صبغةِ الكلوروفيل التي تُعطي الأوراق والسيقان في النباتَ لونَهُ الأخضرَ، وتقومُ البلاستيداتُ الخضراءُ بإنتاجِ الغذاءِ بفعلِ امتصاصِ الضوءِ وتَحويلِ الطاقةِ الضوئيةِ إلى طاقةٍ كيميائيةٍ تُخَزَّنُ في مُركبَّاتٍ عُضويةٍ (سكريات) خلال عمليةِ البناءِ الضوئي. تُعتبرُ هذه المركباتُ العُضويةُ مصدرًا للطاقةِ التي تحتاجُها الكائناتُ الحية.

يَتلاءمُ تَركيبُ البلاستيداتِ الخضراءِ مع وظيفتِها؛ حيثُ تُحاطُ بغشاءين يعملُ الغشاءُ الخارجيُّ على تنظيمِ تَبادلِ الموادِّ بين البلاستيدةِ وخارجِها، وتحوي داخلَها طبقاتٍ مُتراصَّةٍ من الأغشيةِ الداخليةِ على هيئةِ أقراصٍ تُسمَّى الثايلاكويدات، وتنتظمُ هذه الأقراصُ بطريقةٍ تزيدُ مساحةَ السطحِ المُعَرَّضِ لأشعةِ الشمس؛ مما يسمحُ لها بامتصاصِ الحدِّ الأقصى من ضوءِ الشمسِ بواسطةِ صبغةِ الكلوروفيلِ الخضراءِ الموجودةِ في أغشيةِ الثايلاكويدات. لاحظ الشكلُ (1-28).



الشكل 1-28: تركيب البلاستيدات الخضراء في النبات

- **البلاستيداتُ الملونة Chromoplast**: تحتوي على أصباغٍ مُلونةٍ كالصفراءِ والحمراءِ والبنيةِ إضافةً إلى صبغةِ الكلوروفيل، وإليها يُعزَى اللونُ في الجزرِ وثمرةِ الطماطمِ وألوانِ الأزهارِ وبعضِ الأوراق؛ لذا تكثرُ البلاستيداتُ الملونةُ في بتلاتِ الأزهارِ وفي الثمار.
- **البلاستيداتُ عديمة الألوان Leucoplast**: تخلو من الأصباغِ، وتُخزِّنُ الموادَّ الغذائيةَ (النشا)، مثلَ البلاستيداتِ الموجودةِ في البطاطا، لاحظ الشكلُ (1-29).

الشكل 1-29: أنواع البلاستيدات

اختبر نفسك

- قارنْ بين الأنواعِ الثلاثةِ للبلاستيداتِ من حيثُ: الصبغةِ والوظيفةِ.

8. الميتوكندريا Mitochondria

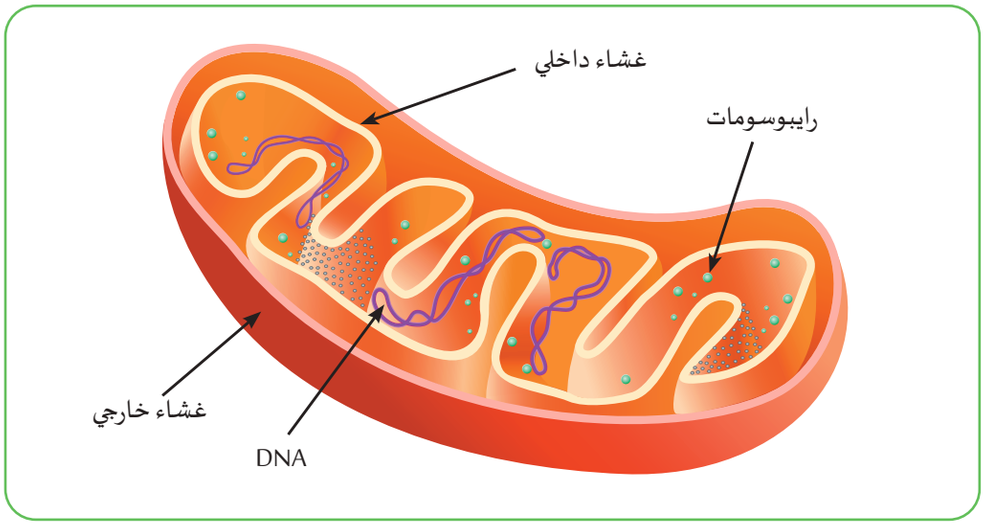
كيف تحصلُ الكائناتُ الحيةُ على الطاقةِ المخزونةِ من المُركَّباتِ العُضويةِ في الغذاء؟

الميتوكندريا عُضيَّاتٌ غِشائيةٌ كبيرةٌ نسبيًا تنتشرُ في السيتوبلازم، تقومُ بتحليلِ جُزيئاتِ الموادِّ العُضويةِ أثناءَ عمليةِ التنفسِ الخلوي وإنتاجِ جزيءٍ يحملُ الطاقةَ (ATP) ويخزن الطاقة الناتجة ضمن روابط كيميائية والتي تستخدمُها الخلايا عند الحاجة؛ لذا سُمِّيَتِ الميتوكندريا "بيت الطاقة" في الخلية.

إثراء

تشبهُ الميتوكندريا في مَبدأِ عملها مَحطاتِ توليدِ الطاقة؛ فكلاهما يُحوِّلانِ الطاقةَ من شكلٍ إلى آخر قابلٍ للاستخدام، فمثلا تعملُ مَحطاتُ الطاقةِ على تحويلِ الطاقةِ المَخزونةِ في النفطِ والغاز إلى طاقةٍ كهربائيةٍ قابلةٍ للاستخدامِ في المنازلِ والمصانع، كذلك الميتوكندريا تُحوِّلُ الطاقةَ المخزونةَ في الطعامِ إلى مُركَّباتٍ غنيةٍ بالطاقةِ يُمكنُ للخليةِ استخدامُها في العملياتِ الحيويَّةِ كالنموِّ والتكاثرِ والحركة.

يتلاءمُ تركيبُ الميتوكندريا مع وظيفتِها؛ تحتوي الميتوكندريا على غشاءٍ خارجيٍّ وغشاءٍ داخليٍّ كثيرِ الانثناءاتِ، وتعملُ هذه الانثناءاتُ (الأعراف) على زيادةٍ كبيرةٍ لمساحةِ السطحِ الذي تحدث عليه تفاعلات التنفس الخلوي؛ مما يساعدُ على زيادةِ معدلِ إنتاجِ الطاقة. لاحظ الشكل (1-30)، ويختلفُ أعداد الميتوكندريا في الخلايا باختلافِ النشاطِ الحيوي للخلية؛ تكثرُ الميتوكندريا في الخلايا التي تحتاجُ طاقةً أكثر، مثل الخلايا العَضليَّةِ والخلايا العَصبيّةِ.



الشكل 1-30: تركيب الميتوكندريا

اختبر نفسك

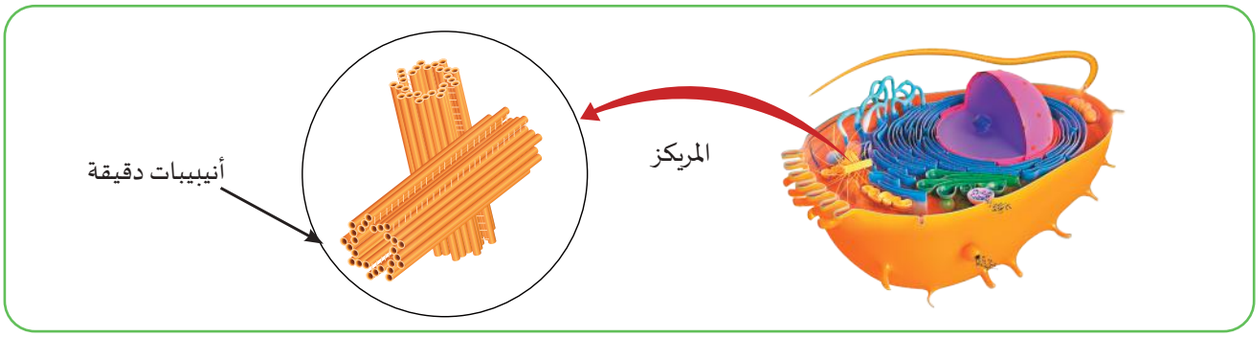
- كيف يتلاءمُ تركيبُ البلاستيداتِ الخضراءِ والميتوكندريا مع وظائفِها؟

نشاط 1-9

بالتعاونِ مع أفراد مجموعتك، صَمِّمْ نموذجًا للميتوكندريا أو البلاستيدةِ الخضراءِ موضحًا كيف يتلاءمُ تركيبُها مع وظيفتِها، من حيثُ زيادةِ مساحةِ السطحِ بالنسبةِ للحجم.

9. المُريكز Centrosome

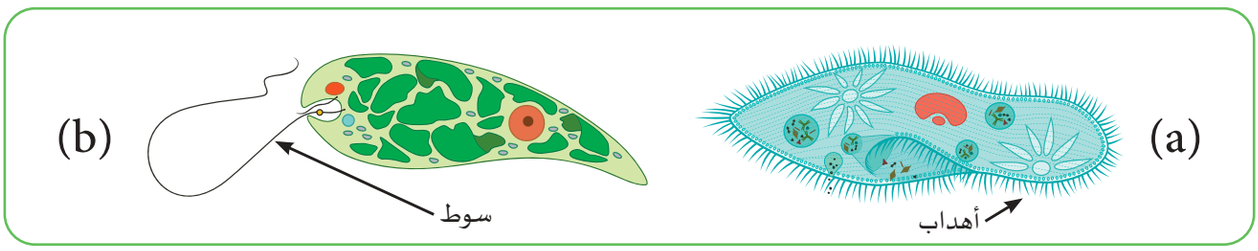
تحتوي أغلبُ الخلايا الحيوانيَّةِ على مريكز، وهو المِنطقةُ التي تنشأُ منها خيوط المغزل والتي لها دورٌ مهمٌّ في انقسامِ الخلايا الحيوانيّةِ كما ستدرسُ لاحقًا. ويَتكوَّنُ المريكزُ من جسمينِ دقيقينِ يُعرفانِ بالسنتريولين **Centrioles**، وكلُّ سنتريولٍ عبارةٌ عن أسطوانةٍ مُكونَّةٍ من تسع مجاميع ثلاثية الأنيبيباتِ الدقيقةِ، ويقع السنتريولان عادةً بالقرب من النواةِ ويُكونانِ متعامدينِ. لاحظ الشكل (1-31).



الشكل 1-31: تركيب المريكز

10. الأهدابُ والأسواطُ Cilia and Flagella

الأهدابُ والأسواطُ زوائدُ شعريةٌ على سطحِ بعضِ الخلايا تمتدُّ خارجَ الغشاءِ الخلوي وتَتكوَّنُ من الأنيبيباتِ الدقيقة. تَكونُ الأهدابُ قصيرةً وكثيرةَ العددِ، أما الأسواطُ فيوجدُ عادةً في الخليةِ سوطٌ أو سوطان وهي طويلةٌ نِسبيًا. لاحظِ الشكل (1-32). تتحركُ الأهدابُ بطريقة تشبه حركة المجداف أما الأسواطُ فتتحرك حركة مَوجيَّةً وهذا يتلاءمُ مع وظيفتِها؛ حيث تساعدُ الأهدابُ والأسواطُ على تحريكِ الخليةِ بأكملِها مثل اليوجلينا والباراميسيوم التي تعيشُ في وسطٍ مائيٍّ، وتحريك الحيوان المنوي عند الإنسان، كما تُبَطِّنُ الأهدابُ السُّطوحَ التي تنقلُ الموادَّ مثلَ بِطانةِ المُجاري التنفسيَّةِ لدفعِ الأجسامِ الغريبةِ إلى الخارج.



الشكل 1-32: a) باراميسيوم يحتوي اهداب، b) يوجلينا تحتوي على سوط

اختبر نفسك

- قارنْ بين السوطِ والهدبِ من حيثُ: الطول، العدد، والوظيفة.

نشاط 1-10

ابحثْ في شبكةِ المعلومات (الإنترنت) عن صورٍ مِجهريَّةٍ ألكترونيةٍ لتراكيبِ الخليةِ حقيقيَّةِ النواةِ، بما في ذلك: النواة، السيتوبلازم، الغشاء الخلوي، الجدار الخلوي، الهيكل الخلوي، جهاز جولجي، الميتوكندريا، البلاستيدات الخضراء، المريكز، الجسم المحلل، الشبكة الإندوبلازمية، الرايبوسوم، الفجوات العصارية... أرسمْها وحَدِّدْ أجزاءَها.

مراجعة الدرس الثالث

الأفكار الرّئيسة:

- تُحدِّدُ نسبةُ المساحةِ السطحيةِ إلى الحجمِ مدى الحجمِ الذي يمكنُ أن تبلغَهُ الخليةُ حتى تؤديَ وظائفَها بكفاءةٍ عاليةٍ.
- يَرتبطُ تركيبُ العُضيَّاتِ الخلويةِ بوظائفِها، كما يختلفُ نوعُ العُضيَّاتِ وعددُها باختلافِ الخلايا.
- تَتكوَّنُ الخلايا الحقيقيَّةُ من ثلاثةِ أجزاءَ رئيسةٍ، هي: الغشاءُ الخلوي، والنواةُ، والسيتوبلازمُ.
- الغشاءُ الخلويُّ ذو نفاذيَّةٍ اختياريَّةٍ، يَتكوَّنُ من الدهونِ والبروتين، ويُنظِّمُ حركةَ الموادِّ من وإلى الخلية.
- الجدارُ الخلويُّ يُغلِّفُ غشاءَ الخليةِ النباتيةِ، ويُؤَمِّنُ لها الدعامةَ والحِمايةَ، ويَتكوَّنُ من السليلوز.
- النواةُ مَركزُ التحكم في الخلية، تحتوي على المادةِ الوراثيَّةِ (DNA) التي تُخَزِّنُ المعلوماتِ الوراثيةَ.
- الهيكلُ الخلويُّ يَتكوَّنُ من خيوطٍ وأنيبيباتٍ دقيقةٍ مصنوعةٍ من بروتيناتٍ تُساعدُ الخليةَ على الحركة، وتُحافظُ على شكلِها.
- الرايبوسوماتُ تُسهمُ في بناءِ البروتينات. مُعظمُها يرتبطُ بالشبكةِ الإندوبلازميةِ الخشنةِ، وبعضُها يَكونُ حرًا داخل السيتوبلازم.
- الشبكةُ الإندوبلازميةُ الخشنةُ تنقلُ البروتيناتِ إلى داخلِ وخارجِ الخليةِ، ويُوجدُ على سطحِها رايبوسوماتٌ، أما الشبكةُ الإندوبلازميةُ الملساءُ فتخلومن الرايبوسوماتِ وتقومُ بتصنيعِ الدهون.
- جهازُ جولجي يقومُ بتعديلِ وتغليفِ وإفرازِ الموادِّ المُصَنَّعَةِ.
- الأجسامُ المحللة تحتوي على إنزيماتٍ محللة تَهضمُ المُركَّباتِ العضويَّةَ، والأجزاءَ القديمةَ من الخليةِ وموادَّ أخرى.
- الفجواتُ العصاريَّةُ تُخزِّنُ بعضَ الإنزيماتِ وفضلاتِ خلايا النبات.
- البلاستيداتُ تُخزِّنُ النشا والدهونَ والأصباغَ في خلايا النبات، والبلاستيداتِ الخضراءَ مَوقعِ تُحوِّلُ الطاقةَ الضوئيةَ إلى طاقةٍ كيميائيةٍ خلال عمليةِ البناءِ الضوئي.
- الميتوكندريا تَتحولُ داخلَها طاقةُ المُركَّباتِ العُضويةِ إلى جزيء يحملُ الطاقةَ (ATP) خلال عمليةِ التنفسِ الخلوي.
- الأهدابُ والأسواطُ تُساعدُ الخليةَ على الحركة.
- خلايا النباتِ تَحتوي على ثلاثةِ تراكيبَ غيرِ مَوجودةٍ في خلايا الحيوانِ هي: الجدران الخلوية، الفجوات العصارية، والبلاستيدات، وتحتوي الخلايا الحيوانية على تركيبين غيرِ موجودين في الخلايا النباتية هما: الأجسام المحللة والمريكزات.

تقويم الدرس الثالث

أسئلة الاختيار من متعدد

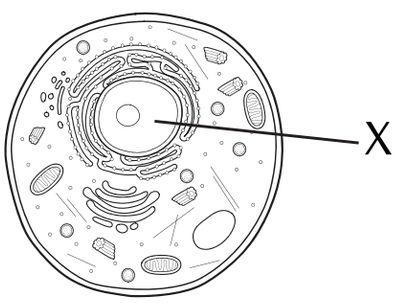
اختر رمزَ الإجابةِ الصحيحةِ في كل مما يأتي:

1. ما وظيفةُ البلاستيدات الخضراء في الخلية النباتية؟
   a) البناء الضوئي.
   b) انتاج الطاقة.
   c) تخزين الغذاء الزائد.
   d) إفراز البروتين.

2. ما المكوناتُ الأساسيةُ للغشاء الخلوي؟
   a) دهون وسليلوز.
   b) بروتينات وسليلوز.
   c) دهون وبروتينات.
   d) دهون وبروتينات وسليلوز.

3. أيُّ المجموعاتِ الثنائيةِ الآتية **ليس صحيحًا** فيما يتعلق بالتركيب والوظيفة؟
   a) النوية – انتاج الرايبوسومات.
   b) الجسم المحلل – الهضم الخلوي.
   c) جهاز جولجي- تغليف المواد ونقلها.
   d) الأنيبيبات الدقيقة - انقباض العضلات.

4. أيٌّ من العباراتِ الآتية تُحدِّدُ بشكلٍ صحيحٍ وظيفةَ العضي X في الشكلِ المجاور؟



   a) انتاج الطاقة.
   b) تخزين المادة الوراثية.
   c) تغليف المواد.
   d) هضم المواد غير الضرورية.

تابع تقويم الدرس الثالث

5. أيُّ الوظائفِ الآتيةِ **لا تُساهم** بها الشبكةُ الإندوبلازمية؟

a) تغليف البروتين.

b) توصيل المواد بين أجزاء الخلية.

c) إنتاج بعض أنواع الدهون.

d) نقل بعض المواد البروتينية.

6. أيُّ العُضيّاتِ الخلوية الآتية يوجد في الخلايا النباتية والحيوانية؟

a) البلاستيدات.

b) الجدار الخلوي.

c) المريكز.

d) الميتوكندريا.

أسئلة الإجابات القصيرة

1. اكتبِ المكوناتِ الرئيسةَ للخلية حقيقيَّةِ النواة.

2. وَضّحِ التلائمَ بين تركيبِ ووظيفةِ كلٍّ من

a) الهيكل الخلوي.

b) البلاستيدة الخضراء.

3. ما العضياتُ الخلويةُ التي تقومُ بأدوارِ المصنعِ الآتية: الإدارة، إنتاج الطاقة، التصنيع، التغليف، التخلص من الفضلات؟

4. فَسّرْ:

a) يكثرُ جهازُ جولجي في الخلايا الغدية.

b) تكثرُ عضياتُ الميتوكندريا في الخلايا العضلية في الإنسان.

c) يُعتبر الغشاء الخلوي اختياري النفاذية.

تقويم وحدة الأحياء

1. مَنِ العَالِمُ الذي تَوَصَّلَ إلى أنَّ كلَّ النباتاتِ مُكونةٌ من خلايا؟

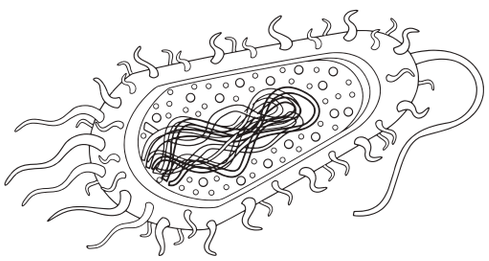
a) ليفنهوك

b) شوان

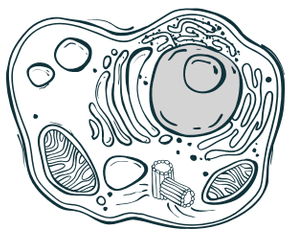
c) فيرشو

d) شلايدن

2. أي العبارات التالية تصف الخليتين الآتيتين بشكلٍ صحيح؟



الخلية A



الخلية B

a) كل من الخلية A والخلية B خلايا بدائية النواة.

b) كل من الخلية A والخلية B خلايا حقيقية النواة.

c) الخلية B بدائية النواة والخلية A حقيقية النواة.

d) الخلية A بدائية النواة والخلية B حقيقية النواة.

3. البراميسيومُ كائنٌ حيٌّ حقيقيُّ النواةِ يعيشُ في البِرَكِ والمياهِ العذبةِ كالأنهارِ والبحيرات، ويَتغذَّى على البكتيريا والأوليات الصغيرة، أيُّ المَيزاتِ الآتيةِ تجعلُ البراميسيومَ مختلفا عن جميعِ بدائياتِ النوى؟

a) البراميسيوم أحادي الخلية.

b) يملك البراميسيوم نواة.

c) يحوي البراميسيوم على السيتوبلازم.

d) يملك البراميسيوم غشاء خلوي.

تابع تقويم وحدة الأحياء

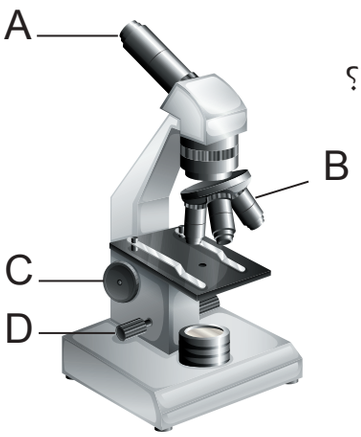
4. أيُّ المجاهرِ الآتية يحتاج إلى تقطيع العينة إلى شرائح دقيقة جدًا؟

a) الضوئي المركب.

b) الإلكتروني النافذ.

c) الإلكتروني الماسح.

d) الإلكتروني النفقي الماسح.



5. في صورة المجهر المجاور، ما الرمز الذي يمثل العدسة الشيئية؟

a) A

b) B

c) C

d) D

6. أي من الخلايا الآتية **لا تمتلك** تقسيمًا داخليًا؟

a) البكتيريا.

b) البراميسيوم.

c) خلايا البصل.

d) خلايا الدم البيضاء.

7. أيُّ المجاهرِ يُستخدمُ في دراسة بعض الجزيئات الكبيرة؟

a) الضوئي المركب.

b) الإلكتروني النافذ.

c) الإلكتروني الماسح.

d) الإلكتروني النفقي الماسح.

تابع تقويم وحدة الأحياء

8. أيُّ العضياتِ النباتية يمكن أن تقومَ بعملٍ يُماثلُ عملَ الأجسامِ المحللة في خلايا الحيوانات؟

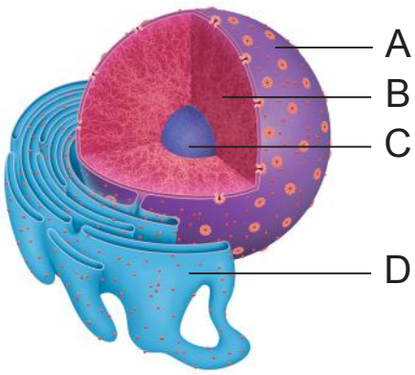
a) البلاستيدات الخضراء.

b) البلاستيدات الملونة.

c) الميتوكندريا.

d) الفجوات.

9. أيُّ الرموزِ في الشكل المجاورتُمثِّلُ المكانَ الذي يحتوي على المادة الوراثية (DNA) التي تُخزِّنُ المعلوماتِ الوراثية؟



A (a

B (b

C (c

D (d

10. ما العُضيُّ المسؤولُ عن تكوينِ البروتينات؟

a) الرايبوسومات.

b) جهاز جولجي.

c) الميتوكندريا.

d) الأجسام المحللة.

11. ما وظيفةُ النوية؟

a) مركز التحكم بالخلية.

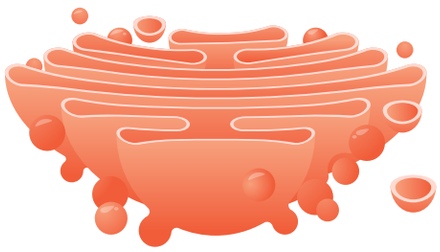
b) مخزن المعلومات الوراثية.

c) موقع بناء الرايبوسومات.

d) موقع وجود الحمض النووي DNA.

تابع تقويم وحدة الأحياء

12. ما وظيفةُ العُضيّ في الشكل المجاور؟



a) موقع بناء الرايبوسومات.

b) مركز التحكم بالخلية.

c) مخزن المعلومات الوراثية.

d) تغليف البروتين.

13. أيٌّ من العيّنَات الآتيةِ تحتوي خلايا ها على جدارٍ خلوي؟

a) جلد الإنسان.

b) شجر السدر.

c) دم من قطة.

d) كبد من فأر.

14. مِمَّ يتكونُ الرايبوسوم؟

a) الحمض النووي RNA والبروتينات.

b) الحمض النووي RNA.

c) الحمض النووي RNA والبروتينات والدهون.

d) الحمض النووي RNA والدهون.

15. أيٌّ مما يأتي يصفُ بشكلٍ صحيحٍ تركيبَ ووظيفةَ جدارِ الخليةِ في النباتات؟

a) يتكون جدار الخلية من السليلوز؛ مما يسمح له بدعم الخلية والحفاظ على شكلها.

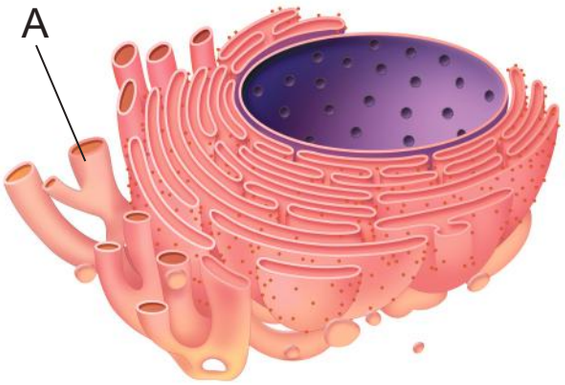
b) يتكون جدار الخلية من السليلوز؛ مما يسمح بحركة سوائل الخلية.

c) يتكون جدار الخلية من البروتين؛ مما يسمح بحركة سوائل الخلية.

d) يتكون جدار الخلية من البروتين؛ مما يسمح له بدعم الخلية والحفاظ على شكلها.

تابع تقويم وحدة الأحياء

16. أيُّ الوظائفِ الآتيةِ **لا تساهم** بها العُضيَّةُ المُشارُ إليها بالرمز A؟



a) إنتاج الدهون.

b) إنتاج الهرمونات الجنسية وخزنها.

c) إزالة سمية بعض المواد.

d) نقل البروتين.

17. كم عدد الأنيبيباتِ الدقيقةِ في المريكز؟

a) 3

b) 9

c) 54

d) 27

18. أيُّ المساراتِ الآتيةِ صحيحة لصنع بروتين وإفرازه من الخلية حقيقية النواة؟

a) الشبكة الإندوبلازمية الخشنة – الرايبوسوم- جهاز جولجي- حويصلات تندمج مع الغشاء البلازمي.

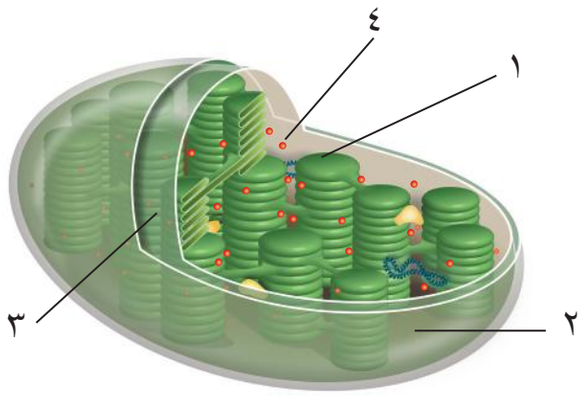
b) الرايبوسوم- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة - جهاز جولجي- حويصلات تندمج مع الغشاء البلازمي.

c) جهاز جولجي - الشبكة الإندوبلازمية الخشنة – الرايبوسوم- - حويصلات تندمج مع الغشاء البلازمي.

d) حويصلات تندمج مع الغشاء البلازمي- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة – الرايبوسوم- جهاز جولجي.

تابع تقويم وحدة الأحياء

19. يُمثِّلُ الشكلُ المُجاورُ بلاستيدةً خضراءَ، ما رمزُ الجزءِ الذي يشير إلى تَلاؤُمِ تركيبِها لزيادةِ مساحةِ السطحِ المُعرَّضِ لأشعةِ الشمس؟



a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

أسئلة الإجابات القصيرة

1. يُفضِّلُ أحدُ الباحثين استخدامَ قوةِ تكبيرٍ قليلةٍ في المجهر الضوئي لملاحظةِ شكلِ كائنٍ حيٍّ وحيدِ الخلية، لماذا؟

2. قارنْ بين الخلايا بدائيةِ النواةِ وحقيقيَّةِ النواةِ من حيثُ التركيبُ والحجمُ.

3. أُكتبْ مبادئَ النظريةِ الخلويةِ.

4. فَسِّرْ لماذا تكونُ الخليةُ النباتيةُ تحت المجهرِ واضحةَ الحدود.

5. قارنْ بين أنواعِ المَجاهرِ الإلكترونيةِ من حيث: العينة، قوة التكبير، الاستخدام، ومبدأ العمل.

6. وَضِّحِ التَّلاؤمَ بين التركيبِ والوظيفةِ في كل مما يأتي:

a) الخلايا المبطنة للأمعاء الدقيقة والقدرة على الامتصاص.

b) خلايا الغدد اللعابية وإفراز الإنزيمات.

c) خلايا الدم البيضاء وهضم الأجسام الغريبة.

d) الخلايا المبطنة لسطح بطانة المجاري التنفسية ودفع الأجسام الغريبة للخارج.

7. قارنْ بين البلاستيدةِ الخضراءِ والميتوكندريا من حيثُ: مكان وجودها، العملية التي تتم فيها.

8. فسِّر:

a) لماذا قد يعاني الذكورُ الذين لديهم خَلَلٌ في تكوين الأنيبيبات الدقيقة من عدم القدرةِ على الإنجابِ؟

b) ماذا يحدثُ إذا تَمَّ إزالةُ أغشيةِ الأجسامِ المحللة داخل الخلية الحية؟

تابع تقويم وحدة الأحياء

9. يَتناقشُ محمدٌ وجاسمٌ حول أهميةِ استخدامِ المَجاهرِ في دراسةِ عِلمِ الخليةِ، يرى محمدٌ: إن المَجاهرَ الإلكترونيةَ أكثرُ أهميةً من المَجاهرِ الضوئيَّةِ في دراسةِ تركيبِ الخلية، لأنها تُمكِّنُ من مَعرفةِ التركيبِ الدقيقِ للخليةِ ومُكوناتِها، ولا يَتفقُ جاسمٌ مع فِكرةِ محمدٍ ويرىُ: إن المَجاهرَ الضوئيةَ أكثرُ أهميةً من المَجاهر الإلكترونية في دراسةِ تركيبِ الخلايا، لأنها سهلةُ الاستخدامِ ومتوفرةٌ وتُمكنُ من مَعرفةِ تركيبِ الخليةِ أيضًا... الجدولُ أدناه يحتوي على بياناتِ مجموعةِ تراكيبَ خلويةٍ ومَقاساتها، علما بأن قوةَ الفصلِ للمجهرِ الإلكتروني 0.5nm، وللمجهرِ الضوئي 0.2µm.

العُضَيّة	الغشاء البلازمي	النواة	الأنيبيبات الدقيقة	الجسم المحلل	الجسم المركزي	الميتوكندريا	البلاستيدة
السُّمك	0.004µm	5-10µm	0.0025µm	0.25-0.5 µm	0.15µm	0.5-1µm	0.5-1µm

بعد الاطلاعِ على الجدول، والتفكيرِ فيما تَعرفُهُ عن المجاهر، أجبْ عن الأسئلةِ الآتية:

a) هل تتفقُ مع فكرةِ محمدٍ أم مع فكرةِ جاسمٍ؟ قَدِّمْ دليلًا على إجابتك.

b) لماذا لا تتفقُ مع الفكرة الأخرى؟ ادعمْ إجابتَك بأدلة.

c) كيف تُقنعُ صاحبَ الفكرةِ الأخرى بفكرتك حول أهميةِ المجاهرِ في دراسة الخلية؟

10. يُوضحُ الجدول الآتي بعضَ البياناتِ عن ثلاثِ خلايا مختلفةٍ، أُدرسْهُ وأجبْ عن الأسئلةِ التي تليه:

التركيب	الخلية A	الخلية B	الخلية C
البلاستيدات الخضراء	غير موجودة	غير موجودة	موجودة
جدار الخلية	موجودة	غير موجودة	موجودة
النواة	غير موجودة	موجودة	موجودة

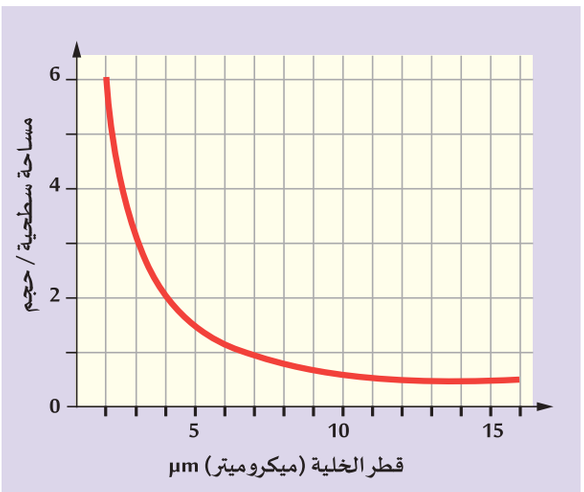
a) صَنِّفِ الخلايا الثلاث إلى: نباتية، حيوانية، وبكتيرية (بدائية النواة)

b) أيُّ الخلايا الثلاث تقومُ بعمليتي التنفس الخلوي والبناء الضوئي؟

تابع تقويم وحدة الأحياء

11. لماذا تختلفُ الخلايا الحيوانيةُ في نوعِ وعددِ العُضيَاتِ التي تحتوي عليها؟ أَعطِ أمثلةً تدعم إجابتك.

12. يظهر الرسم البياني المجاور كيف أن النسبة بين المساحة السطحية والحجم تتغير مع ازدياد قطر الخلايا الكروية. ادرسه واجب عما يأتي:



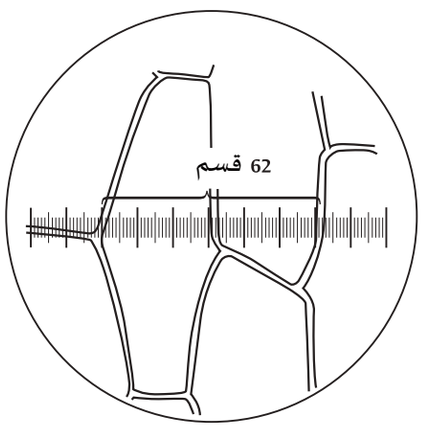
a) ما النسبة المئوية التي تتغير بها نسبة مساحة السطح الى الحجم عندما يكبر قُطر الخلية من 1µm إلى 2µm؟

b) ما أكبر قُطر يمكن أن تبلغه الخلية قبل أن تهبط هذه النسبة إلى قُطر ما دون 1µm؟

13. كيف يَزيدُ التقسيمُ الداخليُّ للخلايا حقيقيّةِ النوى من كفاءةِ عملِ الخليةِ وحمايةِ مُكوّناتِها؟ ادعمْ إجابتَك بأمثلة.

14. تعملُ الخليةُ حقيقيّةُ النواة بمبدأِ تقسيمِ وتَكامُلِ العملِ بين عُضيَّاتِها؛ مما يُساعدها على إنجازِ الأعمالِ بكفاءةٍ أكثر، لو طُلِبَ منك المعلمُ أن تقومَ بعملٍ ولك الخيارُ أن تقومَ به لوحدك أو بالاشتراكِ مع مجموعةٍ من زملائك أيُّهما تختار؟ اِدعمْ رأيَكَ مبينا إيجابياتِ/ سلبياتِ العملِ الجماعي (ضمن فريق).

15. تَظهرُ في الشكلِ المُجاورِ خلايا بصلٍ تحت المِجهرِ الضوئي عند تكبيرِ 400X، إذا علمتَ أن قيمةَ كلِّ وحدةٍ على العدسةِ العينية المُدرجةِ تساوي 2.67µm، اِحسبِ العرضَ الفعليَّ لخليةِ البصل الواحدة.



16. تموتُ المواشي إذا أكلتْ عُشبةً سامَّةً. علمًا أن المادةَ الكيميائيةَ التي تحتوي عليها هذه العشبةُ سامَّةٌ للنباتاتِ أيضاً. فكيف تحمي هذه الأعشابُ نفسَها من التَّسَمُّمِ؟