



العلوم العامة

كتاب الطالب

المستوى العاشر

GENERAL SCIENCE
STUDENT BOOK

GRADE

10

الفصل الدراسي الأول
FIRST SEMESTER



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

النشيد الوطني

قَسَمًا بِمَنْ رَفَعَ السَّمَاءَ	قَسَمًا بِمَنْ نَشَرَ الضِّيَاءَ
قَطْرُ سَتَبْقَى حُرَّةً	تَسْمُو بِرُوحِ الْأَوْفِيَاءِ
سِيرُوا عَلَى نَهْجِ الْأُلَى	وَعَلَى ضِيَاءِ الْأَنْبِيَاءِ
قَطْرُ بَقْلِي سِيرَةً	عِزُّ وَأَمْجَادُ الْإِبَاءِ
قَطْرُ الرِّجَالِ الْأَوَّلِينَ	حُمَاتُنَا يَوْمَ النِّدَاءِ
وَحَمَائِمُ يَوْمِ السَّلَامِ	جَوَائِحُ يَوْمِ الْفِدَاءِ



وزارة التربية والتعليم والتعليم العالي
Ministry of Education and Higher Education
دولة قطر • State of Qatar

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 لله ربِّ العالمين، والصلاة والسلامُ على أشرفِ الأنبياء والمرسلين، سيدنا محمدٍ وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد..

أبناءنا الطلبة:

تسعى دولة قطر من خلال رؤية 2030، واستنادًا إلى «الإطار العام للمنهج التعليمي الوطني لدولة قطر»، إلى تطوير نظامها التعليمي، وإعداد مناهج وطنية ملتزمة بمعايير الجودة العالمية، بغية بناء الإنسان وإعدادِه إعدادًا سليمًا، وتسليحه بالمعرفة والقيم والمهارات والاتجاهات التي تؤهله لمواكبة التطورات العالمية في المجالات كافة، حتى أصبحت دولة قطر تنافس الدول المتقدمة في مجال التعليم والمجالات الأخرى.

ويُعَدُّ الكتاب المدرسيُّ مصدرًا رئيسًا من مصادر المعرفة، وأحد الركائز المهمة في العملية التعليمية، جاء حصيلةً لمزيجٍ مُتجانسٍ من الخبرات المعرفية والثقافية والاجتماعية والفنية، وضعت من قبل خبراء متخصصين، فالكتاب وسيلةٌ منظّمة من وسائل التعليم، وهو أداة من أدوات التوجيه التربوي، والأساس الذي يستعين به المعلم في إعداد دروسه.

لقد تمَّ تأليفُ هذا الكتاب الذي يستهدفُ طلبة المستوى العاشر في مدرسة قطر للعلوم المصرفية وإدارة الأعمال، ويتوافق مع قدراتهم؛ بحيث تتدرج المعلومات فيه تدرجًا منطقيًا، ويهدف إلى رفع مستوى كفاءة الطلبة وخبراتهم، وإثارة دافعيتهم وتفاعُلهم مع زملائهم ومعلمهم؛ لاكتساب المعلومات والمهارات والكفايات، من خلال الأنشطة الصفية واللاصفية.

يحقق محتوى الكتاب تنمية مهارات التفكير والبحث العلمي والاستقصاء بنوعيه؛ الموجّه والمفتوح، وحلّ المشكلات. ويتضمّن كلُّ درسٍ أنشطةً عمليةً متنوعةً، وأسئلةً تقويميّة تمهيدية وتكوينية وختامية؛ حيثُ تجدُ في مقدّمة كلِّ درسٍ أسئلةً تمهيديةً لتحديد معرفة الطلبة وخبراتهم السابقة، وأسئلةً في نهاية كلِّ فقرة تحت عنوان «إختبر نفسك» تقيسُ ما تمَّ تعلُّمه، ثمَّ تقويميًا خاصًا بكلِّ درسٍ، وفي نهاية كلِّ وحدة. كما يشتملُ الكتابُ على رسومٍ وأشكالٍ توضيحيةٍ تحقّقُ مهارة قراءة الأشكال والرسوم البيانية. ونحن إذ نضع بين يدي الطالب هذا الكتاب، لندعوه إلى التفاعل الإيجابي مع محتواه وأنشطته المختلفة؛ لتحقيق الهدف المنشود منه.

ونسأل الله عزَّ وجلَّ للجميع التوفيق والسداد،،،

الفهرس

وحدة الفيزياء

	الدرس الأول:	10
International System of Units	1-1 النظام الدولي للوحدات (SI)	
	الدرس الثاني:	24
Vector Quantities	2-1 الكميات المتجهة	
	الدرس الثالث:	52
Thermal Energy and Temperature	3-1 الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة	

وحدة الكيمياء

	الدرس الأول:	82
Periodic Table Of Elements	1-2 الجدول الدوري للعناصر	
	الدرس الثاني:	98
Electronic configuration and Classification of Elements	2-2 التركيب الإلكتروني وتصنيف العناصر	
	الدرس الثالث:	106
Trend in properties of elements	3-2 تدرج خواص العناصر	
	الدرس الرابع:	125
Chemical reactivity of elements	4-2 النشاط الكيميائي للعناصر	

وحدة الأحياء

	الدرس الأول:	160
Cell Discovery And Cell Theory	1-3 اكتشاف الخلية ونظريتها	
	الدرس الثاني:	170
Technology In Cell Biology	2-3 التقنية في بيولوجيا الخلية	
	الدرس الثالث:	182
Cell Ultrastructure	3-3 التركيب الدقيق للخلية	

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

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



P1001
P1006



وحدة الفيزياء

محتويات الوحدة:

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

الدرس الأول:

2-1 الكميات المتجهة
Vector Quantities

الدرس الثاني:

3-1 الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة

الدرس الثالث:

Thermal Energy and Temperature

النظام الدولي للوحدات (SI) International System of Units

الدَّرْسُ الأوَّلُ 1-1

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 خارجاً عن السيطرة، إلا أن الحقيقة انه خطأ المهندسين في القيام بتحويل

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؟

المُفْرَدَاتُ الرَّئِيسَةُ



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

التَّجَارِبُ وَالْأَنْشِطَةُ

1-1 حادثة تَحَطُّمِ المركبة الفضائية على سطح المريخ.

2-1 قياس الكميات الفيزيائية واشتقاق وحداتها.

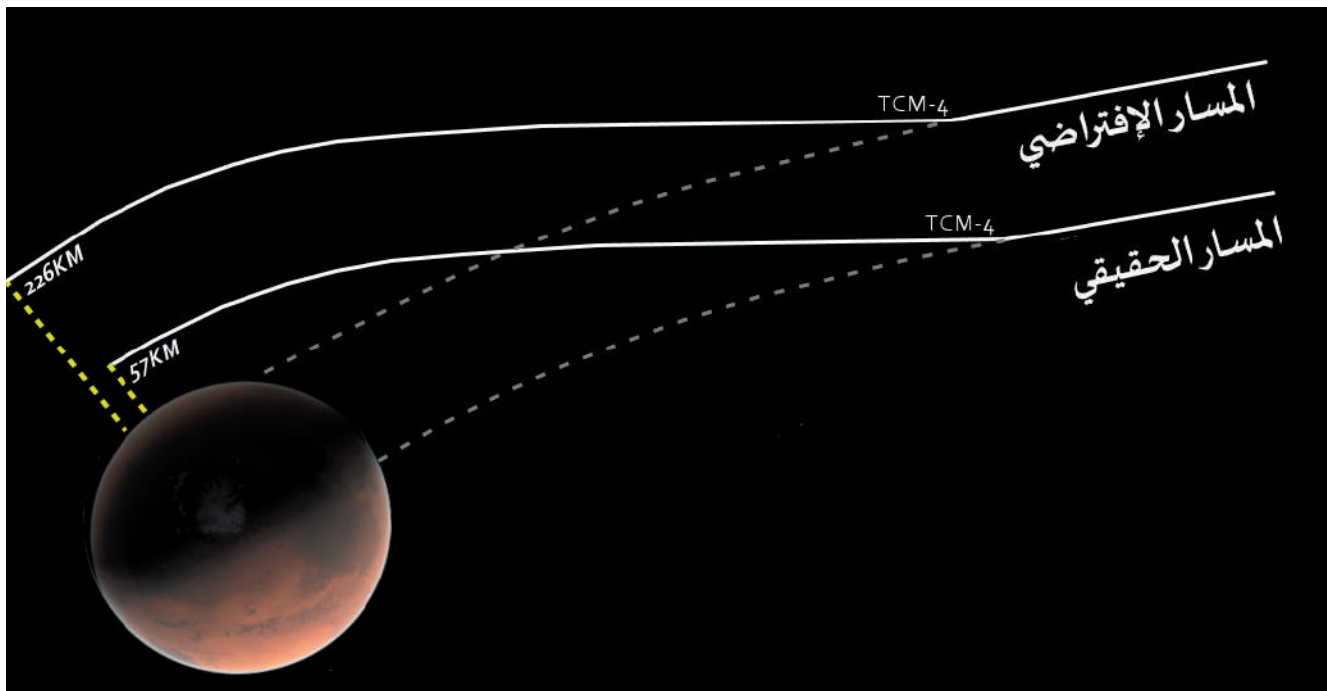
مُخْرَجَاتُ التَّعَلُّمِ

يُتَوَقَّعُ في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادراً 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.



حادثة تحطم المركبة الفضائية على سطح المريخ.



الشكل 1-1: مساري المركبة الافتراضي والحقيقي

ضمن مجموعة صغيرة. إبحث في مصادر المعرفة المتاحة عن حادثة تحطم المركبة الفضائية التابعة لوكالة ناسا NASA عام 1999 على سطح المريخ نتيجة خطأ متعلق باستخدام أنظمة قياس مختلفة، ثم ناقش زملائك في كيفية حدوث ذلك. الصورة في الشكل (1-1) ربما تساعدك في فهم الحادثة.

التحليل :

1. ما أثر استخدام أكثر من نظام للقياس في عملية إطلاق المركبة؟
2. كم تبلغ المسافة بين المسار الافتراضي (المخطط له) والمسار الحقيقي للمركبة الذي أدى إلى تحطمها؟
3. كيف أدى اختلاف مسار المركبة إلى تحطمها؟

القياس Measurement

نستخدم في حياتنا اليومية العديد من الأجهزة والأدوات لقياس كميات فيزيائية مختلفة، فنستخدم المسطرة لقياس الطول، والساعة لقياس الزمن، وميزان الحرارة لقياس درجة الحرارة، والميزان الإلكتروني لقياس الكتلة في المحلات التجارية، أما المستشفيات فتحتوي العديد من أجهزة القياس مثل أجهزة قياس الضغط والسكري والنظر وفحص الدم والبول وجهاز فحص هشاشة العظام وغيرها.

عند إجراء أي عملية قياس لكمية ما؛ فإننا نستخدم رقماً ووحدة مناسبة؛ فمثلاً نقول: كتلة الحقيبة المدرسية 5kg فالرقم 5 يُمثل مقدار الكتلة (الكمية) والرمز kg يُمثل وحدة قياس الكتلة بالكيلوجرام، وتمثل الكيلوجرام هنا الوحدة المعيارية لقياس الكتلة، وتُعرف الوحدة المعيارية standard unit بشكل عام بأنها الوحدة التي تم اعتمادها دولياً كمعيار للقياس. فنحن نقارن هنا كتلة الحقيبة مع كتلة 1kg: كتلة الحقيبة خمسة أضعاف كتلة الكيلوجرام الواحد، وهنا يجب التأكيد على أهمية تحديد وحدة للقياس؛ فلا معنى لقولنا إن المسافة بين العاصمة الدوحة ومدينة دُخان تساوي 55 دون ذكر وحدة القياس؛ لأن 55 كيلومتر تختلف عن 55 ميل رغم أنها كلها وحدات طول.

يُعرف القياس measurement بأنه عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى معيارية مُتفق عليها من النوع نفسه (تُسمى وحدة القياس) بهدف معرفة عدد مرات احتواء الكمية المجهولة على الكمية المعيارية. ويتم ذلك باستخدام أداة ملائمة، ويُعبّر عن الكمية المقاسة برقم متبوع بوحدة قياس مناسبة.

مثال 1

عبّر عن كتلة الجفنة في الشكل (2-1) بالطريقة الصحيحة.

الحل

كتلة الجفنة = 128.93 g



الشكل 1-3: عداد السرعة في السيارة



الشكل 2-1: ميزان إلكتروني لقياس كتلة الجفنة

كم تبلغ سرعة السيارة في الشكل (3-1) ؟



اختبر نفسك

النظام الدولي للوحدات (SI) International System of Units



الشكل 1-4: الوحدة المعيارية للكيلوجرام

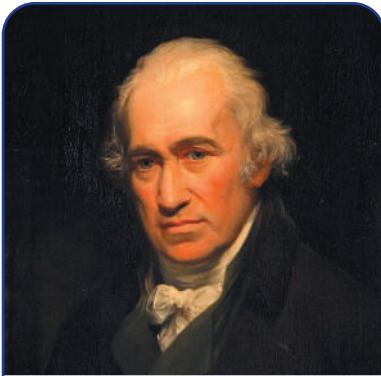
استخدمت دول كثيرة منذ مئات السنين أنظمة مختلفة للقياس، أبرزها النظام البريطاني (قدم- باوند- ثانية) والنظام المتري (متر- كيلوجرام- ثانية) والنظام الفرنسي (سنتيمتر- جرام- ثانية)؛ وأدى ذلك إلى ظهور صعوبات كثيرة في التعامل وتبادل البيانات والمعلومات، من أجل ذلك، وفي مؤتمر دولي للأوزان والمقاييس عام 1961 تم اعتماد نظام موحد للقياس سمي النظام الدولي للوحدات (SI units) تستخدمه جميع الدول، ويشتمل هذا النظام الدولي حاليًا على سبع وحدات أساسية fundamental units لقياس سبع كميات فيزيائية أساسية fundamental quantities موضحة في الجدول (1-1) وذلك اعتمادًا على وحدات معيارية ثابتة لا تتغير لكل من الطول والكتلة، محفوظة بالمكتب الدولي للأوزان والمقاييس في باريس، كما تم اعتماد تعريف محدد لكل من (الثانية- والأمبير- والكلفن- والمول- والشمعة).

وقد تم إعادة تعريف الوحدات الأساسية عدة مرات للوصول إلى تعريفات أكثر دقة وثباتًا، فمثلاً، كان هناك اعتماد قديم، منذ عام 1790 للوحدة المعيارية للكيلوجرام على أنها « كتلة أسطوانة من البلاتين-الإيريديوم محفوظة في وعاء زجاجي خاص في المكتب الدولي» كما هو موضح في الشكل (1-4). ومنذ ذلك التاريخ والعلماء يبحثون عن تعريف جديد لها لا يعتمد على مجسم مادي قابل للتغير ولو بمقدار ضئيل جدًا- ينتج عن ذرات من الغبار أو عملية التنظيف - حتى عام 2018 حيث اتفقت الدول الأعضاء في المكتب الدولي للأوزان والمقاييس، وعددها نحو 60 دولة -من بينها دولة قطر- على إعادة تعريف الكيلوجرام على أساس قيمة ضئيلة، لكنها لا تتغير تُسمى (ثابت بلانك، ورمزها h) ومقدار هذا الثابت يساوي $6.62607015 \times 10^{-34}$ j.s والذي يمكن التعبير عنه بوحدة $kg.m^2/s$ وبما أن كلاً من الكيلوجرام (kg) والمتر (m) والثانية (s) معروفة في النظام الدولي للوحدات، ومن معرفة قيمة (ثابت بلانك h) تمكن العلماء من التوصل لتعريف دقيق وثابت للكيلوجرام. وصوّت العلماء أيضاً لتحديث تعريفات الوحدات (أمبير، كلفن، مول) على أن يبدأ العمل بالتعريفات الجديدة بتاريخ 20 مايو 2019.

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

جدول 1-1: الكميات الأساسية ووحدات قياسها في النظام الدولي للوحدات

أما الكميات المشتقة derived quantities وهي الكميات التي يُمكن اشتقاقها من الكميات الأساسية، مثل: السرعة والتسارع والقوة والحجم وغيرها، فيمكن اشتقاق وحدات خاصة بها، تُسمّى وحدات مشتقة derived units وهي الوحدات التي يُمكن اشتقاقها من الوحدات الأساسية.



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.

تستخدم وحدات شائعة للاستعمال التجاري والمحلي ولكنها ليست وحدات أساسية أو مشتقة، مثل: (وحدة الدقيقة لقياس الزمن (min = 60 s) ووحدة اللتر لقياس الحجم ($l = 1000 \text{ cm}^3$) ووحدة الطن لقياس الكتلة ($\text{ton} = 1000 \text{ kg}$). كما أن هناك وحدات سُمّيت بأسماء بعض العلماء تكريمًا لجهودهم، مثل: وحدة قياس القدرة الكهربائية الواط (W) watt نسبة للعالم البريطاني جيمس واط، ووحدة قياس الضغط (Pa) pascal نسبة للعالم الفرنسي بليزباسكال، ووحدة قياس الجهد الكهربائي الفولت (V) Volt نسبة للعالم الإيطالي أليساندرا فولتا، وغيرها.

مثال 2

اشتقّ الوحدة التي تُقاسُ بها الكميات الفيزيائية الآتية معتمدًا على وحدات النظام الدولي:

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

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

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

الحل

سنستخدم العلاقات الرياضية لتلك الكميات لاشتقاق وحداتها على النحو الآتي:

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

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

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

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

c. $V = L . w . h$

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

1 - اشتقّ وحدة قياس كلٍّ من الكميات الفيزيائية الآتية بحسب النظام الدولي للوحدات:

-a القوة F علمًا بأن $F = ma$ حيث m : الكتلة ، a : التسارع

-b المقاومة الكهربائية (R) علمًا بأن $V = IR$ حيث V : فرق الجهد الكهربائي ووحدته فولت،
 I : شدة التيار الكهربائي .

2- صنّف الكميات الفيزيائية الآتية إلى أساسية ومشتقة:

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



اختبر نفسك

بادئات النظام الدولي للوحدات SI Prefixes

برزت مشكلة في استخدام بعض وحدات النظام الدولي لقياس الكميات الصغيرة جدًا أو الكبيرة جدًا مثل: المسافة بين الشمس والأرض التي تساوي 150000000000 m ؛ لذلك تم اللجوء لاستخدام بادئات Prefixes النظام الدولي للوحدات كما هو موضح في الجدول (2-1) التي تعتمد على استخدام أس مناسب للرقم 10 - وهذه من أبرز إيجابيات هذا النظام _ حيث أصبحت وحدة قياس تلك الكميات أفضل وأسهل لفظًا وكتابةً، إضافةً إلى سهولة التحويل من بادئة لأخرى بالضرب أو القسمة على الرقم (عشرة) مرفوعًا إلى أس ملائم، فمثلاً: بدلاً من كتابة قطر الأرض 12600000 m نكتبها 12.6 Mm، كذلك طول موجة الضوء الأحمر 0.0000007m نكتبها 0.7μm .

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

جدول 2-1 : أهم بادئات النظام الدولي للوحدات

- **ملاحظة:** عند قراءة رمز البادئة والوحدة في القياس تُقرأ لفظاً بأسمائها وليس رمزاً فمثلاً 5μm تُقرأ 5 ميكرومتر.

مثال 3



عَبِّرْ عن وحدات قياس الكميات الفيزيائية الآتية بِحَسَبِ ما يُقَابَلُها:

- a. $400 \text{ mm} = \dots\dots\dots \text{ m}$
 b. $6000 \text{ V} = \dots\dots\dots \text{ MV}$
 c. $5.6 \times 10^4 \text{ kg} = \dots\dots\dots \text{ mg}$

الحل

باستخدام جدول البادئات $k = 10^3$, $M = 10^6$, $m = 10^{-3}$

- a. $400 \text{ mm} = 400 \times 10^{-3} \text{ m}$
 b. $6000 \text{ V} = 6000 \text{ V} \times \frac{1 \text{ MV}}{10^6 \text{ V}} = 6000 \times 10^{-6} \text{ MV} = 6 \times 10^{-3} \text{ MV}$
 c. $5.6 \times 10^4 \text{ kg} = 5.6 \times 10^4 \times 10^3 \text{ g} = 5.6 \times 10^7 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mg}}{10^{-3} \text{ g}} = 5.6 \times 10^{10} \text{ mg}$

مثال 4

تيار كهربائي (I) مقداره 8 mA ، عَبِّرْ عنه باستخدام البادئات الآتية:

- a- μA b- MA c- kA

الحل

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

- a. $I = 8 \text{ mA} = 8 \times 10^{-3} \text{ A}$
 $= 8 \times 10^{-3} \text{ A} \times \frac{1 \mu\text{A}}{10^{-6} \text{ A}} = 8 \times 10^3 \times \mu\text{A}$
 b. $I = 8 \text{ mA} = 8 \times 10^{-3} \text{ A}$
 $= 8 \times 10^{-3} \text{ A} \times \frac{1 \text{ MA}}{10^6 \text{ A}} = 8 \times 10^{-9} \text{ MA}$
 c. $I = 8 \text{ mA} = 8 \times 10^{-3} \text{ A}$
 $= 8 \times 10^{-3} \text{ A} \times \frac{1 \text{ kA}}{10^3 \text{ A}} = 8 \times 10^{-6} \text{ kA}$

مثال 5

سيارة تسير بسرعة 90 km/h ، عَبِّرْ عن سرعتها بوحدة m/s .

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

الحل



اختبر نفسك

1. عَيِّرْ عن وحدات قياس الكميات الفيزيائية الآتية بِحَسَبِ ما يقابلها:

b. $5820 \text{ kg} = \dots\dots\dots \text{g}$

c. $24 \times 10^5 \text{ Hz} = \dots\dots\dots \text{MHz}$

d. $5.4 \text{ s} = \dots\dots\dots \mu\text{s}$

e. $2 \times 10^{-5} \text{ J} = \dots\dots\dots \text{kJ}$

2. إذا علمت أن كثافة الزيت النباتي (850 kg/m^3)، احسب كثافته بوحدة g/cm^3

الصيغة القياسية Standard form

تظهر أحيانا قياسات تحتوي أرقامًا كثيرة جدًا يصعب كتابتها أو لفظها أو التعامل معها مثل: سرعة الضوء 3000000000 m/s وطول موجة أشعة جاما 0.00000000002 m وبعض القياسات يصعب التعامل معها حتى باستخدام بادئات النظام الدولي مثل: كتلة الشمس وشحنة الإلكترون، وبالتالي نلجأ لاستخدام الصيغة القياسية العلمية Standard form ؛ وذلك بكتابة تلك الأرقام على الصيغة الآتية: $N \times 10^n$ حيث إن الرمز N عدد أقل من 10 وأكبر من أو يساوي 1، $1 \leq N < 10$ والرمز n يمثل الأس (عددًا صحيحًا)، وهذا يُسهِّل علينا كتابة تلك الأرقام والتعامل معها في العمليات الحسابية، وبالتالي يُمكن كتابة سرعة الضوء بالصيغة القياسية على الشكل $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ وطول موجة أشعة جاما $2 \times 10^{-11} \text{ m}$. ومن الأمثلة الأخرى على استخدام الصيغة القياسية كتلة الشمس $1.989 \times 10^{30} \text{ kg}$ وشحنة الإلكترون $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$.



اختبر نفسك

عَيِّرْ عن الكميات الفيزيائية الآتية بالصيغة القياسية؟

a. قُطْرُ كوكب المريخ 6779000 m

b. نصف قُطْرِ ذَرَّةِ الهيدروجين 0.000000000053 m

c. شِدَّةُ التيار الكهربائي الذي يَشْعُرُ به الإنسان 0.4 mA

• ملاحظة: راجع الأرقام التي تعاملت معها في هذا الدرس وأعد كتابتها بالصيغة القياسية.

نشاط 2-1



قياس الكميات الفيزيائية واشتقاق وحداتها

الأهداف:

- يَشْتَقُّ وحدات كميات فيزيائية.
- يحسب الكميات المشتقة عمليا.
- يَكْتُبُ النتائج مُستخدماً وحدات النظام الدولي وبادئاته والصيغة القياسية.

الأدوات:

مُجَسِّمٌ متوازي مستطيلات، مسطرة مدرجة بتدريج 30 cm ، ميزان (يُفَضَّلُ إلكتروني) مدرج بوحدة g.

الخطوات:

- اِشْتَقَّ وحدة قياس كُلٍّ من: (المساحة، الحجم، الكثافة) وذلك بالتعاون مع زملائك في المجموعة.
 - أكمل البيانات في الجزء المُظَلَّل من الجدول والمتعلقة باشتقاق الوحدات.
 - قِسْ أبعاداً مُجَسِّمٍ متوازي المستطيلات باستخدام المسطرة بوحدة (cm) وقِسْ كتلة المُجَسِّم باستخدام الميزان بوحدة (g) ثم سجلها على دفترتك.
 - احسب مساحة أحد أوجه المُجَسِّم ، وحجم المُجَسِّم وكثافة مادة المُجَسِّم ثم سجّل مقدار هذه الكميات في الجدول.
 - اكتب الكميات التي تمّ حسابها بالصيغة القياسية. ثم تبادّل نتائجك مع زملائك في المجموعات الأخرى.
- الطول = العرض = الارتفاع = الكتلة =

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

التحليل:

1. ما الوحدات الأساسية التي استخدمتها في اشتقاق الوحدات المشتقة؟
2. هل يوجد اختلاف في النتائج بين المجموعات؟ ما سبب الاختلاف - إن وُجد - برأيك؟

تحليل الوحدات Units analysis

عند كتابة علاقة رياضية لحل مسألة ما، ربما نكون غير متأكدين من صحة تلك العلاقة؛ لذا نلجأ إلى استخدام تحليل الوحدات units analysis وهي عملية التحقق من العلاقات بين الكميات الفيزيائية بتحديد وحداتها؛ أي أننا نتعامل مع الوحدات باعتبارها كميات جبرية فيمكن جمع وطرح الكميات الفيزيائية بشرط أن يكون لها الوحدات نفسها.

ولإثبات صحة أي علاقة يجب أن تكون وحدات الطرف الأيمن منها هي نفسها وحدات الطرف 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/s²)

عند تعويض وحدات القياس لطرفي المعادلة، نعتبر 2π عددًا ليس له وحدة

تكون وحدات الطرف الأيسر: S

$$\sqrt{\frac{m}{(m/s^2)}} = \sqrt{s^2} = s$$

وتكون وحدات الطرف الأيمن:

نلاحظ أن وحدات قياس الطرف الأيمن تساوي وحدات قياس الطرف الأيسر، إذا فالمعادلة صحيحة.

حدد ما إذا كانت العلاقة الآتية صحيحة من حيث وحدات القياس أم لا.

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



اختبر نفسك

- **ملاحظة:** تساوي وحدات القياس على طرفي المعادلة لا يضمن صحتها، ولكن اختلاف الوحدات على طرفي المعادلة يعني أن المعادلة غير صحيحة.

الأفكار الرئيسية:

- القياس: عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى معيارية متفق عليها من النوع نفسه (تُسمى وحدة القياس) لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.
- الكميات الفيزيائية تُصنّف إلى نوعين: الكميات الأساسية والكميات المشتقة (التي تُشتق من الكميات الأساسية).
- النظام الدولي للوحدات (SI): نظام موحد للقياس تستخدمه الدول جميعها، ويشتمل على سبع وحدات قياس أساسية لسبع كميات فيزيائية أساسية.
- الوحدات المشتقة هي: الوحدات التي يتم اشتقاقها اعتمادًا على الوحدات الأساسية.
- تُستخدم بادئات النظام الدولي للتعامل مع وحدات قياس الكميات الصغيرة جدًا والكبيرة جدًا.
- تُستخدم الصيغة القياسية $N \times 10^n$ ، لتسهيل التعامل مع الأرقام الكبيرة جدًا والصغيرة جدًا والتي يصعب أحيانًا كتابتها أو قراءتها أو لفظها، حتى باستخدام بادئات النظام الدولي.
- تحليل الوحدات: عملية التحقق من العلاقات بين الكميات الفيزيائية بتحديد وحداتها.

تقويم الدرس الأول



1. اختر الإجابة الصحيحة في كلٍ مما يأتي:

3. ما الوحدة الأساسية لقياس درجة الحرارة في النظام الدولي للوحدات؟

a. Kelvin (K)

b. Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

c. mole (mol)

d. Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)

2. إذا علمت أن الشغل W يُعطى بالعلاقة $(W = F.d)$ حيث وحدة F هي: kg.m/s^2 ، فما هي وحدة

قياس الشغل؟

a. ($\text{kg.m}^2/\text{s}$)

b. ($\text{kg/m}^2.\text{s}^2$)

c. (kg.m/s)

d. ($\text{kg.m}^2/\text{s}^2$)

3. ما الصيغة القياسية لمتوسط بُعد الأرض عن القمر (384400000 m) ؟

a. ($3844 \times 10^5 \text{ m}$)

b. ($3.844 \times 10^{-8} \text{ m}$)

c. ($3.844 \times 10^8 \text{ m}$)

d. ($3.844 \times 10^{-5} \text{ m}$)

تابع تقويم الدرس الأول

2. وَضِّحِ المقصودَ بالمفاهيم الآتية: (القياس، الكمية المشتقة، النظام الدولي للوحدات).
3. ما الفرق بين الوحدات الأساسية والوحدات المشتقة؟
4.  حَوِّلِ الكميات الآتية إلى الوحدة المُقابلة؟
 - a. $5 \mu\text{m} = \dots\dots\dots \text{nm}$
 - b. $72 \text{ km/h} = \dots\dots\dots \text{m/s}$
 - c. $12 \text{ kHz} = \dots\dots\dots \text{MHz}$
5.  ما وحدة قياس الثابت k في قانون كولوم $F = \frac{k q_1 q_2}{d^2}$ ؟ حيث F : القوة ووحدتها نيوتن (N) ، q : الشحنة ووحدتها كولوم (C) ، d : المسافة ووحدتها (m).
6.  علِّل: يبحث العلماء عن المعيار (الوحدة المعيارية) الأكثر دقة وثباتاً للكميات الفيزيائية؟
7.  مركبة مكتوب عليها الحمولة القصوى 1.5 ton ، أراد تاجر تحميل عبوات بلاستيكية تحتوي كل عبوة 1.6 l من الزيت، إذا علمت أن كثافة الزيت 0.8 g/cm^3 ، كيف تُساعد التاجر في حساب العدد الأقصى للعبوات الممكن تحميلها في المركبة بأمان؟ (تجاهل كتلة العبوات الفارغة).
8. حدّد ما إذا كانت العلاقة الآتية صحيحة من حيث وحدات القياس أم لا.

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$
 حيث a : التسارع d : الإزاحة v : السرعة.

الكميات المتجهة Vector Quantities

الدرس الثاني 2-1

P1003



المفردات الرئيسية



Vector quantities

الكميات المتجهة

Scalar quantities

الكميات القياسية

Vector analysis

تحليل المتجه

Resultant vector

متجه المحصلة

التجارب والأنشطة

3-1 تصنيف الكميات الفيزيائية إلى متجهة وقياسية.

4-1 محصلة قوتين في مستوى واحد.

5-1 أثر اتجاه القوة في المقدرة على تحريك الأجسام.

مخرجات التعلم

يتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

يوضح الفرق بين الكميات القياسية والمتجهة (المتجهات)،
ويحلل المتجهات، ويحسب المحصلة في مَوَاقِفَ حقيقية.

نشاط 3-1



تصنيف الكميات الفيزيائية

الأهداف:

- يقيس عملياً بعض الكميات الفيزيائية.
- يستخرج الكميات الأخرى من الشكل.
- يميز الكميات الفيزيائية التي وُصفت وصفاً كاملاً عن غيرها.

الأدوات:

- ميزان حرارة. - ميزان لقياس الكتلة - مقياس القوة الإلكتروني (أو الميزان الزنبركي) - مسطرة 30 cm - مقياس متري كرة قدم.

الخطوات:

بالتعاون مع أفراد مجموعتك نفذ الخطوات الآتية:

1. قس الكميات الفيزيائية في الجدول أدناه وسجل النتائج.
2. استخدم المعلومات في الخريطة للإجابة عن السؤالين الثاني والثالث وسجل النتيجة في الجدول.

الرقم	الكمية الفيزيائية	النتيجة
1	درجة حرارة الغرفة	
2	موقع مدينة الخور عن العاصمة الدوحة	
3	سرعة الرياح على الخريطة.	
4	كتلة كرة القدم.	
5	مساحة سطح المكتب.	
6	أقل قوة تلزم لتحريك حقيبتك المدرسية على سطح المكتب شمالاً.	

التحليل:

1. أي الكميات وُصفت وصفاً كاملاً ودقيقاً؟
2. ما المعلومة اللازم إضافتها لبعض الكميات الأخرى لكي يكون وصفها كاملاً ودقيقاً؟ ما المستفاد من إضافة تلك المعلومة؟

الكميات القياسية والكميات المتجهة Scalars and Vectors

نَتعاملُ بشكلٍ دائمٍ مع العديدِ من الكمياتِ الفيزيائيةِ في عالمنا الطبيعي، ودرستَ سابقًا أنَّ الكمياتِ الفيزيائيةَ تندرجُ تحت نوعينِ رئيسيينِ هما: الكمياتُ الأساسيةُ مثل: الكتلةُ، والزمنُ والطولُ، والكمياتُ المشتقةُ مثل: القوةُ، والسرعةُ والتسارعُ. وتعاملنا في القياسِ مع هذين النوعينِ بطريقةٍ واحدةٍ، فكنا نُعبّرُ عن أيٍّ منهما برقمٍ ووحدةٍ مناسبينِ، فنقولُ مثلاً: كتلةُ الحقيبةِ 5 kg وتسارعُ السيارةِ 4 m/s^2 ولكن هل يتطلّبُ التعبيرُ عن كلا الكميتينِ تحديدَ الاتجاهِ أيضاً؟

لا شك أنك لاحظتَ من النشاطِ السابق (3-1) أن هناك كمياتٍ فيزيائيةً يكفي تحديدُ مقدارها فقط لوصفها وصفاً كاملاً دقيقاً، وهناك كمياتٌ أخرى يلزمُ تحديدُ مقدارها واتجاهها معاً. وبشكلٍ عامٍ تُقسمُ الكمياتُ الفيزيائيةُ إلى قسمينِ رئيسيينِ، هما:

a- الكمياتُ القياسية Scalar quantities:

هي الكمياتُ التي تُحدّدُ بالمقدارِ فقط وليس لها اتجاهٌ. ففي النشاطِ (3-1)، يكفي أن نقولَ: إن درجةَ حرارةِ الغرفةِ 25°C ، وكتلةُ كرةِ القدمِ 420 g. هذه الكمياتُ وكمياتٌ أخرى مثل: الحجمُ، والزمنُ، والطاقةُ وغيرها تُسمّى كمياتٍ قياسيةً.

b- الكمياتُ المتجهة Vector quantities:

هي الكمياتُ التي تُحدّدُ بالمقدارِ والاتجاهِ معاً، فمثلاً الرجلُ في الشكلِ (5-1) يُؤثرُ بقوةٍ في صندوقٍ خشبيّ باتجاهِ اليمينِ، وبالتالي نستطيعُ وصفَ حركةِ الصندوقِ أو تحديدَ اتجاهِ حركتهِ الناتجةِ من تأثيرِ هذه القوةِ. وللاعبُ كرةِ القدمِ يركُلُ الكرةَ بقدمةٍ لتنطلقَ بسرعةٍ معينةٍ واتجاهٍ مُحدّدٍ كي يُسجّلَ هدفاً في المرمى، وهكذا بالنسبةِ للكمياتِ المتجهةِ الأخرى مثل: الإزاحةُ، والسرعةُ المتجهةُ، والتسارعُ، والقوةُ، والمجالُ الكهربائيُّ والمجالُ المغناطيسيُّ وغيرها.



شكل 5-1: رجلٌ يؤثرُ بقوةٍ في صندوقٍ خشبيّ

صَنَّفِ الكميات الفيزيائية في الجدول الآتي إلى مُتَجِهَةٍ وقياسية:

الكمية الفيزيائية	كمية مُتَجِهَةٍ / كمية قياسية
50 m	
30 m/s، شرقًا	
25 K	
1500 N، شمالاً	

مثال 6

الحل

50 m: كمية قياسية، لأنها حُدِدَتْ بمقدارٍ فقط وهي تُمثلُ المسافة.
 30 m/s، شرقًا: كمية مُتَجِهَةٍ، لأنها حُدِدَتْ بمقدارٍ واتجاهٍ وهي تُمثلُ السرعة المُتَجِهَةَ.
 25 K: كمية قياسية، لأنها حُدِدَتْ بمقدارٍ فقط وهي تُمثلُ درجة الحرارة بالكلفن.
 1500 N، شمالاً: كمية مُتَجِهَةٍ، لأنها حُدِدَتْ بمقدارٍ واتجاهٍ وهي تُمثلُ القوة.

وللتمييز بين الكمية القياسية والكمية المُتَجِهَةِ بالرموز، هناك أكثر من طريقة، منها:

a. وَضَعُ سَهْمٍ فوق رمز الكمية المُتَجِهَةِ مثل: ($\vec{a}$ ، $\vec{F}$) لتمييز مُتَجِهَي القوة والتَّسَارُعِ أما مقدار المُتَجِهَةِ فنأخذ القيمة المطلقة للمُتَجِهَةِ مثل: $|\vec{a}|$ ، $|\vec{F}|$

b. كتابة رمز الكمية المُتَجِهَةِ بالخطِّ العريض (Bold)، مثل: $\mathbf{a}$ ، $\mathbf{F}$ لتمييز مُتَجِهَي القوة والتَّسَارُعِ وكتابتها بالخطِّ العادي للدلالة على مقدار المُتَجِهَةِ مثل: a ، F وسنستخدم هذه الطريقة في كتابتنا هذا.

تمثيل الكمية المُتَجِهَةِ بيانياً

التَّمثيلُ البيانيُّ للكميات الفيزيائية المُتَجِهَةِ مهمٌّ وسهلٌ للغاية، وتكمن أهميته في سرعة وسهولة التعامل مع الكميات الفيزيائية المُتَجِهَةِ مثل: النشرات الجوية وسرعة الرياح وأبراج المراقبة وغيرها، كذلك يُمكنُ باستخدام التمثيل البيانيِّ إيجادُ مُحصلةِ عدة مُتَجِهَاتٍ وإجراء عمليات الطرح والجمع للمُتَجِهَاتِ.

ولتمثيل كمية مُتَجِهَةٍ بيانياً، نختار مقياسَ رَسْمٍ مناسبٍ لتلك الكمية المُتَجِهَةِ ثم نرسم سَهْمًا، طول السهم يدلُّ على مقدار الكمية المُتَجِهَةِ، واتجاه السهم يُمثلُ اتجاه الكمية المُتَجِهَةِ.

ويُمكنُ استخدامُ المستوى الإحداثي (xy) لتمثيل مُتَجِهٍ ما بيانياً على النحو الآتي:

1. تحديد نقطة إسناد، مثل: النقطة (0,0) وهي نقطة الأصل بالنسبة للمستوى الإحداثي (xy).
2. تحديد طول المتجه (طول السهم) باستخدام مقياس رسم مناسب.
3. تحديد الاتجاه إما جغرافيًا باستخدام الجهات الأربع (شمال، جنوب، شرق، غرب)، أو باستخدام محور (x) الموجب مرجعًا.

مثال 7

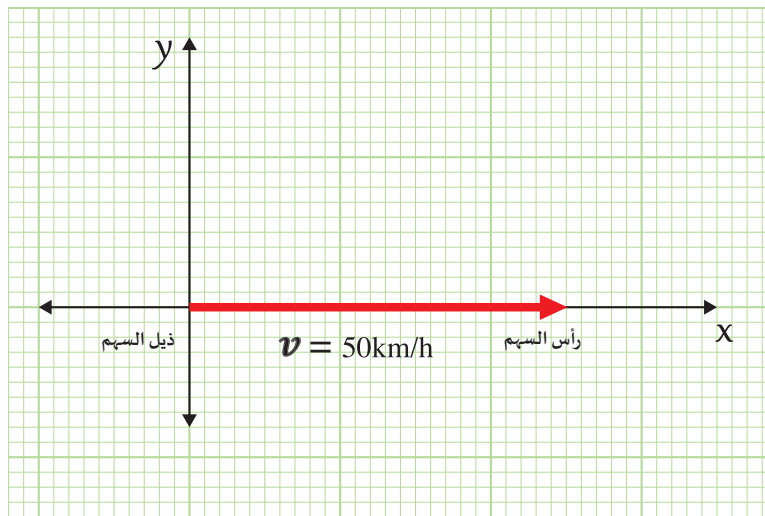
مثّل بيانياً متجه السرعة لسيارة تتحرك بسرعة 50 km/h باتجاه الشرق؟

نُحدِّدُ نقطة إسنادٍ مثلاً 0,0 ثم نختارُ مقياسَ رَسْمٍ مناسبٍ وليكن 1 cm:10 km/h أي أنّ كلَّ 1 cm على الورقة يُمثّلُ 10 km/h في الواقع، ثم نحسبُ طولَ السهم من العلاقة:

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

وبالتالي نرسمُ سهمًا طوله 5 cm، له نقطة بداية (ذيل السهم) عند النقطة (0,0) ونقطة نهاية (رأس السهم) بحيث يكون اتجاه السهم باتجاه محور (x) الموجب، كما في الشكل (2-2).

الحل



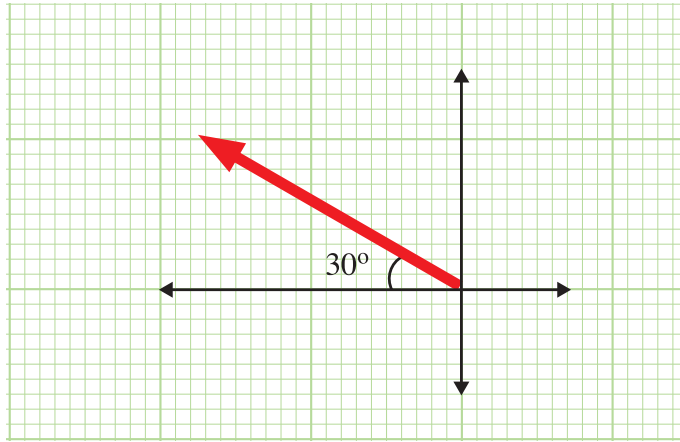
الشكل 6-1: سهم يمثل متجه السرعة.

مثال 8

مثّل بيانياً متجه إزاحة مقداره 400 km باتجاه يصنع زاوية 30° شمال الغرب.

- 1- نُحدِّدُ نقطة الإسناد، مثلاً (0,0).
- 2- نستخدمُ مقياسَ رسمٍ مثل (1 cm:100 km) ونرسمُ سهمًا طوله 4 cm بالاتجاه المُبيّن في الشكل (3-2).

الحل



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

مَثَلُ بَيَانِيًّا مَا يَأْتِي:

3. تَسَارُعُ جِسْمٍ مَقْدَارُهُ 5m/s^2 بِاتِّجَاهِ الشَّمَالِ.4. قُوَّةٌ مَقْدَارُهَا 500 N بِاتِّجَاهِ الْجَنُوبِ الشَّرْقِيِّ (تَصْنَعُ زَاوِيَةً 45° شَرْقَ الْجَنُوبِ، أَوْ جَنُوبَ الشَّرْقِ).

اختبر نفسك

جَمْعُ الْمُتَّجِهَاتِ Vectors Addition

طالِبٌ كُتْلَتُهُ 60 kg ، يَحْمِلُ حَقِيْبَةً كَتْبَهُ وَكُتْلَتُهَا 5 kg ، فَيَكُونُ حَاصِلُ جَمْعِ الْكُتْلَتَيْنِ 65 kg . وَكَذَلِكَ عِنْدَمَا تَنْخَفِضُ دَرَجَةُ حَرَارَةِ الْجَوِّ مِنْ 31°C نَهَارًا إِلَى 25°C لَيْلًا، فَإِنَّ الْفَرْقَ فِي دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ يُسَاوِي 6°C . تُعَدُّ هَاتَانِ الْحَالَتَانِ مِنَ الْأَمْثَلَةِ عَلَى جَمْعِ الْكَمِّيَّاتِ الْقِيَاسِيَّةِ الَّتِي تُحَدَّدُ بِالْمَقْدَارِ فَقَطْ وَلَيْسَ لَهَا اتِّجَاهٌ، وَيُعْرَفُ جَمْعُهَا بِأَنَّهُ جَمْعٌ جَبْرِيٌّ شَرِيطَةٌ أَنْ تَكُونَ مِنَ النَّوْعِ نَفْسِهِ (لَهَا الْوَحْدَاتُ نَفْسُهَا)، وَلَكِنْ مَاذَا عَنِ جَمْعِ الْكَمِّيَّاتِ الْمُتَّجِهَةِ؟

التَّعَامُلُ مَعَ الْكَمِّيَّاتِ الْفِيْزِيَاءِيَّةِ الْمُتَّجِهَةِ يَخْتَلِفُ كَثِيرًا عَنِ التَّعَامُلِ مَعَ الْكَمِّيَّاتِ الْقِيَاسِيَّةِ، فَإِذَا حَاولْنَا جَمْعَ مَقَادِيرِ الْكَمِّيَّاتِ الْمُتَّجِهَةِ دُونَ مَرَاعَاةِ اتِّجَاهِ تِلْكَ الْكَمِّيَّاتِ، فَسَنَحْصُلُ عَلَى نَتَائِجٍ غَيْرِ صَحِيْحَةٍ؛ كَأَن نَجْمَعُ قُوَّتَيْنِ مَقْدَارُكِلَّ مِنْهُمَا 40 N وَبَيْنَهُمَا زَاوِيَةٌ 180° تُؤَثِّرَانِ فِي جِسْمٍ مَا جَمْعًا جَبْرِيًّا دُونَ مَرَاعَاةِ الْإِتِّجَاهَاتِ فَتَكُونُ النَتِيجَةُ $(40\text{ N} + 40\text{ N} = 80\text{ N})$. بَيْنَمَا حَاصِلُ جَمْعِهِمَا جَمْعًا مُتَّجِهًا يُسَاوِي $(40\text{ N} - 40\text{ N} = 0\text{ N})$. كَذَلِكَ لَاعِبُ كُرَةِ الْقَدَمِ إِذَا أَرَادَ تَسْجِيلَ هَدَفٍ فِي الْمَرْمَى فَإِنَّهُ يُرَكِّزُ عَلَى اتِّجَاهِ سُرْعَةِ انْطِلَاقِ الْكُرَةِ إِضَافَةً إِلَى مَقْدَارِهَا وَإِذَا أَرَادَ إِبْعَادَ الْكُرَةِ عَنْ مَرْمَاهُ لِأَقْصَى مَسَافَةٍ مُمَكِنَةٍ فَإِنَّهُ يَرْكُلُ الْكُرَةَ بِاتِّجَاهِ يَصْنَعُ زَاوِيَةً 45° مَعَ الْأَفْق. وَيُسَمَّى الْمُتَّجِهَةُ الَّتِي يَنْتُجُ مِنَ الْجَمْعِ الْإِتِّجَاهِي لِمُتَّجِهَيْنِ أَوْ أَكْثَرَ مُتَّجِهٍ الْمُحْصَلَةِ resultant vector ويُرمَّزُ لَهُ بِالرَّمْزِ R .

عندما تتحرك سيارةً باتجاه محدد (الشرق مثلاً) ولا تغير من هذا الاتجاه مهما تغير مقدار السرعة، فإن حركتها توصف بأنها في بُعد 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).

سنتناول عملية إيجاد مُحصلة عدة مُتجهات بالطريقتين البيانية والحسابية سواءً في بُعد واحد أم في بعدين شريطة أن تكون المُتجهات من النوع نفسه.

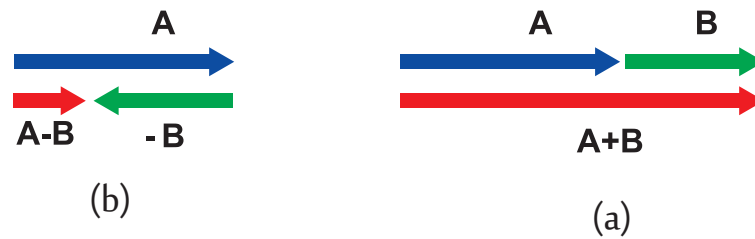
المتجهات في بُعد واحد: Vectors in one dimension

يمكن إيجاد مُحصلة مُتجهين مثل A، B في بُعد واحد (متوازيين أو متعاكسين) بيانياً أو حسابياً على النحو الآتي:

a. إذا كان للمُتجهين الاتجاه نفسه (الزاوية بينهما صفر)، فإن مُحصلةًما:

1- الطريقة البيانية (الرسم) Graphical method: نرسم المُتجه الأول A ثم نرسم المُتجه الثاني B بحيث يكون ذيل المُتجه B عند رأس المُتجه A ثم نرسم سهمًا من ذيل المُتجه الأول A إلى رأس المُتجه B ليمثل طولهُ طول المُحصلة (A+B) واتجاههُ هو اتجاه المُحصلة، كما في الشكل (a/8-1).

2- الطريقة الجبرية (الحسابية) Algebraic method: مُحصلة المُتجهين = حاصل جمعٍ مقداري المُتجهين $A+B$ وبالاتجاه نفسه.



الشكل 8-1 : جمع وطرح مُتجهين A ، B

b. إذا كان المُتجهان مُتعاكسين بالاتجاه (الزاوية بينهما 180°):

نستخدم عملية الطرح، ولطرح مُتجهٍ مثل B من مُتجهٍ آخر مثل A يتيم عكس المُتجه المُراد طرحه (B-) وتكتب: $A - B = A + (-B)$

1- بيانيًا: نرسمُ المتجهَ الأولَ A ثم نرسمُ المتجهَ الثاني B بحيثُ يكونُ ذيلُ المتجهِ (B-) عند رأسِ المتجهِ A ثم نرسمُ سهمًا من ذيلِ المتجهِ الأولِ A إلى رأسِ المتجهِ (B-) ليمثلَ طولهُ طولَ المُحصلةِ A+(-B) واتجاههُ اتجاهَ المُحصلةِ، كما في الشكل (b/8-1).

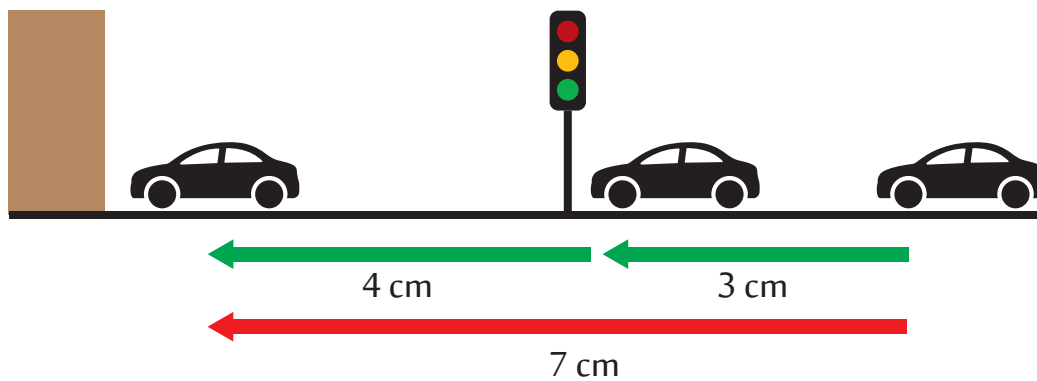
2 - جبريًا:

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

*ملاحظة: ما ينطبقُ على مُتجهين ينطبقُ كذلك على أكثر من مُتجهين مثل A، B، C، D في بُعدٍ واحدٍ.

مثال 9

سيارةٌ أُجرةٍ انطلقتُ من السوق مُتجهةً غربًا نحو المتحف الوطني في مدينة الدوحة، فقطعتُ مسافةً 300 m، وتوقفت عند الإشارة الضوئية، ثم تابعتُ سيرها غربًا وقطعتُ مسافةً 400 m لتصلَ إلى المتحف. احسب الإزاحة بين المتحف والسوق بيانيًا وجبريًا.



الشكل 9-1: جَمْعُ مُتجهين بوضع ذيلِ المتجهِ الثاني على رأسِ المتجهِ الأولِ

الحل

1. نختارُ مقياسَ رسمٍ مناسبٍ مثلاً (1 cm:100 m) ونرسمُ سهمًا طولهُ 3 cm يُمثلُ مُتجهَ الإزاحة في المرحلة الأولى وسهمًا آخرَ طولهُ 4 cm يُمثلُ مُتجهَ الإزاحة في المرحلة الثانية، كما في الشكل (9-1). ثم نضعُ ذيلَ المتجهِ الثاني عند رأسِ المتجهِ الأولِ، فيكونُ المتجهُ الذي يبدأ من ذيلِ المتجهِ الأولِ وينتهي عند رأسِ المتجهِ الثاني يُمثلُ مجموعَ المتجهين وطولهُ 7 cm باتجاه الغرب، وبالتالي تكونُ الإزاحةُ من السوق إلى المتحف وفق مقياسِ الرسمِ

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

2. جبريًا: الإزاحة R تساوي
باتجاه الغرب

$$R = 300 + 400 = 700 \text{ m}$$

مثال 10

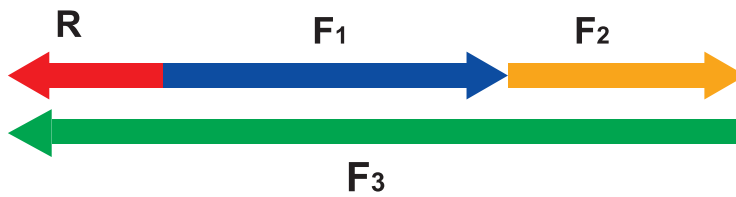
تؤثر ثلاث قوى في نقطة ما، فإذا كانت القوة الأولى مقدارها $F_1 = 30 \text{ N}$ باتجاه الشرق والثانية $F_2 = 20 \text{ N}$ باتجاه الشرق والثالثة $F_3 = 60 \text{ N}$ باتجاه الغرب.. أوجد مقدار مُحصلة القوى المؤثرة في تلك النقطة، وحدد اتجاهها جبريًا وبيانيًا.

مُحصلة القوى R جبريًا:

$$R = F_1 + F_2 - F_3 = 30 + 20 - 60$$

$$R = -10 \text{ N} \quad \text{باتجاه الغرب}$$

بيانيًا: مقياس الرسم (1 cm : 10 N)



مقدار المُحصلة 10 N باتجاه الغرب

الحل

المتجهات في بُعدين Vectors in two dimensions

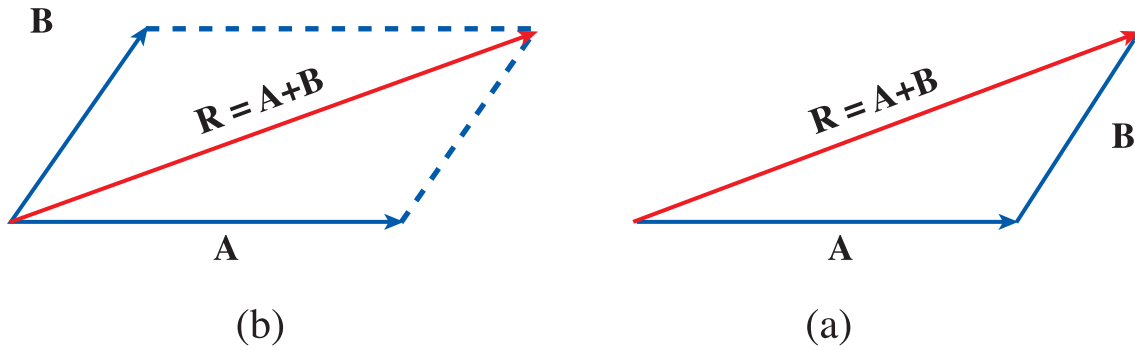
تَعَلَّمْنَا في البَنْدِ السَّابِقِ كَيْفِيَّةَ إِجَادِ مُحْصَلَةِ مُتَجَهِّينَ أَوْ أَكْثَرِ فِي بُعْدٍ وَاحِدٍ بَيَانِيًا وَجَبْرِيًا، وَسَنَتَعَرَّفُ الْآنَ عَلَى إِجَادِ مُحْصَلَةِ مُتَجَهِّينَ أَوْ أَكْثَرِ فِي بُعْدَيْنِ بالطريقتين البيانية والجبرية.

الطريقة البيانية لإيجاد مُحصلة مُتَجَهِّينَ:

لإيجاد مُحصلة مُتَجَهِّينَ بَيَانِيًا تُوجَدُ طَرِيقَتَانِ هُمَا:

1- طريقة الرأس والذيل (المثلث):

نرسم سهمًا طوله يُمثلُ طولَ المتجه الأول وسهمًا آخر طوله يُمثلُ طولَ المتجه الثاني بحيث يقع ذيل السهم الثاني عند رأس السهم الأول، فيكون طول المتجه الذي يبدأ من ذيل المتجه الأول وينتهي عند رأس المتجه الثاني يُمثلُ طولَ مُحصلة هذين المتجهين واتجاه تلك المُحصلة باتجاه السهم، انظر الشكل (1-10/a). أما مقدار مُحصلة المتجهين الحقيقية فيتم حسابه باستخدام مقياس الرسم الذي تم اختياره في البداية.



الشكل 10-1 : مُحصلة مُتجهين بطريقة: a- المثلث، b: مُتوازي الأضلاع

2 - طريقة مُتوازي الأضلاع:

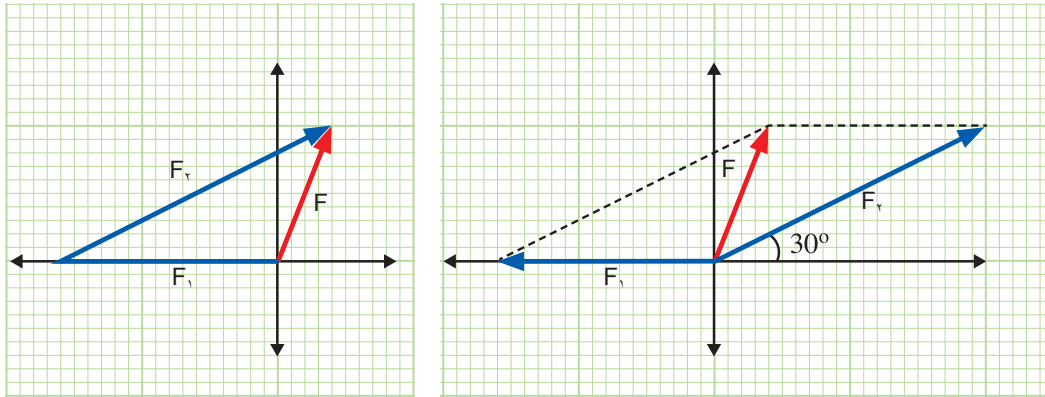
وذلك بوضع ذيل المُتجه الأول مع ذيل المُتجه الثاني ثم نكمل رسم مُتوازي الأضلاع فيكون طول مُتجه المُحصلة هو قُطر مُتوازي الأضلاع الذي ضلعاهُ المُتجاوران هما المُتجهان الأول والثاني واتجاههُ باتجاه السهم من الذيل إلى الرأس. كما هو مُوضح في الشكل (b/10-1). وهاتان الطريقتان (المثلث ومتوازي الأضلاع) تُستخدمان لأي مُتجهين بينهما زاوية سواءً أكانت قائمة أم غير قائمة.

مثال 6

قوتان تؤثران في جسم، القوة الأولى $F_1 = 300 \text{ N}$ باتجاه الغرب والقوة الثانية $F_2 = 400 \text{ N}$ باتجاه يصنع زاوية 30° شمال الشرق. أوجد مقدار المُحصلة وحدد اتجاهها بيانياً باستخدام:
a- طريقة مُتوازي الأضلاع.
b- طريقة المثلث.

الحل

a. نُحدد نقطة الإسناد (0,0) على محوري (xy) ثم نختار مقياس رسم مناسب (1 cm:100 N) ونرسم سهمًا طولهُ 3 cm يمثل مُتجه القوة F_1 باتجاه محور (x) السالب وسهمًا آخر طولهُ 4 cm يمثل مُتجه القوة F_2 باتجاه يميل بزاوية 30° عن محور (x) الموجب بحيث يلتقي ذيل السهمين عند نقطة الإسناد كما في الشكل (a/11-1) ثم نكمل مُتوازي الأضلاع فيكون طول مُتجه المُحصلة F هو قُطر مُتوازي الأضلاع ومقداره 2 cm واتجاه المُحصلة باتجاه السهم من الذيل إلى الرأس.



(b)

(a)

الشكل 11-1: مُحصلة قوتين بطريقتي a- متوازي الأضلاع b- المثلث

$$\text{مقدار القوة المُحصلة } F : F = 2 \text{ cm} \times \frac{100 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = 200 \text{ N}$$

b- نطبق الخطوات السابقة باستثناء وَضْع ذيل المتجه الثاني F_2 عند رأس المتجه F_1 ثم نكمل المثلث برسم سهم من ذيل المتجه الأول إلى رأس المتجه الثاني كما في الشكل (b/11-1) فيمثل طول السهم 2 cm مقدار المُحصلة F ومقداره واتجاه السهم يُمثل اتجاه المُحصلة.

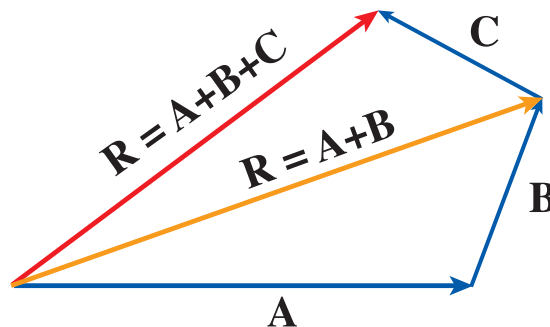
$$\text{وبالتالي فإن مقدار القوة المُحصلة } F : F = 2 \text{ cm} \times \frac{100 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = 200 \text{ N}$$

الطريقة البيانية لإيجاد مُحصلة عدة مُتجهات

أما بالنسبة لمُحصلة عدة مُتجهات (أكثر من مُتجهين) بيانيًا، يُستخدم مُضلع القوى بوضع رأس المتجه الثاني على ذيل المتجه الأول وهكذا، كما في الشكل (12-1) حيث:

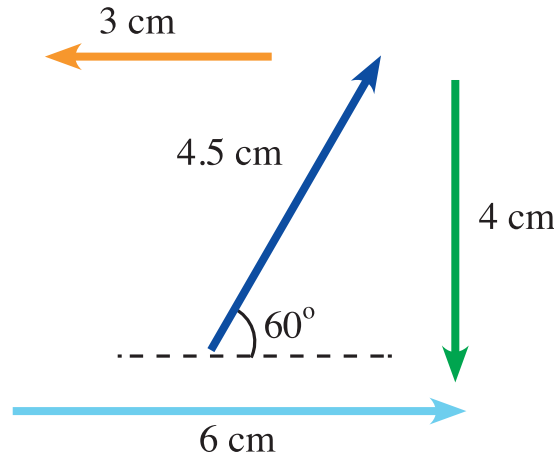
$$R = A + B + C$$

لثلاثة مُتجهات A ، B ، C .



الشكل 12-1: مُحصلة عدة مُتجهات بيانيًا

قطعت سيارة 450 m باتجاه يصنع زاوية 60° شمال الشرق ثم 600 m باتجاه الشرق ثم 400 m باتجاه الجنوب وأخيراً 300 m غرباً، وقد تمّ تمثيل مُتجهات الإزاحة تلك بيانياً كما في الشكل (13-1) باستخدام مقياس الرسم (1 cm:100 m). احسب مقدار واتجاه مُحصلة الإزاحة التي قطعتها السيارة بيانياً.

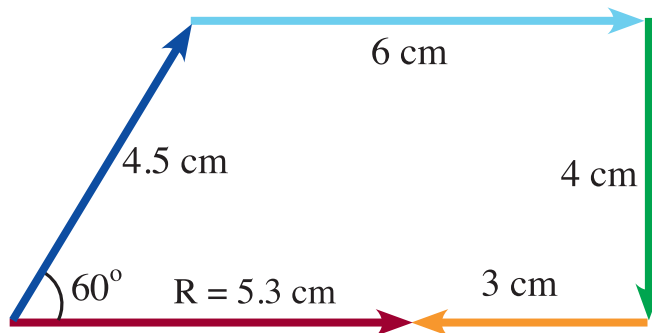


الشكل 13-1: مُتجهات الإزاحة التي قطعتها السيارة

مثال 12

نبدأ برسم مُتجه الإزاحة الأول 4.5 cm بعد نقله من مكانه إلى المكان المطلوب مع المحافظة على مقداره واتجاهه، (وهكذا لبقية المُتجهات)، كما في الشكل (14-1) ثم نرسم المُتجه الثاني 6 cm بحيث يقع ذيله على رأس المُتجه الأول وهكذا حتى آخر مُتجه 3 cm، ثم نرسم سهمًا من ذيل المُتجه الأول إلى رأس المُتجه الأخير حيث يمثل طول هذا السهم مقدار مُتجه مُحصلة الإزاحة R ويساوي 5.3 cm تقريباً.

مقدار مُحصلة الإزاحة R: $R = 5.3 \text{ cm} \times \frac{100 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = 530 \text{ m}$ باتجاه الشرق.



الشكل (14-1) مُحصلة الإزاحة التي قطعتها السيارة

الحل

ذهب عبد الرحمن سيرًا على الأقدام من منزله مُتجهًا إلى مركز التسوّق، فسار مسافة 120 m غربًا ثم سار مسافة 80 m باتجاه يصنع زاوية 45° شمال الغرب ليصل إلى مركز التسوّق. أوجد مقدار الإزاحة التي تحرّكها عبد الرحمن من منزله إلى المركز واتجاهها بيانيا باستخدام:

a- طريقة متوازي الأضلاع.

b- طريقة المثلث.



اختبر نفسك



شحنة كهربائية تؤثر فيها أربع قوى كهربائية، على النحو الآتي: 1 N باتجاه الشمال، 2 N باتجاه يصنع زاوية 40° شمال الغرب، 3 N باتجاه الغرب، 4 N باتجاه يصنع زاوية 15° شرق الجنوب. أوجد مقدار محصلة القوى الكهربائية المؤثرة في الشحنة واتجاهها بيانياً.



اختبر نفسك



نشاط 4-1



مُحصلة قوتين بينهما زاوية في مستوى واحد

الهدف:

يَحسبُ مُحصلة قوتين عملياً باستخدام طاولة القوى.

الأدوات:

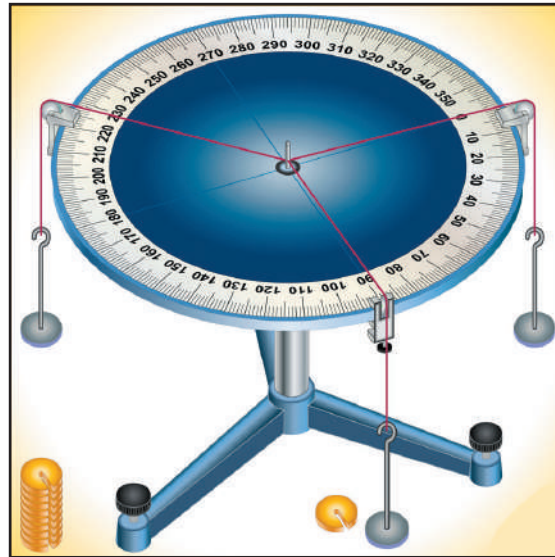
- طاولة القوى - ثلاث كتل متساوية مثلاً 200 g - منقلة ومسطرة.

الأمّن والسلامة:

تَوخّي الحذر من سُقوط بعض الأثقال.

الخطوات:

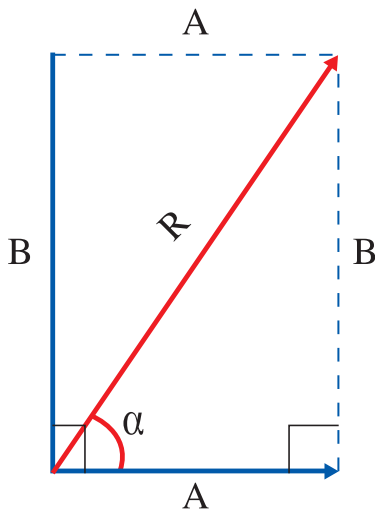
1. جهّز طاولة القوى بالتعاون مع زملائك في المجموعة، كما هو موضح في الشكل بحيث تكون في وضع أفقي.
2. إضبط خيط إحدى البكرات على التدرج 0° (وذلك بتحريك البكرة)، وخيط البكرة الثانية على التدرج 120° واطرّك خيط البكرة الثالثة حُرّاً.
3. علّق ثلاث كتل متساوية في الخيوط الثلاثة 200 g في كلّ خيط، وحرك خيط البكرة الثالثة حتى ينطبق مركز الحلقة على مركز طاولة القوى، ثم سجّل تدرج خيط البكرة الثالثة، واحسب وزن كلّ كتلة مُعلّقة من العلاقة $(F = W = m.g)$ بوحدة نيوتن N.



التحليل:

1. ما الذي تطلّبه ضبط مركز الحلقة في مركز الطاولة؟
2. أوجد مقدار مُحصلة القوتين الأولى والثانية واتجاهها بيانياً مُستخدماً المنقلة والمسطرة، وقارن النتيجة مع مقدار القوة الثالثة واتجاهها.
3. ما مُحصلة القوى المؤثرة في الحلقة في الحالة التي انطبق فيها مركز الحلقة على مركز الطاولة؟

الطريقة الجبرية لإيجاد مُحصلة مُتجهين بينهما زاوية

1. مُتجهان بينهما زاوية قائمة (90°)

تُستخدم نظرية فيثاغورث لإيجاد مقدار مُحصلة مُتجهين A، B بينهما زاوية قائمة كما في الشكل (15-1) جبرياً كما يأتي: «مربع مقدار مُتجه المُحصلة يُساوي مجموع مربعي مقدارَي المُتجهين»

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

الشكل 15-1: مُحصلة مُتجهين بينهما زاوية

أما اتجاه المُحصلة فيحدد من حساب الزاوية α بين مُتجه المُحصلة R والمُتجه A باستخدام العلاقة:

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

مثال 13 إذا أردت الذهاب إلى المدرسة فانطلقت من منزلك باتجاه الشرق وقطعت مسافة 300 m ثم اتجهت جنوباً وقطعت مسافة 400 m، احسب مقدار واتجاه الإزاحة بين منزلك والمدرسة؟	
نستخدم نظرية فيثاغورث لإيجاد مقدار المُحصلة R: $R^2 = A^2 + B^2 = 300^2 + 400^2 = 250000 \Rightarrow R = \sqrt{250000} = 500 \text{ m}$ واتجاه المُحصلة: $\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{B}{A} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{-400}{300} \right) = \tan^{-1}(-1.33) \Rightarrow \alpha = 307^\circ$ أي أن اتجاه المُحصلة R يصنع زاوية $\alpha = 307^\circ$ مع المُتجه A (بعكس اتجاه عقارب الساعة).	الحل

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

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

قطعت سيارة مسافة 8 km باتجاه الجنوب ثم اتجهت نحو الغرب وقطعت مسافة 6 km، أوجد مُحصلة الإزاحة (مقداراً واتجهاً) بالطريقة الجبرية.

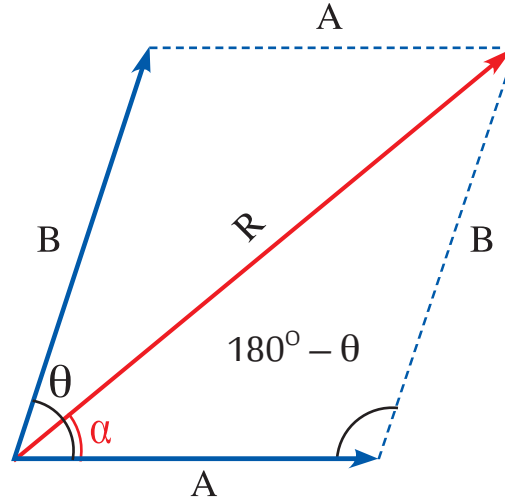


اختبر نفسك



2. مُتجهان بينهما زاوية θ غير قائمة

لإيجاد مُحصلة متجهين A ، B بينهما زاوية θ غير قائمة كما في الشكل (16-1) جبرياً، نَتَّبِعُ ما يأتي:



الشكل 16-1 : مُحصلة متجهين بينهما زاوية θ بطريقة متوازي الأضلاع

نَحْسِبُ طولَ الوتر الذي يُمثلُ مقدارَ المُحصلة R باستخدام قانون جيب التمام :

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

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

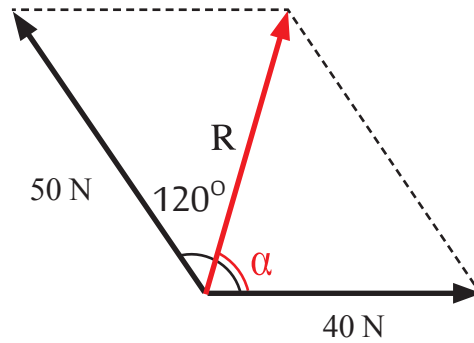
حيث θ : الزاوية بين المتجهين A ، B بحيث يكون ذيل A عند ذيل B .
نُحدِّد اتجاه المُحصلة بإيجاد الزاوية α بين المُحصلة R والمتجه A باستخدام قانون الجيب:

$$\frac{\sin \alpha}{B} = \frac{\sin (180^\circ - \theta)}{R} \quad \Rightarrow \quad \sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$$

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

- **ملاحظة:** تُستخدم هذه الطريقة (قانون الجيب وجيب التمام) لإيجاد مُحصلة قوتين بينهما زاوية مقداراً واتجهاً، مهما كان مقدار الزاوية.

قوتان مقداراهما 50 N، 40 N بينهما زاوية 120° تؤثران في جسم واحد كما في الشكل (17-1). أوجد مقدار محصلتهما وحدد اتجاههما.



الشكل 17-1 : مُحصلة قوتين بينهما زاوية 120°

مثال 14

لإيجاد مُحصلة القوتين، نطبق العلاقة الرياضية :

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

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

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

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

$$R = 45.8 \text{ N}$$

ولإيجاد اتجاه المُحصلة نستخدم قانون الجيب

$$\sin \alpha = \frac{B \sin \theta}{R}$$

$$\sin \alpha = \frac{50 \times \sin 120^\circ}{45.8} \dots\dots\dots (\sin 120^\circ = \sin 60^\circ = 0.87)$$

$$= \frac{50 \times 0.87}{45.8} = 0.95 \Rightarrow \alpha = 72^\circ$$

الحل

يتحرك منطاد بسرعة 3 m/s باتجاه الشرق، أثرت فيه رياح سرعتها 3 m/s باتجاه يصنع زاوية 60° شمال الشرق. اوجد مقدار واتجاه مُحصلة سرعة المنطاد بيانياً وجبرياً.

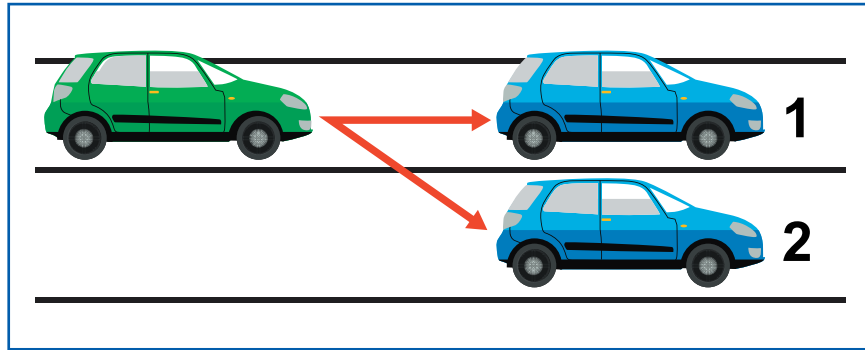


اختبر نفسك



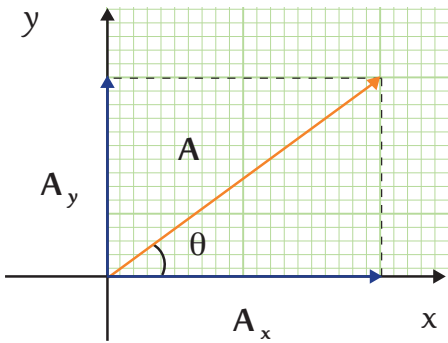
تَحْلِيلُ الْمُتْجِهَةِ إِلَى مَرَكِبَتَيْنِ Vector analysis into two components

تَعَطَّلَتِ السَّيَّارَةُ الْخَضْرَاءُ فِي الشَّكْلِ (18-1) فَحَاوَلَ سَائِقُ السَّيَّارَةِ الزَّرْقَاءِ مُسَاعَدَتَهُ فَوْقَ فِي الْمَوْقِعِ 2 عَلَى الْجَانِبِ الْأَيْمَنِ وَحَاوَلَ سَحْبَ السَّيَّارَةِ وَلَمْ يَتِمَّكَنْ مِنْ سَحْبِهَا، وَعِنْدَمَا قَدَّمَ أَحَدُ الطُّلَبَةِ نَصِيحَةً لِسَائِقِ السَّيَّارَةِ الزَّرْقَاءِ بِالْوُقُوفِ أَمَامَ السَّيَّارَةِ الْمُتَعَطِّلَةِ (فِي الْمَوْقِعِ 1) وَسَحْبِهَا، تَمَّ سَحْبُ السَّيَّارَةِ بِسَهُولَةٍ. مَا تَفْسِيرُكَ لذلِكَ؟



الشكل 18-1 : مُحاوَلَةُ سَحْبِ سَيَّارَةٍ مُتَعَطِّلَةٍ

تَعَرَّفْنَا عَلَى طَرِيقِ إِيجَادِ مُحْصَلَةٍ مُتْجِهَيْنِ بَيْنَهُمَا زَاوِيَةٌ قَائِمَةٌ وَتَمَكَّنَّا مِنْ إِيجَادِ مَقْدَارِ وَاتِّجَاهِ مُتْجِهِ الْمُحْصَلَةِ، سَنَقُومُ الْآنَ بِعَمَلِيَّةٍ عَكْسِيَّةٍ؛ أَيَّ تَحْلِيلِ مُتْجِهٍ إِلَى مُتْجِهَيْنِ مُتَعَامِدَيْنِ مُحْصَلَتُهُمَا تَسَاوِي مُتْجِهَهُ نَفْسُهُ.



الشكل 19-1 : تَحْلِيلِ الْمُتْجِهَةِ A إِلَى مَرَكِبَتَيْنِ

فِي الشَّكْلِ (19-1) يُمَكِّنُ تَحْلِيلُ الْمُتْجِهَةِ A الَّذِي يَقَعُ عَلَى النِّظَامِ الْإِحْدَائِيِّ فِي الْمُسْتَوَى (xy) إِلَى مُتْجِهَيْنِ مُتَعَامِدَيْنِ، الْأَوَّلُ مُوَازٍ لِمُحَوِّرِ (x) وَيُمَثِّلُهُ الرَّمْزُ (A_x) وَيُسَمَّى الْمَرَكِبَةُ الْأَفْقِيَّةُ وَالْآخَرُ مُوَازٍ لِمُحَوِّرِ (y) وَيُمَثِّلُهُ الرَّمْزُ (A_y) وَيُسَمَّى الْمَرَكِبَةُ الْعَمُودِيَّةُ، وَتُسَمَّى عَمَلِيَّةُ تَحْلِيلِ الْمُتْجِهَةِ إِلَى مَرَكِبَتَيْهِ الْأَفْقِيَّةِ وَالْعَمُودِيَّةِ تَحْلِيلَ الْمُتْجِهَةِ Vector analysis ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهُ إِذَا جُمِعَ الْمُتْجِهَانِ A_x وَ A_y جَمْعًا مُتْجِهًا فَإِنَّ حَاصِلَ جَمْعِهِمَا (مُحْصَلَتَهُمَا) يُسَاوِي الْمُتْجِهَةَ الْأَصْلِيَّةَ A.

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_x + \mathbf{A}_y$$

فَإِذَا كَانَ الْمُتْجِهَةُ A يَصْنَعُ زَاوِيَةً مَقْدَارُهَا θ مَعَ الْإِتِّجَاهِ الْمُوَجِبِ لِمُحَوِّرِ x وَأَسْقَطْنَا مِنْ رَأْسِ الْمُتْجِهَةِ A عَمُودَيْنِ عَلَى الْمَحَوِّرَيْنِ x وَ y فَإِنَّهُ يُمْكِنُ تَحْدِيدَ مَرَكِبَتَيْ الْمُتْجِهَةِ A وَهُمَا الْمُتْجِهَانِ A_x وَ A_y وَمِنَ الشَّكْلِ (19-1) نَجِدُ أَنَّ:

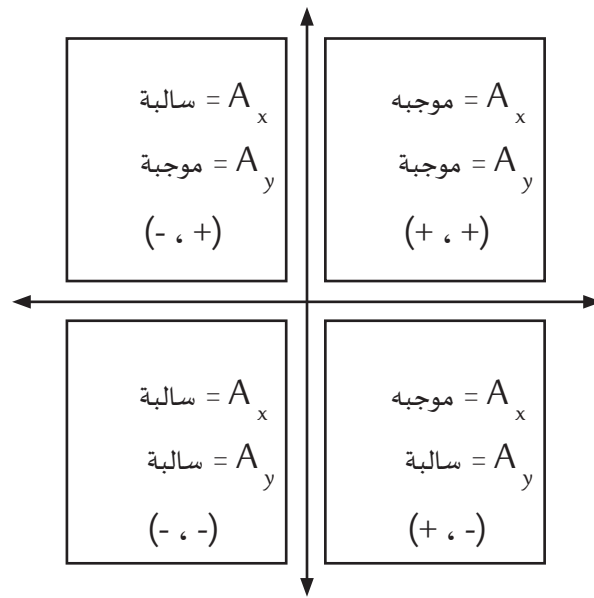
$$\sin \theta = \frac{A_y}{A} \Rightarrow A_y = A \sin \theta$$

$$\cos \theta = \frac{A_x}{A} \Rightarrow A_x = A \cos \theta$$

وبشكلٍ عامٍ فإن أيًا من المركبتين A_x ، A_y يمكن أن تكون موجبةً أو سالبةً (أو صفر) وتُشكلان ضلعين من مثلث قائم الزاوية، بينما يُشكل المتجه A وتر هذا المثلث وتُطبق نظرية فيثاغورث نجد مقدار المتجه A :

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

وقياس الزاوية θ يحدد إشارة كل من المركبتين A_x ، A_y إن كانت موجبة أو سالبة، فقياس الزاوية θ يُحدد الربع الذي يقع فيه المتجه A . والشكل (20-1) يوضح ذلك.



الشكل 20-1 : إشارة المركبات حسب الربع الذي يقع فيه المتجه

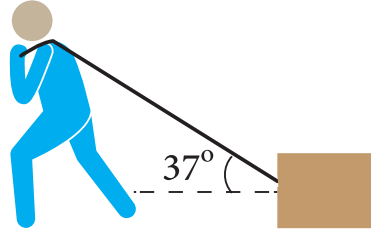
مثال 15

أطلقت قذيفةً من مدفعٍ بسرعةٍ ابتدائيةٍ $v = 200 \text{ m/s}$ باتجاهٍ يميل عن محور x الموجب بزاويةٍ $\theta = 30^\circ$ نحو الأعلى. أوجد المركبتين الأفقية والعمودية للسرعة.

الحل

المركبة الأفقية للسرعة: $v_x = v \cos \theta = 200 \times \cos 30^\circ = 173 \text{ m/s}$
 المركبة العمودية للسرعة: $v_y = v \sin \theta = 200 \times \sin 30^\circ = 100 \text{ m/s}$
 نلاحظ أن إشارتي المركبتين الأفقية والعمودية موجبتان (محور x الموجب، محور y الموجب) لأن المتجه v يقع في الربع الأول.

يَسْحَبُ رَجُلٌ صُنْدُوقًا بِقُوَّةٍ مِقْدَارُهَا 120 N كما في الشكل (a/21-1). أوجد المركبتين الأفقية والعمودية للقوة.



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

مثال 16

حيث $\theta = (180^\circ - 37^\circ) = 143^\circ$ ، الزاوية بين المتجه F ومحور x الموجب

• المركبة الأفقية للقوة:

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

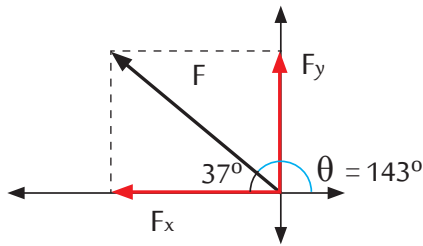
باتجاه محور x السالب (الغرب)

كما في الشكل (b/21-1).

• المركبة العمودية للقوة:

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

باتجاه محور y الموجب (الأعلى) كما في الشكل.



الشكل b/21-1: تحليل القوة إلى مركبتين

الحل

ما مقدار الزاوية التي يجب أن تُطلقَ بها قذيفته مدفعٍ بسرعة v بحيث تكون:

- المركبة العمودية للسرعة تساوي صفرًا.

- المركبة العمودية للسرعة تساوي في المقدار متجهة السرعة v .



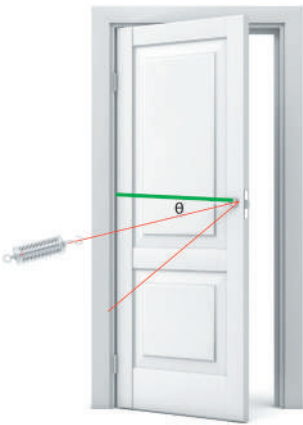
اختبر نفسك



أثر اتجاه القوة في المقدرة على تحريك الأجسام	نشاط 5-1 
- يستنتج أثر تغيير زاوية القوة المؤثرة في المقدرة على فتح الباب بسهولة.	الهدف:
خيطة ، مقياس قوة (يفضل الكتروني) ، منقلة كبيرة ، شريط لاصق.	الأدوات:

الخطوات :

1. بالتعاون مع زملائك في المجموعة، ثبّت الشريط اللاصق على باب المختبر بحيث يكون أفقيًا بين مقبض الباب والطرف الآخر للباب (مكان الخط الأخضر) في الشكل.
2. ثبّت طرف الخيط بمقبض الباب والطرف الآخر من الخيط بمقياس القوة.
3. استخدم المنقلة وحرك بمقياس القوة حتى تصبح الزاوية بين الشريط اللاصق والخيط ، $\theta = 30^\circ$ وقم بفتح الباب وسجل قراءة مقياس القوة عند بدء حركة فتح الباب في الجدول.
4. كرر الخطوة رقم 3 عدة مرات باستخدام الزوايا المبينة في الجدول وسجل مقدار القوة اللازمة لفتح الباب في كل مرة.
5. احسب مركبة القوة الموازية للشريط اللاصق والمركبة العمودية في كل حالة وسجلها في الجدول.



الزاوية θ°	مقدار القوة (N)	المركبة الأفقية (N) للقوة	المركبة العمودية (N) للقوة
30°			
60°			
90°			
120°			

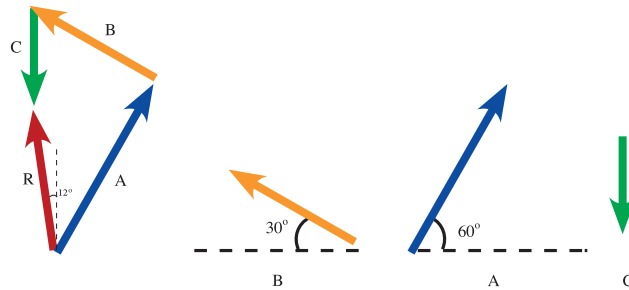
التحليل :

1. ما علاقة الزاوية θ مع مقدار القوة اللازمة لفتح الباب؟
2. عند أي زاوية تحتاج إلى أقل قوة لفتح الباب؟
3. ما علاقة الزاوية θ مع كل من مركبتي القوة المؤثرة في الباب؟
4. ما الاستنتاج العام الذي توصلت إليه من هذا النشاط؟

مُحصلةُ عدَّةِ مُتجهاتٍ بطريقةِ التَّحليل:

لإيجاد مقدار واتجاه مُحصلة عدَّةِ مُتجهاتٍ بينها زوايا مُختلفةً بطريقةً حسابيةً، نستخدمُ طريقةً تحليلٍ كلِّ مُتجهٍ إلى مركبتيه الأفقية والعمودية ثم نحسبُ مُحصلة المركبات الأفقية ومُحصلة المركبات العمودية لنحسب بعد ذلك المُحصلة الكلية حَسَبِ الخُطواتِ المبينة في البند السابق. أما إيجاد المُحصلة بيانيًا، فيكون كما مرَّ معك سابقًا في هذا الدرسِ برسمِ المُتجهات بحيثُ تتصلُّ رأسًا بذيل كما في الشكل (22-1) أدناه.

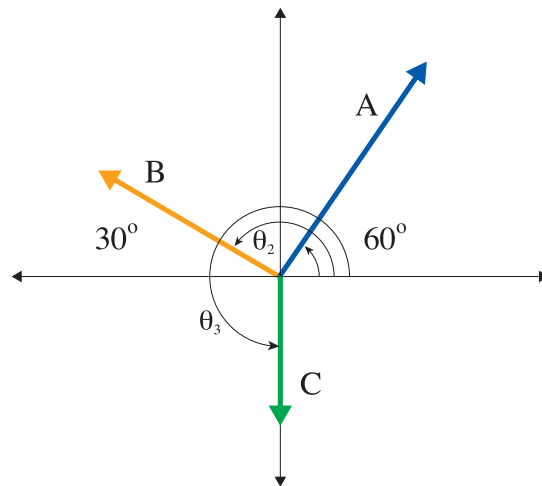
ثلاثُ قوى A ، B ، C قيمُها $4N$ ، $3N$ ، $2N$ على الترتيب، كما في الشكل (18-2) احسب مقدار واتجاه المُحصلة بيانيًا وجبريًا.



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

مثال 17

بيانيًا: مقدار واتجاه المُحصلة R كما هو مبين في الشكل (18-2).
جبريًا: لإيجاد مقدار مُحصلة المُتجهات A ، B ، C ، واتجاهها جبريًا نتبع الخُطوات الآتية:
(a) نرسم المُتجهات A ، B ، C على المستوى xy كما في الشكل (23-1) بحيث يلتقي ذيل كلِّ مُتجهٍ من المُتجهات الثلاثة عند نقطة الأصل $(0,0)$.



الشكل 23-1: مُحصلةُ عدَّةِ مُتجهاتٍ بالتحليل إلى المركبات

الحل

(b) نُحللُ كلَّ مُتجهٍ إلى مركبتيه الأفقية على محور x والعمودية على المحور y على النحو الآتي:

تُقاسُ الزاوية θ من محور x الموجب إلى المتجه بعكس اتجاه عقارب الساعة، أي إنَّ:

الزاوية بين المتجه A ومحور x الموجب $\theta_1 = 60^\circ$

والزاوية بين المتجه B ومحور x الموجب $\theta_2 = 180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$

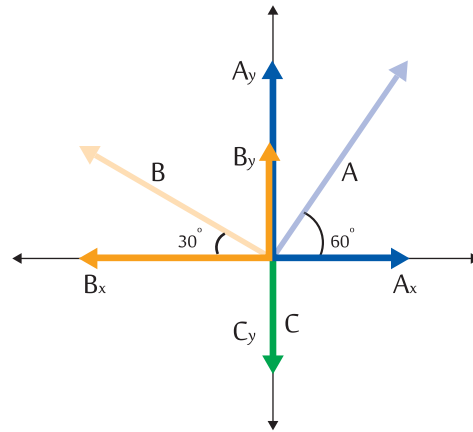
والزاوية بين المتجه C ومحور x الموجب $\theta_3 = 270^\circ$

لذا فإن مركبات هذه المتجهات في اتجاه محور x ، كما في الشكل (24-1) هي:

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

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

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



الشكل 24-1: المركبات الأفقية والعمودية

ومركبات تلك المتجهات في اتجاه محور y هي:

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

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

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

(c) نجد (R_x) مُحصلة المركبات على المحور (x) التي تُساوي مجموع المركبات على ذلك المحور:

$$R_x = A_x + B_x + C_x$$

$$R_x = 2 - 2.61 + 0 = -0.61 \text{ N}$$

وبالمثل نجد (R_y) مُحصلة المركبات على المحور (y) التي تُساوي مجموع المركبات على ذلك المحور:

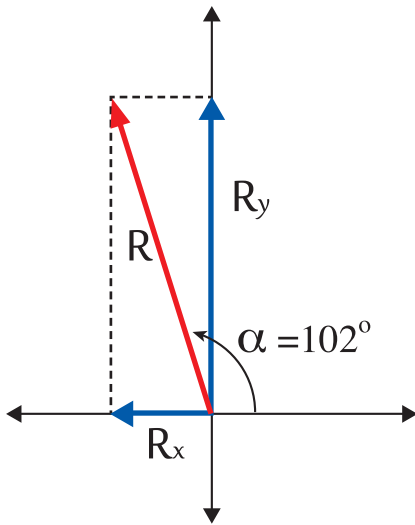
$$R_y = A_y + B_y + C_y$$

$$R_y = 3.48 + 1.5 - 2 = 2.98 \text{ N}$$

(d) نحسب مقدار المُحصلة R من العلاقة

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

انظر الشكل (21-2).



الشكل 25-1: محصلة المركبتين الأفقية والعمودية

(e) لتحديد اتجاه المُحصلة بحساب الزاوية α بين المُحصلة R ومحور x الموجب نستخدم العلاقة:

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

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

سؤال: قارن بين نتائج مقدار واتجاه المُحصلة بيانياً وحسابياً في المثال السابق 12 .

تَحَرَّكَ سائِجٌ مِنْ مَرَكِزِ العاصِمَةِ الدوحةِ نَحْوَ الغربِ وقطَعَ مسافةً 10 km ثم اتجَّهَ جنوبَ الغربِ بزاويةٍ 30° وقطَعَ مسافةً 20 km وأخيراً اتجَّهَ نَحْوَ الشمالِ الشرقيِّ وقطَعَ مسافةً 5 km ليصلَ المَوقِعَ الذي يُريدُه. احسبْ مقدارَ واتجَّاهَ الإزاحةِ بينَ مَرَكِزِ العاصِمَةِ والمَوقِعِ الذي وصلَ إليه السائِجُ.



الأفكار الرئيسية:

- الكميات القياسية: هي الكميات التي تُحدَّد بالمقدار فقط وليس لها اتجاه.
- الكميات المتجهة: هي الكميات التي تُحدَّد بالمقدار والاتجاه معًا.
- مُتجه المُحصلة: هو المُتجه الذي يَنُتج من الجَمْع الاتجاهي لمتجهين أو أكثر معًا.
- تُستخدم الطريقة البيانية أو الحسابية (الجبرية) لإيجاد مُحصلة مُتجهين أو أكثر.
- لإيجاد مُحصلة مُتجهين في بُعدين بالطريقة البيانية نستخدم طريقة المثلث أو مُتوازي الأضلاع.
- لإيجاد مُحصلة أكثر من مُتجهين في بُعدين بالطريقة البيانية نستخدم مُضلع القوى.
- تحليل المُتجه: عملية استبدال المُتجه بمتجهين يُطلق عليهما المركبتين الأفقية والعمودية.
- تُستخدم طريقة تحليل المُتجهات لإيجاد مُحصلة مُتجهين أو أكثر جبريًا.

تقويم الدرس الثاني



1. اختر الإجابة الصحيحة في كلٍ مما يأتي:

1. أيُّ الكميات الآتية كميةٌ مُتجهَةٌ؟

a. الشغل.

b. الكتلة.

c. الحجم.

d. التسارع.

2. رَكَل لاعبٌ كرةً باتجاه يصنع زاويةً 60° فوق محورٍ x الموجبِ بسرعةٍ 40m/s . ما مقدار المركبة

الأفقية لسرعة الكرة بوحدة m/s ؟

a. $40 \cos 30^\circ$

b. $40 \sin 60^\circ$

c. $40 \cos 60^\circ$

d. $40 \tan 60^\circ$

3. مُتجهان A, B حاصلُ جمعها $A+B=0$. ما العلاقةُ بين المُتجهين من حيثُ المقدار والاتجاه؟

a. مُتساويان في المقدار، مُتعاكسان في الاتجاه.

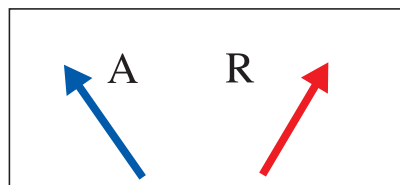
b. مُتساويان في المقدار، وبالاتجاه نفسه.

c. مُختلفان في المقدار، مُتعاكسان في الاتجاه.

d. مُختلفان في المقدار، وبالاتجاه نفسه.

4. أيُّ مُتجهات الإزاحة الآتية يُمثلُ المُتجه B ، بحيثُ إذا جُمع المُتجه B مع المُتجه A ينتجُ

المُتجه R كما في الشكل.



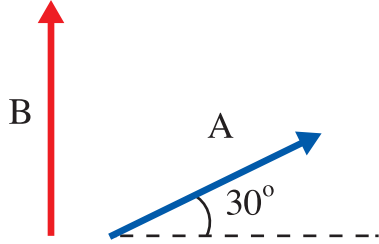
تابع تقويم الدرس الثاني

2. هل يمكن لثلاث قوى مُستوية ومُتساوية في المقدار أن تكون مُحصَلتها تُساوي صفرًا؟ وضح ذلك.

3. قوتان مُتعامدتان مقدارُ مُحصَلتهما 50 N تؤثران في جسمٍ ما ، فإذا كان مقدارُ القوة الأولى 30 N احسب:

a. مقدارُ القوة الثانية.

b. اتجاه المُحصلة.



4. مُتجهتا إزاحة A، B مقدارُ كُلٍّ منهما 20m ، واتجاههما كما في الشكل. أوجد A-B بيانيًا.

5. مُتجهتا سرعة، مقدارُ المُتجه الأول 12 m/s ومقدارُ المُتجه الثاني 9 m/s ومقدارُ مُحصَلتهما 3m/s. أوجد مقدارَ الزاوية بين المُتجهين؟

6. تتحرك سيارةٌ بسرعة v ، فإذا كانت مركبةُ السرعة باتجاه الشرق 8 m/s ومركبةُ السرعة باتجاه الشمال 6 m/s أوجد مقدارَ مُتجه السرعة v وحدد اتجاهه.

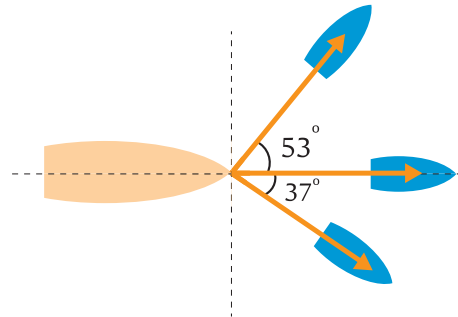
7. ثلاثة قوارب تحاول سحب سفينة مُتعطلة في البحر كما في الشكل ، فإذا كانت قوة الشدِّ لكلِّ قاربٍ 5000 N. احسب:

a- مُحصلة كُلِّ من المركبات الأفقية والمركبات

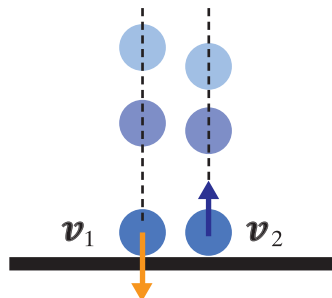
العمودية لقوى الشدِّ.

b- مقدارُ مُحصلة قوى الشدِّ.

c- اتجاه حركة السفينة.



8. سقطت كرةٌ رأسياً لأسفل فاصطدمت بسطح الأرض بسرعةٍ مقدارها 8 m/s كما في الشكل ، ثم ارتدت لأعلى بسرعةٍ 6 m/s. احسب التغيُّر في سرعة الكرة Δv



الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة

Thermal Energy and Temperature

الدَّرْسُ الثالث 3-1

P1006



تُعَدُّ الحرارة عاملاً رئيساً من أجل استمرارية الحياة على سطح الأرض وهي أحد الأشكال الأساسية للطاقة، وقد تطوّرت معرفة الإنسان بالحرارة مع الزمن حتى أصبحت في عصرنا الحالي علماً قائماً بذاته، يُؤثّر في جوانب الحياة المختلفة، فالحرارة تلعب دوراً مهماً ورئيساً في حياتنا وفي التّطورات التكنولوجية والصناعية وفي الطبيعة كذلك مثل حدوث الرياح والأمطار وتغيّر الفصول. وسنتناول في هذا الدرس كلاً من درجة الحرارة، والحرارة، والطاقة الحرارية، وظاهرة الاتزان الحراري إضافةً إلى مقاييس درجة الحرارة وأنظمتها والتحويلات بين تلك الأنظمة.

المُفْرَدَاتُ الرَّئِيسَةُ



Heat	الحرارة
Temperature	درجة الحرارة
Thermal energy	الطاقة الحرارية
Thermal equilibrium	الاتزان الحراري
Absolute zero	الصفر المطلق
Thermocouple	المزدوج الحراري

التَّجَارِبُ وَالْأَنْشِطَةُ

6-1 التمييز بين درجة الحرارة والطاقة الحرارية.

7-1 استقصاء درجة الصفر المطلق للهواء عملياً.

مُخْرَجَاتُ التَّعْلُمِ

يُتَوَقَّعُ في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يتذكّر أن درجة حرارة المادة هي مقياسٌ لمتوسط الطاقة الحركية لجزيئاتها بسبب حركتها العشوائية.
- يوضّح ممّا يتركّب مقياس درجة الحرارة (ميزان الحرارة). وكيف يُمكن التحويل بين مقاييس درجات الحرارة المختلفة.
- يصف الطاقة الحرارية المخزّنة في جسمٍ على أنها طاقة الجزيئات الكلية بسبب حركتها العشوائية.

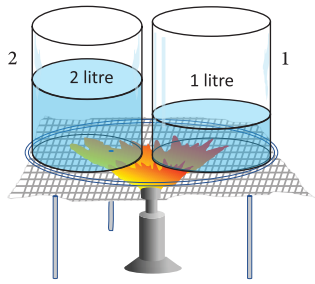
نشاط 6-1



التمييز بين درجة الحرارة والطاقة الحرارية

الأهداف:	يُميِّز بين درجة الحرارة والطاقة الحرارية.
الأدوات:	دورقان زجاجيان سعة كلٍّ منهما 500 ml، لهبٌ بنسن، مقياسُ حرارة عدد 2، ماءٌ، مخبرٌ مُدرَّجٌ.
الأمن والسلامة:	الحذر عند التعامل مع لهبِ بنسن والماء الساخن.

الخطوات:



1. بالتعاون مع أفراد مجموعتك نَقِّدِ الخطوات الآتية:
2. ضَعْ في الدورق الأول 300 ml ماءً وفي الدورق الثاني 100 ml من الماء نفسه مُستخدماً المخبر المُدرَّج.
3. قِسْ درجة حرارة الماء في كلٍّ من الدورقين باستخدام مقياسي الحرارة التي يجب أن تكون مُتساويةً، وسَجِّلِ القراءات في الجدول.
4. سخِّنِ الدورقين على اللهب نفسه، كما في الشكل لفترة زمنية حوالي 5 min ثم أطفِئِ اللهب، وقِسْ درجة حرارة الماء في الدورقين وسَجِّلِ القراءات في الجدول.

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

التحليل:

1. ما العلاقة بين كمية الماء في كلٍّ من الدورقين ودرجة الحرارة النهائية بعد التسخين؟
2. هل كانت الطاقة الحرارية التي تَمَّ تزويدُ الدورقين بها متساوية أم مختلفة؟ وهل درجة حرارة الماء في الدورقين بعد التسخين متساوية؟ ماذا تستنتج؟
3. كيف يُمكنك رَفَعُ درجة حرارة الماء في الدورق الثاني لتصلَ إلى درجة الحرارة نفسها في الدورق الأول؟

الحرارة والطاقة الحرارية Heat and Thermal Energy

إذا دَلَّكَتَ يَدَيْكَ ببعضهما ستُلاحظُ أنَّ حرارتهما ارتفعتُ؛ حيثُ تَحَوَّلَتِ الطاقةُ الحركيةُ إلى حرارةٍ، وبما أنَّ الطاقةَ لا تُفنى ولا تُستحدثُ فيمكننا تَفسيرُ ما حدثَ على أساسٍ واحدٍ وهو أنَّ الحرارةَ شكلٌ من أشكالِ الطاقةِ، وقد أثبتَ العالمُ جيمس جول James Joule في منتصفِ القرنِ التاسعِ عشرَ عامَ 1843 أنَّ الحرارةَ طاقةٌ. ولكنَّ ما الفرقُ بين الحرارة والطاقة الحرارية؟

بِحَسَبِ نموذجِ الحركةِ الجزيئيةِ، فإن جزيئاتِ المادةِ أو ذراتها تكونُ في حالةِ حركةٍ عشوائيةٍ ومستمرةٍ وهذا يعني أنَّ جزيئاتِ المادةِ تمتلكُ طاقةً حركيةً، ويُطلقُ على مجموعِ الطاقةِ الحركيةِ الكليةِ التي تَمْتَلِكُها جميعُ جزيئاتِ المادةِ معاً نتيجةَ حركتها المستمرةِ بالطاقةِ الحراريةِ Thermal Energy. وتُقاسُ الطاقةُ الحراريةُ بوحدةِ الجُول (J) joule وفُوقَ النظامِ الدوليِّ للوحداتِ، وهناك وحداتٌ أخرى أُستخدِمتُ قبل الجُول وما زالت تُستخدَمُ حتى الآن، وهي مُبيَّنةُ في الجدولِ (1-3).

المجال/النظام	الوحدة	العلاقة بين الوحدات
المجال العلمي	calorie(cal) سُعرٌ حراريٌّ	1cal=4.19 J
النظام البريطاني	British Thermal Energy (BTE)	1 BTE=253 J
المجال الصحي والغذائي	Calorie (Cal)	1Cal=1000 cal

جدول 1-3: وحدات مُستخدمة في قياسِ الطاقةِ الحراريةِ



الشكل 1-26: احتراق الورقة يُنتج طاقة.

يُعَدُّ الجُول من الناحيةِ العمليةِ وحدةً صغيرةً جداً لقياسِ الطاقةِ، فالطاقةُ الناتجةُ عن حَرَقِ ورقةٍ كما في الشكلِ (1-26)، تُساوي 8000 J تقريباً.

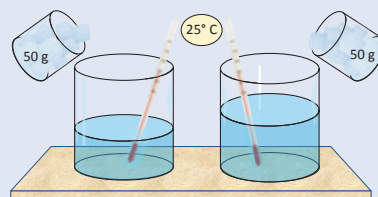
وحَسَبِ نموذجِ الحركةِ الجزيئيةِ، فإنه كلما كان عددُ جزيئاتِ المادةِ أكثرَ (الكتلة أكبر) تكونُ الطاقةُ الحراريةُ المُخزَّنةُ في المادةِ أكبرَ، وكلما ارتفعتُ درجةُ حرارةِ المادةِ زادتُ سرعةُ حركةِ جزيئاتها وزادتُ طاقتها الحركيةُ وهذا يعني زيادةً طاقتها الحرارية.

نَسْتنتجُ مما سبق أنَّ الطاقةَ الحراريةَ المُخزَّنةَ في جسمٍ تَعتمدُ على كتلةِ الجسمِ (عددُ جزيئاتِ المادةِ) وعلى درجةِ حرارةِ الجسمِ (متوسطُ الطاقةِ الحركيةِ للجزيئات).

العلم والعلماء



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



الشكل 1-27: سرعة انصهار الثلج في الوعائين.

في أيِّ الوعائين في الشكل (1-27) ينصهرُ الثلجُ بشكل أسرع في الماء؟ ولماذا؟



اختبر نفسك



الشكل 1-28: انتقال الحرارة من الفنجان إلى اليد.

إذا أردت أن تشرب فنجانًا ساخنًا من الشاي وأمسكت بالفنجان بيدك كما في الشكل (1-28) فإنك تشعر بالحرارة في يدك، إن درجة حرارة فنجان الشاي المرتفعة تعني امتلاك الفنجان طاقة حرارية كبيرة، وبما أن درجة حرارة الفنجان عالية ودرجة حرارة يدك معتدلة فإن جزءًا من الطاقة الحرارية انتقلت على شكل حرارة من الفنجان إلى يدك بينما تشعر بالبرودة عند امساك كأس باردة بسبب انتقال الحرارة من يدك إلى الكأس؛ لذا تُعرف الحرارة heat بأنها الطاقة الحرارية التي تنتقل بين مادتين عند تلامسهما معًا، نتيجة لاختلاف

درجات حرارة المادتين؛ حيث تنتقل الحرارة من المادة ذات درجة الحرارة الأعلى إلى المادة ذات درجة الحرارة الأدنى، أي أن الطاقة الحرارية تنتقل بين المواد على شكل حرارة؛ لذا تُعرف درجة الحرارة بأنها خاصية تُحدّد اتجاه انتقال الحرارة بين جسمين عند تلامسهما.

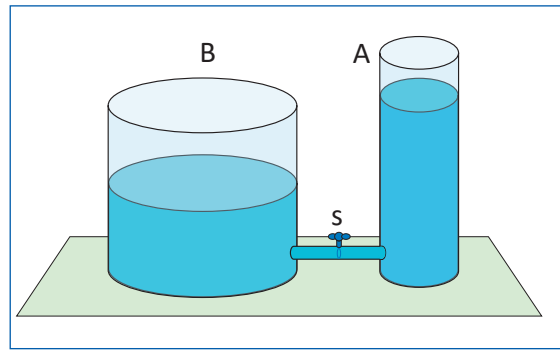
درجة الحرارة Temperature

درجة الحرارة إحدى الكميات الفيزيائية الأساسية التي درستها في النظام الدولي للوحدات، فهي مقياس لحالة الجسم من حيث سخونته والبرودة. نلاحظ في الشكل (1-29) أن الماء البارد ذو درجة الحرارة المنخفضة تكون حركته جزيئاته بطيئة؛ وبالتالي فهي تمتلك مقدارًا قليلًا من الطاقة الحركية، ولكن عند تسخين الماء ترتفع درجة حرارة الماء فتزداد سرعة حركته جزيئاته وبالتالي تزداد الطاقة الحركية لتلك الجزيئات؛ لذا يُمكن تعريف درجة الحرارة Temperature بأنها مقياس متوسط الطاقة الحركية لجزيئات المادة أو ذراتها، وهي لا تعتمد على عدد جزيئات المادة، وتختلف تمامًا عن الطاقة الحرارية التي تمثل المجموع الكلي للطاقة الحركية لجميع جزيئات المادة، كما سبق تعريفها.



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

ويمكن تشبيه الفرق بين درجة الحرارة والطاقة الحرارية للجسم بالفرق بين مستوى الماء في الإناء وكميته؛ حيث إن ارتفاع مستوى الماء يُشبه درجة الحرارة، وكمية الماء تُشبه الطاقة الحرارية. يُبين الشكل (1-30) إنائين فيهما كميتان مختلفتان من الماء، وارتفاع مستوى الماء مختلف في كل إناء. عند فتح الصنبور (s) ينتقل الماء من الإناء A ذي الارتفاع الأعلى إلى الإناء B ذي الارتفاع الأدنى حتى يتساوى مستوى الماء في الإنائين، عندئذ لا تتساوى كمية الماء في الإنائين وتصبح كمية الماء في B أكبر من كمية الماء في A.



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

وكذلك الحال بالنسبة للطاقة الحرارية عند تلامس جسمين مختلفين في درجة الحرارة، فإنها تنتقل من الجسم ذي درجة الحرارة الأعلى إلى الجسم ذي درجة الحرارة الأدنى حتى تتساوى درجتا حرارة الجسمين، وعندئذ قد لا تتساوى الطاقة الحرارية في كل من الجسمين كما هو الحال في كمية الماء. وتجدر الإشارة هنا إلى أن الطاقة الحرارية التي يفقدتها الجسم الساخن تُساوي الطاقة الحرارية التي يكتسبها الجسم البارد؛ بحيث يكون مجموع الطاقة الكلية في النظام ثابتاً، قبل الانتقال وبعده، عندما لا يحدث ضياع في الطاقة، ويتفق هذا مع مبدأ حفظ الطاقة، وعندها يُوصف النظام المُكوّن من الجسمين المتلامسين بأنه نظام حراري مغلق.

1. فسّر اختلاف درجتي حرارة الماء في دورقين يحتويان كميتين مختلفتين من الماء، كما في النشاط (3-5)، رغم تزويدهما بكميتين متساويتين من الطاقة الحرارية.
2. إذا كان لديك دورقان يحتويان كميتين مختلفتين من الماء ولهما درجة الحرارة نفسها، أي منهما يمتلك طاقة حرارية أكبر؟



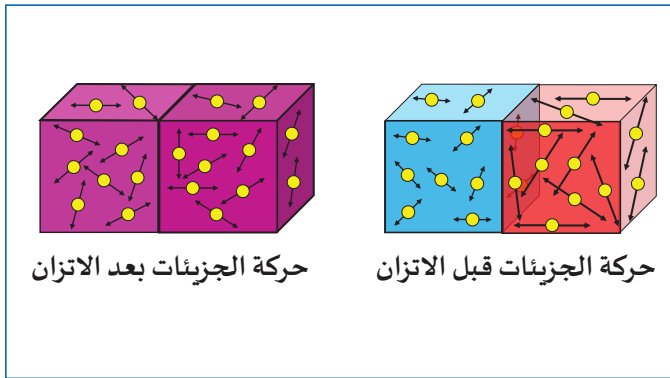
اختبر نفسك

Thermal Equilibrium الاتزان الحراري

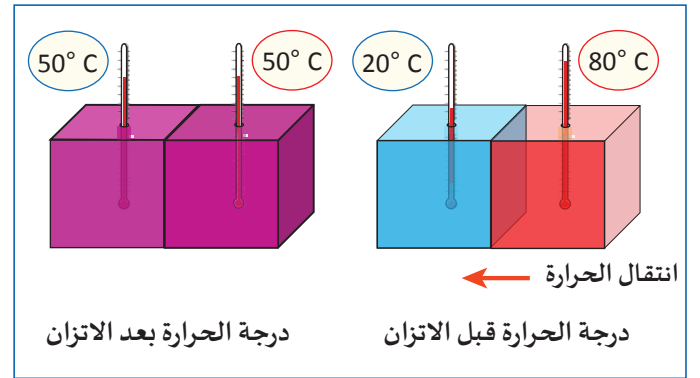
عند إضافة كمية من الحليب البارد إلى كوب من القهوة الساخن، أو عند تبريد علبة عصير دافئة بوضعها في ماء مثلج أو عند وضع قطعة حديد ساخنة جداً في كمية من الماء البارد، فإن الطاقة الحرارية تنتقل من القهوة الساخنة إلى الحليب البارد ومن علبة العصير إلى الماء المثلج ومن قطعة الحديد الساخنة إلى الماء البارد على شكل حرارة. ولكن إلى متى يستمر انتقال تلك الطاقة؟

في الشكل (a/31-1) مكعبان متساويان في الحجم من مادتين من النوع نفسه أحدهما درجة حرارته 80°C والآخر 20°C عند ملامستهما معاً، تنتقل الطاقة الحرارية من المكعب ذي درجة الحرارة الأعلى إلى المكعب ذي درجة الحرارة الأدنى. ويستمر انتقال الطاقة الحرارية حتى تتساوى درجة حرارة الجسمين؛ حيث يحدث في هذه الحالة اتزان حراري وتصبح درجة حرارة الجسمين بعد الاتزان أكبر من 20°C وأقل من 80°C ، أي ما بين قيمتي درجتي حرارة الجسمين قبل الاتزان، حسب نوع وكتلة المادة التي يتكوّن منها الجسمان المتلامسان، والشكل (b/31-1) يبين حركة جزيئات المادتين قبل الاتزان وبعده.

يمكن تعريف الاتزان الحراري Thermal Equilibrium بأنه الحالة التي يصل إليها جسمان مختلفان في درجتي حرارتهما بعد تلامسهما معاً وحدث انتقال في الطاقة الحرارية بينهما من الجسم الأعلى درجة حرارة إلى الجسم الأدنى درجة حرارة؛ حتى يتساويا في درجة الحرارة. وكلما كان الفرق في درجتي حرارة الجسمين أكبر كان مقدار الحرارة التي تنتقل بينهما في وحدة الزمن أكبر، بغض النظر عن العوامل الأخرى. وعند حدوث الاتزان الحراري تكون الطاقة الحرارية المفقودة تساوي الطاقة الحرارية المكتسبة (عندما يكون النظام معزولاً).



(b)

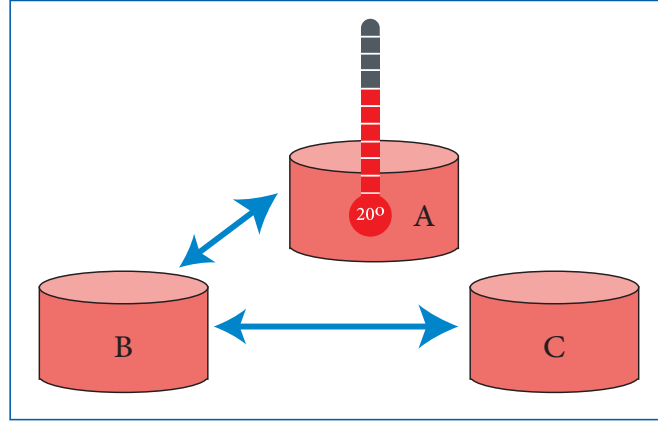


(a)

شكل: a/31-1: تغيّر درجة الحرارة للمادة قبل وبعد الاتزان الحراري، b: تغيّر سرعة حركة جزيئات المادة قبل وبعد الاتزان الحراري.

مثال 18

ثلاثة أجسام A، B، C موضحة كما في الشكل (1-23). إذا كان الجسم A في حالة اتزان حراري مع الجسم B، وكان الجسم B في حالة اتزان حراري مع الجسم C. فما درجة حرارة الجسم C؟



الشكل 1-32: الاتزان الحراري بين عدة أجسام.

الحل

بما أن الجسم A في حالة اتزان حراري مع الجسم B، فإنهما متساويان في درجة الحرارة أي أن درجة حرارة الجسم B تساوي 20°C ، وبما أن الجسم B في حالة اتزان حراري مع الجسم C فإن درجة حرارة الجسم C تساوي 20°C .

1. في المثال السابق هل تتوقع أن يكون الجسم C في حالة اتزان حراري مع الجسم A؟
2. ما الذي يحدث لكل من الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة ومتوسط سرعة حركة الجزيئات في علبة عصير درجة حرارتها 5°C عند وضعها في غرفة درجة حرارة الهواء فيها 25°C ؟



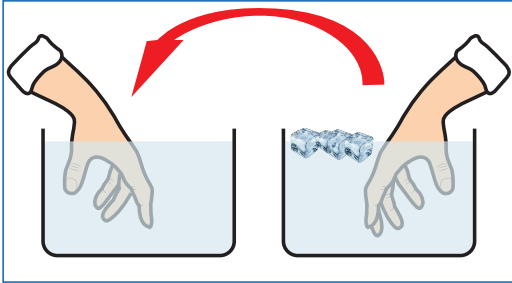
مقياسُ درجة الحرارة Temperature Scale

نستخدمُ حاسةَ اللمسِ لدينا في حالاتٍ ومواقفٍ يوميةٍ كثيرةٍ للتمييز بين الأجسام الساخنة والباردة، فمثلاً نضعُ اليدَ على جبينِ الطفلِ المريضِ لمعرفةِ درجةِ حرارةِ جسمِهِ. لكن هل حاسةُ اللمسِ باليدِ تُعدُّ مقياسًا دقيقًا لدرجةِ حرارةِ الطفلِ؟ ما رأيك في طريقتي قياسِ درجةِ الحرارة في الشكل (1-33).



الشكل 1-33: قياس درجة حرارة المريض.

إذا وَضَعْتَ يَدَكَ الْيُمْنَى فِي كَأْسٍ فِيهَا مَاءٌ بَارِدٌ وَيَدَكَ الْيُسْرَى فِي كَأْسٍ أُخْرَى فِيهَا مَاءٌ دَافِئٌ كَمَا فِي الشَّكْلِ (1-34)، فَإِنَّكَ تُحَسُّ بِرُودَةِ الْمَاءِ بِيَدِكَ الْيُمْنَى وَدِفْئَهَا بِيَدِكَ الْيُسْرَى.



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

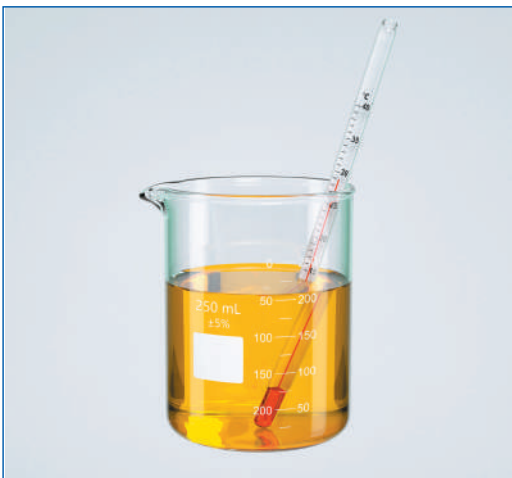
فإذا أَخْرَجْتَ يَدَكَ الْيُمْنَى وَوَضَعْتَهَا مُبَاشَرَةً فِي الْمَاءِ الدَافِئِ مَعَ يَدِكَ الْيُسْرَى فَكَيْفَ تَشْعُرُ؟ لَا شَكَّ أَنَّكَ سَتَشْعُرُ بِيَدِكَ الْيُمْنَى أَنَّ الْمَاءَ سَاخِنٌ، بَيْنَمَا لَا تَزَالُ يَدُكَ الْيُمْنَى تَحْسُ دَافِئًا؛ رَغْمَ أَنَّ دَرَجَةَ حَرَارَةِ الْمَاءِ نَفْسَهَا فِي الْكَأْسِ. هَذَا أَحَدُ الْأَدْلَةِ عَلَى عَدَمِ دَقَّةِ حَاسَةِ اللَّمَسِ بِالْيَدِ فِي تَحْدِيدِ دَرَجَةِ حَرَارَةِ الْأَجْسَامِ؛ لِذَا كَانَ لَا بُدَّ مِنْ اسْتِخْدَامِ مَقَايِيسَ حَرَارَةٍ أَكْثَرَ دَقَّةً وَثَبَاتٍ فِي قِيَاسِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ. وَبِشَكْلِ

عام يَعْتَمَدُ مَبْدَأُ عَمَلِ مَعْظَمِ أَجْهَزَةِ قِيَاسِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ عَلَى خَاصِيَّةٍ فِيزِيَاءِيَّةٍ لِلْمَادَةِ الْمُسْتَعْمَلَةِ فِي مَقْيَاسِ الْحَرَارَةِ، تَتَغَيَّرُ بِتَغْيِيرِ دَرَجَةِ حَرَارَةِ تِلْكَ الْمَادَةِ.

يُعرفُ مَقْيَاسُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ **Thermometer Scale** بأنه جِهَازٌ يُسْتَخْدَمُ لِقِيَاسِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ وَيَعْتَمَدُ عَمَلُهُ عَلَى خَاصِيَّةٍ فِيزِيَاءِيَّةٍ تَتَغَيَّرُ بِشَكْلِ وَاضِحٍ وَمُحَدَّدٍ وَمُنْتَظَمٍ بِتَغْيِيرِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ. كَالْتَّمَدُّ الْحَرَارِيِّ أَوِ التَّغْيِيرِ فِي الْمَقَاوِمَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ أَوِ الْجَهْدِ الْكَهْرَبَائِيِّ، وَيُدْرَجُ مَقْيَاسُ الْحَرَارَةِ بِنَاءً عَلَى هَذَا التَّغْيِيرِ الْمُنْتَظَمِ.

يُعدُّ مَقْيَاسُ الْحَرَارَةِ الزُّبْقِي مِنْ أَشْهَرِ أَجْهَزَةِ قِيَاسِ الْحَرَارَةِ وَأَقْدَمُهَا، وَقَدْ اخْتَرَعَهُ الْعَالِمُ فِهْرَنْهَاتِ Gabriel Fahrenheit ؛ حَيْثُ اعْتَمَدَ فِي تَصْمِيمِهِ عَلَى خَاصِيَّةِ التَّمَدُّدِ الْحَجْمِيِّ لِسَائِلِ الزُّبْقِ، وَقَدْ تَمَّ تَطْوِيرُ مَقْيَاسِ الْحَرَارَةِ الزُّبْقِي عَلَى يَدِ الْعَالِمِ رومر Romer وَلَا يَزَالُ هَذَا الْمَقْيَاسُ مُسْتَخْدَمًا حَتَّى وَقْتِنَا الْحَاضِرِ.

عند اسْتِخْدَامِ مَقْيَاسِ الْحَرَارَةِ لِقِيَاسِ دَرَجَةِ حَرَارَةِ مَادَةٍ مُعَيَّنَةٍ، نَضْعُ طَرَفَ الْمَقْيَاسِ دَاخِلَ الْمَادَةِ كَمَا فِي الشَّكْلِ (1-35) وَنَنْتَظِرُ حَتَّى يَصِلَ الْمَقْيَاسُ إِلَى حَالَةِ اتِّزَانٍ حَرَارِيِّ مَعَ الْمَادَةِ، وَعندها يُمَكِّنُنَا قِرَاءَةُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ بِدَقَّةٍ؛ حَيْثُ يَحْدُثُ اتِّزَانٌ حَرَارِيٌّ بَيْنَ الْمَادَةِ وَالْمِيزَانِ؛ نَتِيجَةً لانتقال الطاقة الحرارية بينهما من الأعلى إلى الأدنى في درجة الحرارة.



الشكل 1-35: قياس درجة الحرارة.

تَتَنَوَّعُ أَجْهَزَةُ قِيَاسِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ فِي أَشْكَالِهَا وَتَرْكِيبِهَا وَطَرِيقَةِ عَمَلِهَا وَمَدَى دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الَّتِي تَقْيِسُهَا، وَتَخْتَلِفُ فِي وَحْدَاتِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ وَذَلِكَ حَسَبَ مُتَطَلِبَاتِنَا وَحَاجَاتِنَا، وَمِنْ أَهْمِّ أَجْهَزَةِ قِيَاسِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْمَعْرُوفَةِ:

1. مقياس الحرارة السائل Liquid Thermometer

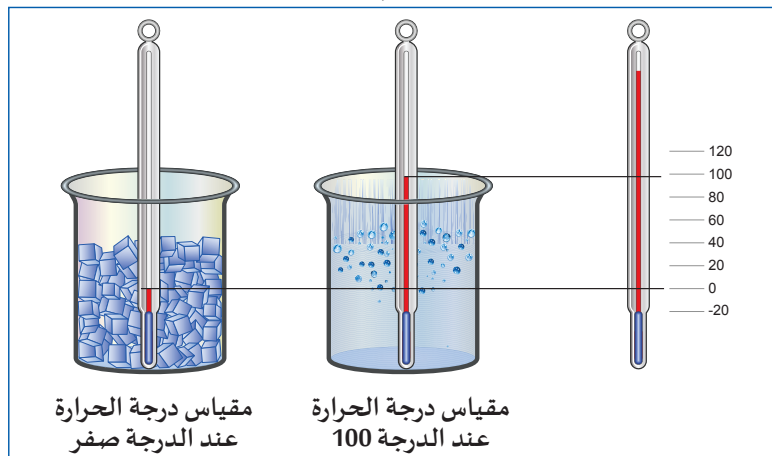
مقياس الحرارة السائل يُعدُّ من أكثر الأنواع شيوعاً خاصةً في الاستخدامات المنزلية والطبية، ويتركَّب من ساق زجاجية شفافة بداخلها تجويف رفيع مغلق الطرفين، كما في الشكل (1-36)، يُشكِّل مَجْرَى السائل، وينتهي أحد طرفيه بمستودع صغير مملوء بسائل مناسبٍ مثل الزئبق، ويُرسَّم على الساق الزجاجية التدرُّج المناسب حسب استخدامه.



الشكل 1-36: تركيب مقياس درجة الحرارة الزئبقي.

يَعتمدُ مبدأ عمل مقياس الحرارة السائل على التَّغْيِير المنتظم لحجم السائل مع تَغْيِير درجة الحرارة، فعندما ترتفع درجة حرارة السائل بداخل مستودع المقياس يتمدد السائل فيزداد حجمه، وبما أن السائل محصور في مَجْرَى ضيق ذي مقطع عرضي ثابت، فإن تَمَدُّد السائل يؤدي إلى تَغْيِير ارتفاعه في المَجْرَى؛ بحيث يتناسب التَّغْيِير في كلِّ من حجم السائل وارتفاعه في الأنبوب مع ارتفاع درجة الحرارة، وتكونُ العلاقة بين درجة الحرارة وارتفاع عمود السائل علاقةً خطيةً ضمنَ مجالاتٍ معينةٍ من درجة الحرارة التي يُستخدمُ عندها المقياس؛ هذه العلاقة الخطية تجعلُ معايرة مقياس درجة الحرارة وتدرُّجُه مُهمَّةً سهلةً نسبياً.

يُعايرُ مقياس درجة الحرارة نسبةً إلى درجة حرارة محددة ومعروفة، وقد تم اعتماد درجة تَجَمُّدِ الماء النقي ودرجة غليانه عند الضغط الجوي 1 atm؛ حيث يُوضَعُ مقياس درجة الحرارة في مزيج من الماء والجليد لفترةٍ حتى يستقرَّ ارتفاع السائل في المقياس. وتُوضَعُ علامة 0° C، انظر الشكل (1-37). ثم يُوضَعُ المقياس في ماءٍ يغلي لفترةٍ حتى يستقرَّ ارتفاع السائل في المقياس، وتُوضَعُ علامة 100° C على المقياس ثم تُقسَّمُ المسافة بين هاتين العلامتين إلى 100 مسافةٍ متساويةٍ كلُّ مسافةٍ تُمثِّلُ درجةً سلسيوس واحدةً.



الشكل 1-37: معايرة مقياس الحرارة السائل.

يَتِمُّ اختيارُ السائل في المقياس بحيثُ يَتَغْيَرُ حجمه بسرعةٍ عند أيِّ تَغْيِيرٍ طفيفٍ في درجة الحرارة، أي أنَّ حجم السائل يَتَمَدَّدُ أو يَتَقَلَّصُ عند أيِّ ارتفاعٍ أو انخفاضٍ في درجة الحرارة مهما كان صغيراً. وأفضلُ سائلٍ من حيثُ دقَّةُ القياس وسرعةُ استجابته للتغْيِير في درجة الحرارة، هو

الزئبق ولكن بسبب خطورته كونه سائلاً ساماً، يُستعاض عنه بسائل كحوليّ ملون. وتوجد أشكالٌ عدّة لمقياس الحرارة السائل نذكر منها:

المقياسُ الزئبقيّ: مدى درجات الحرارة التي يمكن قياسها بواسطته كبير؛ حيث إن درجة تجمّد الزئبق (-39°C) ودرجة غليانه (357°C) وهذه ميزة من ميزات الزئبق إضافةً إلى ميزات أخرى.

المقياسُ الكحوليّ: مدى درجات الحرارة التي يمكن قياسها أقلّ من الزئبق؛ حيث إن درجة تجمّد الكحول (-115°C) ودرجة غليانه (79°C) والجدول (4-1) يبيّن خصائص كلّ من مقياسي الحرارة الزئبقيّ والكحوليّ.

مقياس الحرارة الزئبقيّ	مقياس الحرارة الكحوليّ
	
فضي اللون يُمكن رؤيته.	عديم اللون؛ لذا يُصبغ باللون الأحمر أو الأزرق.
يستجيب بسرعة كبيرة لتغيّر درجات الحرارة.	يستغرق وقتاً أطول للاستجابة لتغيّر درجات الحرارة.
مدى درجات الحرارة التي يُمكن قياسها كبير.	مدى درجات الحرارة التي يُمكن قياسها قليل.
درجة غليانه عالية 357°C	درجة غليانه منخفضة 79°C
درجة تجمّده عالية -39°C	درجة تجمّده منخفضة -115°C
لا يلتصق بالزجاج.	يلتصق بالزجاج ولكن بدرجة قليلة جداً.
السائل خطّراً (سام).	السائل آمن.
تكلفته عالية.	تكلفته منخفضة.

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

وحيث إن درجة حرارة جسم الإنسان تقع ضمن مدى القياس لكلّ من المقياسين؛ فإنه يُمكن استخدام أيّ منهما لقياس درجة حرارة جسم الإنسان؛ حيث يُدرج مقياس الحرارة الطبيّ من 35°C إلى 42°C وتكون دقته بمقدار 0.1°C .

2. مقياس الحرارة الكهربائي Electrical Thermometer

يَعتمد مبدأ عمله على خاصية فيزيائية أخرى لقياس درجة الحرارة، هي التَّغْيُرُ المنتظم في المقاومة الكهربائية أو فرق الجهد الكهربائي بتغيُّر درجة الحرارة، ويُستخدم هذا النوع لقياس درجات الحرارة العالية جدًا إضافة إلى الدرجات المنخفضة جدًا، وهناك نوعان منه هما:



الشكل 38-1: المزدوج الحراري.

a. **المزدوج الحراري Thermocouple** مبدأ عمله يَعتمدُ على التَّغْيُرِ المنتظم في فرق الجهد الكهربائي بتغيُّر درجة الحرارة، ويُستخدم في الصناعات والمختبرات و لقياس درجات الحرارة العالية التي تصل أحيانًا إلى 2800° C. وهو سهل الاستخدام وتكلفته قليلة وصلب يصعب كسره، ولكن حساسيته منخفضة. أنظر الشكل (1-38).

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 250° C و 960° C ، لكن تكلفته عالية نسبيًا ويحتاج إلى بطارية لتشغيله.

3. مقياس الحرارة الرقمي Digital Thermometer

المقياس الرقمي حاليًا هو الأكثر انتشارًا خاصة في الاستخدامات المنزلية والطبية كونه أكثر أمنًا وأسهل استخدامًا؛ حيث تظهر درجة الحرارة على شكل أرقام. وتعمل هذه المقاييس على مبادئ متعددة منها تغيُّر خاصية المقاومة الكهربائية، الجهد الكهربائي، والأشعة المنبعثة من الأجسام. انظر الشكل (1-39).



الشكل 39-1: أشكال مختلفة من المقاييس الرقمية.

إثراء:

مقياس الحرارة الغازي

يعمل على مبدأ تغيُّر إِمَّا حجم الغاز أو ضغطه بتغيُّر درجة حرارته، ويتراوح مدى درجات الحرارة التي يقيسها بين 270° C إلى 1500° C.



4. مقياس الحرارة الإشعاعي Radiation Thermometer

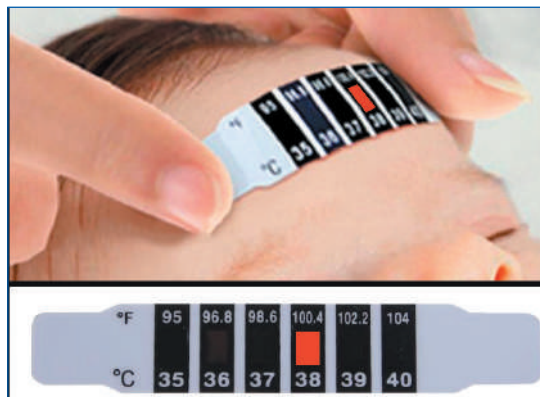
يعمل على مبدأ كشف الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الجسم المراد قياس درجة حرارته بواسطة كاشف الأشعة، كما في الشكل (1-40) حيث تتناسب طاقة تلك الأشعة مع درجة حرارة المصدر، ويتميز بأنه يُستخدم عن بعد دون الحاجة إلى التلامس مع الجسم المراد قياس درجة حرارته، ويتراوح مدى درجات الحرارة التي يقيسها من الدرجة 30°C إلى الدرجة 650°C . ويُستخدم هذا النوع لقياس درجة حرارة جسم الإنسان بتوجيهه داخل الأذن أو على الجبين.



الشكل 1-40: مقياس الحرارة الإشعاعي.

5. مقياس البلورات السائلة Liquid Crystal Thermometer

تُستخدم فيه مجموعة مختلفة من البلورات السائلة مرتبة بالتدرج لكل درجة حرارة، ويعمل المقياس على مبدأ تغير إضاءة البلورات بتغير درجة الحرارة، وهو سهل وتكلفته قليلة ولكن إضاءة البلورات خافتة، ويُوجد منها على شكل شريط يُستخدم لقياس حرارة الجسم. كما في الشكل (1-41).



الشكل 1-41: مقياس الحرارة/البلورات السائلة.

أنظمة قياس درجات الحرارة Temperature Measuring Systems

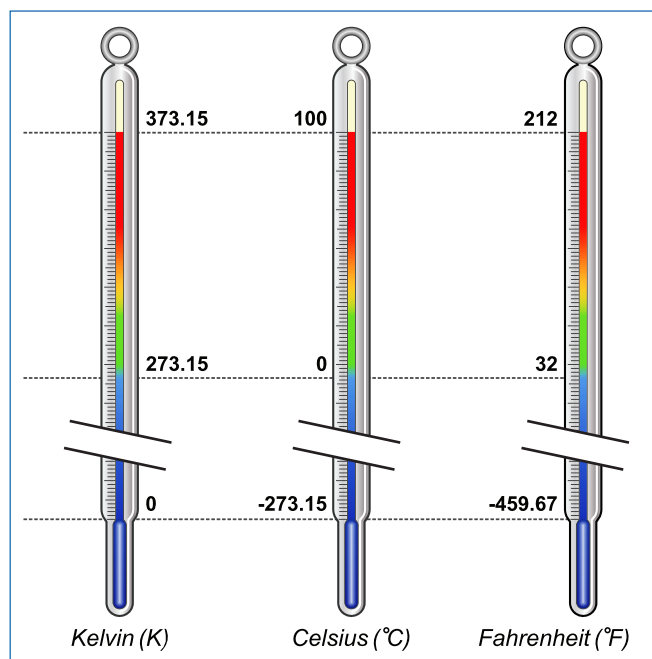
في الوقت الحاضر، يَنتشر استخدامُ ثلاثة أنظمة لقياس درجات الحرارة، هي سلسيوس وفهرنهايت وكلفن. في حين أنه تُوجد أنظمة أخرى تُستخدم للتعبير عن درجة الحرارة، منها رومر، رانكلن، نيوتن. وفي النظام الدولي للوحدات SI تُستخدم «الكلفن» وحدة دولية لقياس درجة الحرارة، إلا أنه قد شاع استخدام نظام سلسيوس (المثوي) في قياس درجة الحرارة لسهولة وبساطته. وفيما يأتي توضيح للمقاييس الثلاثة لدرجات الحرارة المستخدمة في الوقت الحالي:

1. نظام فهرنهايت (°F) Fahrenheit

صمّمه العالم الفيزيائي الألماني جابريل فهرنهايت Daniel Gabriel Fahrenheit عام 1724، وهو أول نظام لقياس درجات الحرارة، ويُرمز لهذا النظام بالرمز °F؛ حيثُ درجة تجمّد الماء تحت الضغط الجوي 32° F (1 atm) ودرجة غليان الماء 212° F، وقُسمت المسافة بينهما إلى 180 تدرّجًا متساويًا كلّ تدرّج يُعادل درجة فهرنهايت واحدة. انظر الشكل (42-1).

2. نظام سلسيوس (°C) Celsius

صمّم هذا النظام العالم السويدي أندرس سلسيوس Anders Celsius عام 1747، ويُرمز لهذا النظام بالرمز °C، ويعتمد في معايرة تدرّجه على درجتَي تجمّد المياه وغليانه؛ حيثُ يصل الماء إلى التجمّد تحت الضغط الجوي (1atm) عند درجة حرارة صفر، ويصل إلى الغليان عند درجة حرارة 100، وقُسمت المسافة بينهما إلى 100 تدرّج متساوٍ كلّ تدرّج يعادل درجة سلسيوس واحدة، ويُستخدم في معظم دول العالم ما عدا الولايات المتحدة الأمريكية التي تُطبّق نظام فهرنهايت. انظر الشكل (42-1).



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

3. نظام كلفن (K) Kelvin

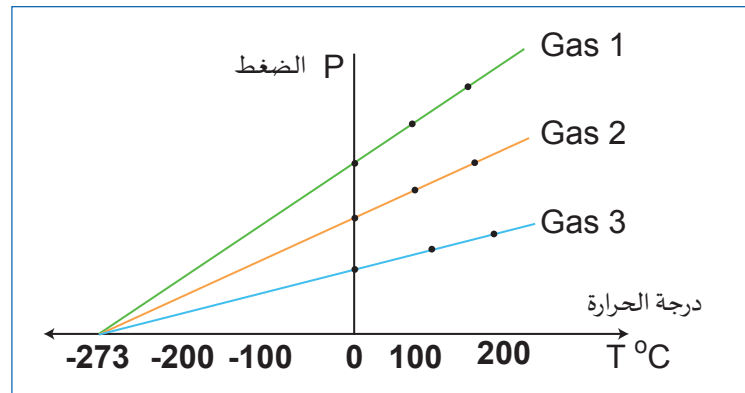
إثراء:

يعتقد العلماء أن درجة الصفر المطلق تُوجد في أطراف الكون البعيدة جدًا عن مصادر الطاقة، إلا أنه تمّ التوصل عمليًا في المختبر إلى درجة حرارة قريبة من الصفر المطلق، عندما أمكن تبريد غاز الهيليوم إلى الدرجة -272.2°C التي تُعادل تقريبًا 0.95 K وتمثّل درجة انصهار الهيليوم عند ضغط عالٍ جدًا. وأقل درجة حرارة تمّ الوصول إليها لغاية الآن هي: 10^{-10} K تحت ظروف خاصة جدًا.

صمّم هذا النظام العالم الفيزيائي والمهندس البريطاني اللورد كلفن Lord Kelvin عام 1852 ويُرمز لهذا النظام بالرمز K، ومقياس الكلفن هو مقياس لدرجة الحرارة المطلقة بحيث تكون درجة الحرارة بوحدة الكلفن موجبة دائمًا، وتبدأ من 0 K (الصفر المطلق)، وتكون درجة انصهار الثلج على هذا المقياس 273.15 K ودرجة غليان الماء 373.15 K ويفصل بين هاتين القيمتين مائة درجة متساوية. والكلفن هو وحدة قياس درجة الحرارة في النظام الدولي للوحدات، ونادرًا ما يُستخدم هذا النظام في الحياة اليومية؛ إذ أنه يُستخدم في القياسات والأبحاث العلمية.

اعتمد نظاما الفهرنهايت والسلسيوس في تدرّجيهما على درجتَي تجمّد الماء وغليانه، وهاتان الدرجتان تتغيّران بتغيّر الضغط الجوي؛ لذا قام العالم كلفن بتحديد تدرّج مطلق لدرجة الحرارة يعتمد على طبيعة المادة؛ حيث أجرى دراسة للعلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة لأكثر من غاز، وتوصّل نظريًا إلى أنه عند درجة حرارة (-273.15°C) يصل ضغط الغاز إلى الصفر، انظر الشكل (1-43).

وتمّ اعتبار درجة الحرارة هذه درجة الصفر المطلق وتمّ مُعايرة باقي التدرّجات الأخرى بالنسبة للصفر المطلق. لذا يُعرّف الصفر المطلق (0 K) في تدرّج كلفن: بأنه درجة الحرارة التي يصل عندها ضغط الغاز المحصور إلى الصفر، وتُعادل (-273.15°C) وهي أدنى درجة حرارة يُمكن أن تصل إليها المادة نظريًا؛ حيث تُصبح عندها الطاقة الحركية لجزيئات المادة عند أقل قيمة لها. ولا يُمكن الوصول إلى هذه الدرجة بصورة عملية.



الشكل 1-43: تحديد درجة الصفر المطلق.

ما الذي تتوقع حدوثه لكل من سرعة دقائق الغاز والمسافات فيما بينها إذا أمكن خفض درجة حرارتها إلى الصفر المطلق.



اختبر نفسك

نشاط 7-1



استقصاء درجة الصفر المطلق عملياً

الأهداف:

يحدد درجة الصفر المطلق عملياً من خلال العلاقة بين حجم الهواء ودرجة حرارته بثبات ضغطه.

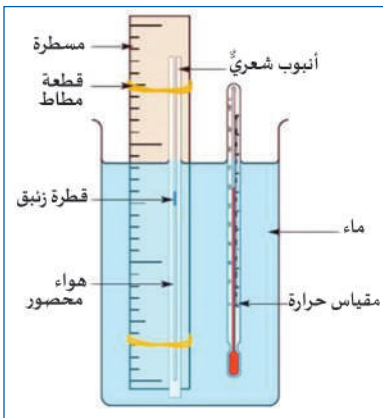
الأدوات:

أنبوب شعري مغلق من طرف واحد، حمض الكبريتيك المركّز أو الزئبق، مسطرة مدرّجة، مقياس حرارة، كأس زجاجية، ماء، ثلج، مصدر حراري.

الأمّن والسلامة:

الحذر في التعامل مع حمض الكبريتيك أو الزئبق.

الخطوات:



يقوم مُحضّر المختبر بإدخال قطرة من حمض الكبريتيك أو الزئبق في الأنبوب الشعري بحيث يحجز كمية من الهواء داخله؛ وذلك بتسخين الأنبوب ثم غمر طرفه المفتوح في حمض الكبريتيك (أو الزئبق) ومن ثم تبريده.

وبالتعاون مع أفراد مجموعتك نَقِّد الخطوات الآتية:

1. ثَبَّتِ الأنبوب الذي تَمَّ تجهيزه على المسطرة المدرّجة، كما هو موضح في الشكل، ثم أغمره في الماء.

2. ضَعْ قطعاً من الثلج في الماء لتبريده، ولاحظ حركة القطرة، وعندما تُثَبَّتِ القطرة قِسْ طول عمود الهواء الذي يُعَبَّر عن الحجم، ثم قِسْ درجة الحرارة وسجِّلْهما في الجدول.

3. سَخِّنِ الماء ببطء، وقِسْ طول عمود الهواء عند درجات حرارة مختلفة. وسجِّلِ القراءات في الجدول.

درجة الحرارة (°C)	طول عمود الهواء (cm)

4. مَثِّلِ العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة بيانياً باستخدام برمجية Excel بوضْعِ درجة الحرارة على محور x والحجم على محور y .

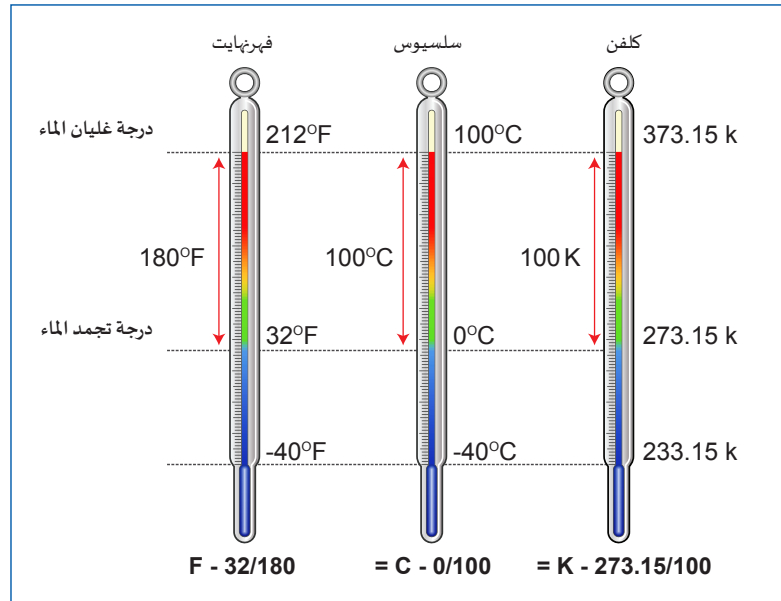
5. أكْمَلْ رَسْمَ امتدادِ مُنْحَى العلاقة حتى يَتَقاطَعَ مع محور x السالب (درجة الحرارة) وَحَدِّدْ نقطة تقاطع المنحنى مع هذا المحور.

التحليل:

1. ما نوع العلاقة بين حجم الهواء ودرجة حرارته؟
2. ما مقدار درجة الحرارة عند نقطة تقاطع المنحنى مع محور x السالب؟ ماذا تُمَثِّلُ هذه النقطة؟
3. هل تعتقد أن القيمة التي تُمَثِّلُها نقطة تقاطع المنحنى مع محور x تنطبق على جميع الغازات؟

تحويل درجات الحرارة Temperature Conversion

عند مقارنة التدرجات في أنظمة قياس درجات الحرارة الثلاثة، كما في الشكل (1-44)، فإنه يمكن التوصل للعلاقة الرياضية الآتية لتحويل درجات الحرارة بين أنظمة القياس الثلاثة (السلسيوس، الفهرنهايت، الكلفن):



الشكل 1-44: تدرج أنظمة قياس درجة الحرارة؛ فهرنهايت، سلسيوس، كلفن.

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

من هذه العلاقة الرياضية العامة، يُمكن اشتقاق علاقات فرعية بين كلِّ نظامي قياس، كما هو مبين في الجدول (1-5)؛ وذلك لتسهيل إجراء التحويلات من نظام قياس إلى آخر.

العلاقة المستخدمة	التحويل بين نظامي القياس
$K = ^{\circ}\text{C} + 273.15$	سلسيوس $^{\circ}\text{C}$ $\leftrightarrow$ كلفن K
$\frac{^{\circ}\text{C}}{100} = \frac{(^{\circ}\text{F} - 32)}{180}$	سلسيوس $^{\circ}\text{C}$ $\leftrightarrow$ فهرنهايت $^{\circ}\text{F}$

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

مثال 19

متوسط درجة الحرارة على سطح كوكب المريخ (-55°C) ، كم تُساوي هذه الدرجة حسب نظام كلفن؟

الحل

للتحويل من سلسيوس إلى كلفن نستخدم العلاقة في الجدول:

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273.15$$

$$K = -55 + 273.15 = 218.15 \text{ K}$$

مثال 20

احسب درجات الحرارة وفق نظام سلسيوس التي تكافئ درجات الحرارة الآتية:
 100 K ، 250 K ، (-176°F) ، 50°F .

الحل

نستخدم العلاقات في الجدول السابق على النحو الآتي:

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

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

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

$$3) \quad ^{\circ}\text{C} = K - 273.15 = 250 - 273.15 = -23.15^{\circ}\text{C}$$

$$4) \quad ^{\circ}\text{C} = K - 273.15 = 100 - 273.15 = -173.15^{\circ}\text{C}$$

مثال 21

درجة حرارة الجو في يوم بارد جدًا تُساوي (-10°C) ما درجة الحرارة المكافئة لها حسب نظام فهرنهايت؟

الحل

من سلسيوس إلى فهرنهايت:

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

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

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

مثال 22

قاسَ طالبُ درجةَ حرارة زميله فكانت (104° F) ، كم تُكافئُ هذه الدرجة في نظامِ كلفن؟

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

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

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

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

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$$

$$\text{K} = 40 + 273.15 = 313.15 \text{ K}$$

الحلُّ

هل درجة حرارة زميله طبيعية؟

1. درجة غليان الهيدروجين السائل (C - 252.9) ما مقدار هذه الدرجة في كلّ من نظامِ فهرنهايت ونظامِ كلفن؟

2. من الأنظمة المستخدمة لقياس درجة الحرارة نظامي كلفن وسلسيوس، اكتب تشابهاً واحداً واختلافاً واحداً بين النظامين.



اختبر نفسك

مراجعةُ الدرسِ الثالث

الأفكار الرئيسية:

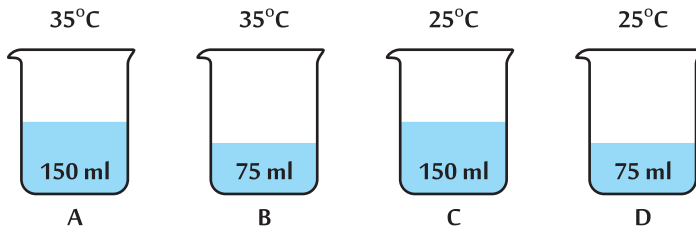
- الطاقة الحرارية هي مجموع الطاقة الحركية الكلية التي تمتلكها جميع جزيئات/ذرات المادة معاً.
- الحرارة هي الطاقة الحرارية التي تنتقل بين مادتين متصلتين معاً نتيجةً لاختلاف درجتي حرارة المادتين المتصلتين معاً.
- درجة الحرارة هي مقياسٌ لمتوسط الطاقة الحركية لذرات أو جزيئات المادة، وهي لا تعتمد على عدد جزيئات/ذرات المادة.
- عند تسخين المادة تزداد سرعة جزيئاتها / ذراتها فيزداد متوسط الطاقة الحركية لها؛ وبالتالي يزداد مجموع الطاقة الحركية الكلية التي تمتلكها جميع جزيئات / ذرات المادة.
- الاتزان الحراري هو الحالة التي تتساوى فيها درجتا الحرارة لجسمين أو مادتين أو نظامين مختلفين في درجات الحرارة عندما يتصلان معاً؛ وذلك نتيجة انتقال الحرارة من الجسم ذي درجة الحرارة الأعلى إلى الجسم ذي درجة الحرارة الأدنى.
- فرق درجات الحرارة بين جسمين متلامسين يُشكّل العامل الأساس في انتقال الحرارة بين الجسمين.
- مقياس درجة الحرارة جهازٌ يُستخدم لقياس درجة الحرارة ومبدأ عمله يعتمد على خاصية فيزيائية للمادة المُستخدمة في المقياس تتغير بشكل واضح ومُحدد ومُنظم بتغير درجة الحرارة، كالتمدد الحراري أو التغير في المقاومة الكهربائية.
- مبدأ مقياس الحرارة السائل يعتمد على التغير المنتظم في حجم السائل بتغير درجة الحرارة.
- مبدأ عمل مقياس الحرارة الكهربائي يعتمد على التغير المنتظم في فرق الجهد الكهربائي أو المقاومة الكهربائية بتغير درجة الحرارة.
- مبدأ عمل مقياس الحرارة الإشعاعي يعتمد على كشف الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الجسم المراد قياس درجة حرارته.
- الصفر المطلق 0 K: هي درجة حرارة الغاز المحصور التي يصل عندها ضغطه نظرياً إلى الصفر، وتُعاادل (-273.15°C) وهي أدنى درجة حرارة يُمكن أن تصل إليها المادة نظرياً.
- أنظمة قياس درجات الحرارة متعددة أشهرها فهرنهايت والسلسيوس والكلفن؛ حيث يُمكن تحويل درجات الحرارة من نظام لآخر.

تَقْوِيمُ الدرسِ الثالث



1. اختَرِمْزَ الإجابة الصحيحة في الأسئلة الآتية:

أربعة أوعية تحتوي كميات مختلفة من الماء كما في الشكل، بالاعتماد على المعلومات في الشكل أجب عن السؤالين الأول والثاني:



1. أي الأوعية يمتلك طاقةً حراريةً أكبر؟

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D

2. أي من الأوعية الآتية تنتقل بينهما الحرارة وفي أي اتجاه إذا ما تلامسا؟

- a. من A إلى B
- b. من B إلى A
- c. من A إلى C
- d. من C إلى A

3. ما هي درجة غليان الماء حسب مقياس كلفن؟

- a. 212 K
- b. 273.15 K
- c. 100 K
- d. 373.15 K

4. أي درجات الحرارة الآتية تمثل أقل درجة حرارة؟

- a. 0 k
- b. 0 °C
- c. 0 °F
- d. جميعها متساوية

5. ما العامل الذي يعتمد عليه حدوث اتزان حراري بين جسمين عند تلامسهما معاً؟

- a. الطاقة الحرارية لكل من الجسمين.
- b. درجة حرارة كل من الجسمين.
- c. نوع مادة الجسمين.
- d. كتلة كل من الجسمين.

تابع تقويم الدرس الثالث

2. ما الخطأ في هذه العبارة « إذا أعطيت جسمين، فإن الجسم الذي درجة حرارته أعلى يمتلك طاقةً حراريةً أكبر »؟ 
3. طفل درجة حرارته على مقياس كلفن 312 K أوجد درجة حرارته حسب كل من نظامي سلسيوس وفهرنهايت؟ هل درجة حرارة الطفل طبيعية؟ علماً بأن درجة حرارة الإنسان السليم ما بين $(36.5^{\circ}\text{C} - 37.5^{\circ}\text{C})$.
4. علّل كلّاً من العبارات الآتية: 
- a. حجم مقياس الحرارة (حجم السائل داخل مقياس الحرارة) يجب أن يكون أصغر من حجم المادة المراد قياس درجة حرارتها؟
- b. عدم استخدام الماء الملون بدلاً من الزئبق في مقياس الحرارة السائل كونه عديم التكلفة ويتمدد بالحرارة.
5. أوجد درجة الحرارة التي تتساوى عندها القراءة في نظام سلسيوس معها في نظام فهرنهايت. 
6. اكتب اسم مقياس الحرارة الذي يعتمد مبدأ عمله على كل من الخصائص الفيزيائية الآتية:
- a. تغير حجم السائل بتغير درجة الحرارة.
- b. تغير المقاومة الكهربائية بتغير درجة الحرارة.
- c. تغير فرق الجهد الكهربائي بتغير درجة الحرارة.
- d. تغير لون البلورات السائلة بتغير درجة الحرارة.
7. قارن بين مقياسي الحرارة الزئبقي والكحولي حسب الجدول الآتي:

المقياس \ الخاصية	الدقة	درجة تجمده	درجة غليانه	مدى درجات الحرارة التي يقيسها	التكلفة
الزئبقي					
الكحولي					

تابع تقويم الدرس الثالث

8.  كميتان من الكحول مختلفتان في الحجم ولكن الطاقة الحرارية في كلٍ منهما متساوية، فهل تكون درجة حرارتهما متساوية؟ وضح ذلك؟
9. حول درجات الحرارة الآتية إلى أنظمة قياس الحرارة المطلوبة:
- 100 K إلى فهرنهايت.
 - 50°F إلى سلسيوس.
 - 30°C إلى كلفن.
10. يُستخدم الأكسجين السائل في الصواريخ وتبلغ درجة غليانه (-183°C)، كم تبلغ درجة غليانه على مقياسي كلفن وفهرنهايت؟
11.  استشارك أحد الأشخاص لشراء مقياس حرارة للاستخدام المنزلي من أجل قياس درجة حرارة أطفاله، اخترا أسماء ثلاثة مقاييس تنصح بها مرتبة حسب الأفضلية مبيّنًا سبب الاختيار؟

تقويم وحدة الفيزياء



1. اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. أيُّ الكميات الآتية يُسمَّى كميةً مشتقةً؟

a. شدة الإضاءة

b. التيار الكهربائي

c. الكثافة

d. درجة الحرارة

2. أيُّ القيم الآتية تُساوي 5 MW ؟

a. $5 \times 10^{-6} \text{ W}$

b. $5 \times 10^6 \text{ W}$

c. $5 \times 10^{-3} \text{ kW}$

d. $5 \times 10^{-15} \text{ W}$

3. ما وحدة قياس الكتلة حسب النظام الدولي للوحدات؟

a. g

b. kg

c. Mg

d. mg

4. أيُّ الكميات الفيزيائية الآتية كمية قياسية؟

a. الإزاحة.

b. القوة.

c. التسارع.

d. الطاقة.

تابع تقويم وحدة الفيزياء

5. ركل لاعب كرة القدم بزاوية 50° فوق محور (x) السالب بسرعة 20 m/s . ما مقدار المركبة الأفقية

لسرعة الكرة بوحدة (m/s)؟

a. $20 \sin 130^\circ$

b. $20 \cos 130^\circ$

c. $20 \sin 50^\circ$

d. $20 \cos 50^\circ$

6. في أي من الحالات الآتية تتساوى إزاحة الجسم مع المسافة التي يقطعها؟

a. جسم تحرك على محيط دائرة بمقدار نصف دورة.

b. جسم تحرك على محيط دائرة بمقدار دورة كاملة.

c. جسم تحرك في خط مستقيم إلى الشرق مسافة (2d) ثم إلى الغرب مسافة (d).

d. جسم تحرك في خط مستقيم إلى الشرق مسافة (d).

7. إذا شكّلت أربعة متجهات متساوية في المقدار مقدار كل منها A شكلاً رباعياً مغلقاً، عند جمعها بيانياً. ما

مقدار محصلة تلك المتجهات؟

a. $4A$

b. $2A$

c. A

d. 0

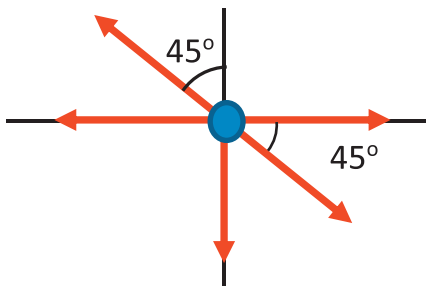
8. قوتان متعامدتان محصلتهما 10 N ومقدار القوة الأولى 6 N ، ما مقدار القوة الثانية؟

a. 16 N

b. 4 N

c. 8 N

d. 2 N



تابع تقويم وحدة الفيزياء

9. قاربٌ سرعته 15m/s باتجاه الشرق في المياه الساكنة، ما مقدار واتجاه مُحصلة سرعة القارب إذا

تَحرَّك في عَكس اتجاه مَجري نهر سرعته مياهه 10m/s باتجاه الغرب.

a. 25m/s باتجاه الغرب.

b. 25m/s باتجاه الشرق.

c. 5m/s باتجاه الغرب.

d. 5m/s باتجاه الشرق.

10. تؤثر في جسم خمس قوى متساوية في المقدار وفي اتجاهات مختلفة كما في الشكل، في أي اتجاه

يَتحرَّك الجسم؟

a. الشرق.

b. الجنوب.

c. الغرب،

d. الجنوب الشرقي.

11. أيُّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بتزويد الأجسام بالطاقة الحرارية؟ 

a. تقلُّ كمية الحرارة اللازمة لتسخين الجسم بزيادة الفرق بين درجتي حرارته الابتدائية والنهائية.

b. تقلُّ كمية الحرارة اللازمة لتسخين الجسم بزيادة السعة الحرارية النوعية لمادته.

c. تزداد السعة الحرارية النوعية لمادة الجسم بزيادة كتلته.

d. تزداد السعة الحرارية للجسم بزيادة السعة الحرارية النوعية لمادته.

12. ما مقياس درجة الحرارة الذي يتميز بإمكانية استخدامه دون الحاجة إلى اتصاله مع الجسم المراد قياس

درجة حرارته؟

a. مقياس البلورات السائلة.

b. مقياس الحرارة الإشعاعي.

c. المزدوج الحراري.

d. مقياس المقاومة الكهربائي.

تابع تقويم وحدة الفيزياء

13. ما هي درجة تجمُّد الماء حسب مقياس فهرنهايت؟ 

a. 0°F

b. 273.15°F

c. 212°F

d. 32°F

14. أيُّ مما يأتي توصف بأنها خاصية تُحدِّد انتقال اتجاه الحرارة من جسمٍ إلى آخر؟

a. الطاقة الحرارية.

b. الاتزان الحراري.

c. السعة الحرارية.

d. درجة الحرارة.

15. تنخفض درجة حرارة الجو أحياناً في الأيام الباردة إلى 10°C ، كم تكافئ هذه الدرجة على مقياس كلفن؟

a. 263.15 K

b. 273.15 K

c. 283.15 K

d. 373.15 K

2. بَمَ يمتاز النظام الدولي للوحدات عن غيره من الأنظمة الأخرى للوحدات؟

3. اشتق وحدة كلٍّ مما يأتي:

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

b. القدرة الكهربائية $P = IV$ حيث I : التيار الكهربائي ، $V = IR$ حيث R : المقاومة الكهربائية ووحدتها أوم

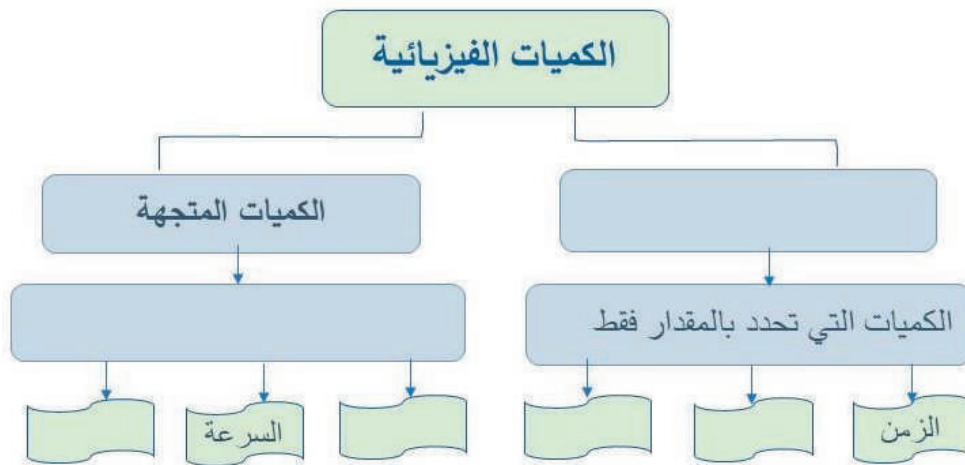
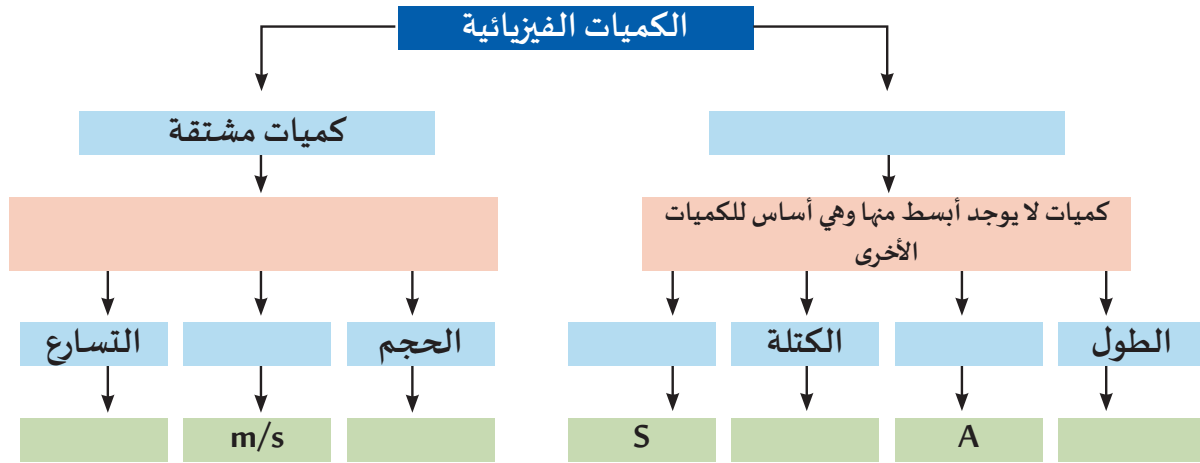
(Ω) في النظام الدولي.

c. ثابت 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. أكمل الخرائط المفاهيمية الآتية:

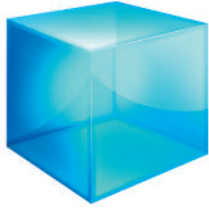


5. حوّل الكميات المبينة في الجدول الآتي إلى البادئات المقابلة لكل كمية منها:

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. مكعب زجاجي طول ضلعه 2.5 cm، احسب ما يأتي، ثم عبّر عن النتيجة بالصيغة القياسية علمًا بأن



كثافة الزجاج 2.4 g/cm^3 :

a. حجم المكعب بوحدة m^3 ؟

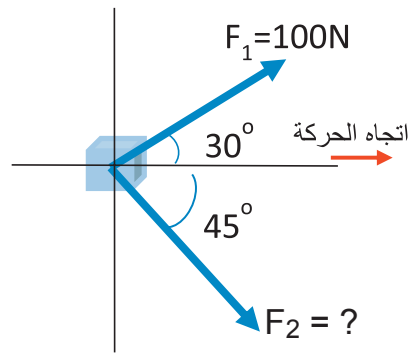
b. كتلة المكعب بوحدة kg ؟

7. أعد كتابة الفقرة الآتية، مستخدمًا الصيغة القياسية في التعبير عن الأرقام.

«كوكب المريخ رابع الكواكب من حيث البعد عن الشمس، متوسط بعده عن الشمس يساوي 228,000,000

km تقريبًا، يبلغ قطر كوكب المريخ 6791 km، وتُعاذل كتلته 0.000,000,322 من كتلة الشمس.»

8. أثرت قوتان F_1 ، F_2 في جسم حر الحركة كما في الشكل المجاور؛ فتحرّك الجسم باتجاه محور (x) الموجب.



أوجد:

a. مقدار القوة F_2

b. مقدار محصلة القوتين.

9. أكمل بيانات الجدول الآتي المتعلقة بتحليل المتجهات:

مقدار المتجه	اتجاه المتجه (الزاوية θ بين المتجه ومحور x الموجب)	المركبة الأفقية	المركبة العمودية
50 N	0°		
8 m/s			-8 m/s
	240°	-50 m	
		7 m/s^2	7 m/s^2

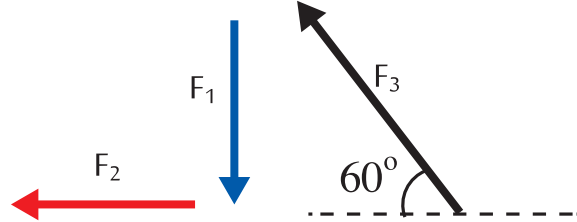
10. قوتان مقدار كل منهما F ، ومقدار محصلتهما يساوي F . أجب عما يأتي:

a. احسب مقدار الزاوية بين القوتين.

b. حدّد اتجاه المحصلة.

تابع تقويم وحدة الفيزياء

11. أوجد مقدار واتجاه مُحصلة القوى المُمثلة في الشكل بيانيًا.



12. صف تركيب الشريط ثنائي الفلّز، موضحًا استخداماته وطريقة عمله. ثم فسّر سبب انحنائه بالاعتماد على نموذج الحركة الجزيئية للمادة.

13. أذكر ثلاث نقاط يجب مراعاتها عند تصميم مقياس الحرارة السائل؟

14. علّل كلّاً من العبارات الآتية:

a. عملية معايرة مقياس الحرارة الزئبقي أو الكحولي سهلة نسبيًا.

b. لا يصلح مقياس الحرارة الكحولي لقياس درجة غليان الماء.

c. عند استخدام مقياس الحرارة السائل ننتظر فترة قليلة من الزمن قبل أخذ القراءة.

15. هل يؤثر تمدد مادة الساق الزجاجية في مقياس الحرارة السائل في دقة قراءة المقياس؟ وضح ذلك.

16. قيس درجة حرارة شخص، فوجدت 102°F . إذا علمت أن درجة حرارة الإنسان السليم تقع بين

(36.5°C و 37.5°C) هل درجة حرارة الشخص طبيعية أم لا؟

17. ما هو مقياس الحرارة الأنسب لقياس كلّ مما يأتي:

a. درجة حرارة شخص مريض.

b. درجة تجمّد الأكسجين (-218°C).

c. درجة حرارة قطعة معدنية في آلة حرارية درجة حرارتها 300°C .

d. درجة غليان الألومنيوم 2470°C .

18. أوجد درجة الحرارة التي تكون عندها قراءة مقياس الحرارة فهرنهايت مثلي قراءة مقياس الحرارة السلسيوس.

19. حول درجات الحرارة الآتية إلى أنظمة قياس الحرارة المطلوبة:

a. درجة غليان الماء على قمة افريست 70°C إلى فهرنهايت.

b. متوسط درجة الحرارة على سطح القمر نهارًا 98°C إلى كلفن.

20. ناقش مدى صحة هذه العبارة "الحرارة هي مقياس للطاقة الحرارية".

C1002

وحدة الكيمياء

محتويات الوحدة:

1-2 الجدول الدوري للعناصر Periodic Table Of Elements	الدرس الأول:
2-2 التركيب الإلكتروني وتصنيف العناصر Electronic configuration and Classification of Elements	الدرس الثاني:
3-2 تدرُّج خواصِّ العناصر. Trend in properties of elements	الدرس الثالث:
4-2 النشَّاطُ الكِيمِيائيُّ للعناصر. Chemical reactivity of elements	الدرس الرابع:

الدَّرْسُ الْأَوَّلُ 1-2

[illegible]

واصل الإنسان اكتشافه العناصر
منذ القدم، ومع تطور معرفة العلماء عن
المكونات الأساسية للذرات، واكتشافهم
للكثير من العناصر، وملاحظتهم للتشابه
بينها في بعض الصفات واختلافها في
صفات أخرى، فقد تركّزت الجهود
لترتيب هذه العناصر وفق صفاتها
وخواصها. فما الجهود التي بذلها العلماء
لكي يتمكنوا من وضع العناصر جميعها
في جدول واحد؟ وكيف تتدرّج العناصر في

المُفْرَدَاتُ الرَّئِيسَةُ

Mendeleev's Table	جَدُولُ مِندَلِيَف
Periodic Table	الجَدُولُ الدَّوْرِيّ
Atomic mass	الْكُتْلَةُ الذَّرِيَّةُ
Group	مُجْمُوعَةٌ
Period	دَوْرَةٌ
Periodic	دَوْرِيّ
Periodicity	الدَّوْرِيَّةُ
Representative elements	العُنَاصِرُ الْمُثَلَّةُ
Alkali Metals	الْفِلِزَّاتُ الْقَلَوِيَّةُ
Alkaline Earth Metals	الْفِلِزَّاتُ الْقَلَوِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ
Halogens	الهَالُوجِينَاتُ
Noble Gases	العُنَاصِرُ النَّبِيلَةُ
Main Transition elements	العُنَاصِرُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ الرَّئِيسَةُ
Inner Transition elements	العُنَاصِرُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ الدَّاخِلِيَّةُ
isotopes	النُّظَائِرُ
Radioactivity	النَّشَاطُ الْإِشْعَاعِيّ

التَّجَارِبُ وَالْأَنْشِطَةُ

1-1 جَدولُ مندلیف.

2-1 ترتيبُ العناصرِ وفقَّ أسلوبِ مندليف.

3-1 الجدول الدوري للعناصر.

مُخْرَجَاتُ التَّعْلَمِ

يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:

- يتعرّف جَدولٌ مِندليف الدَّورِيّ، بوصفِهِ وسيلةٌ لتصنيفِ العناصرِ وفقاً لخصائصها.
- يُجري نشاطاً لمحاكاةِ اشتقاقِ جَدولِ مِندليف الدَّورِيّ، باستخدامِ معلوماتٍ عن العناصرِ المعروفةِ حتَّى عامِ 1869.
- يستنتجُ أَنَّ العناصرَ ذاتِ الخصائصِ المتشابهةِ مرتَّبةٌ في أعمدةٍ في الجدولِ الدَّورِيّ، وأنَّ خصائصَ العناصرِ تتغيَّرُ تدريجياً خلالَ الصُّفوفِ.
- يربطُ التصنيفَ الدَّورِيّ الحديثَ بالتركيبِ الإلكترونيِّ للعناصرِ. ويشرحُ من خلالِ النظائريّ كيف أدَّى هذا إلى تغيُّرِ الترتيبِ الذي اقترحه مِندليف، وإلى اكتشافِ عناصرٍ ما بعدَ اليورانيومِ.

بلغ عدد العناصر المعروفة في عام 1861م حوالي 61 عنصراً، وكان على علماء الكيمياء أن يتعرفوا على خواص تلك العناصر بالإضافة إلى المركبات العديدة التي يكوّنها كل عنصر منها. ولكن ذلك يبدو صعباً 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	
الهدف:	جدول مندليف
المواد الأدوات:	يجري محاكاة لاشتقاق جدول مندليف بطاقات ملوّنة، وأقلام ملوّنة
خُطوات العمل: 1. أرسم جدولاً على ورقة بيضاء؛ بحيث يحتوي الجدول على 3 صفوف أفقية، و3 أعمدة رأسية. 2. أدرس البطاقات التي يوزّعها المعلم على المجموعات والتي تحمل كل منها البيانات الخاصة بكل عنصر؛ مثل: العدد الذري، ودرجات الانصهار، ودرجات الغليان، والنشاط الكيميائي. 3. تعاون مع زملائك في المجموعة في ترتيب البطاقات في مربعات جدول فارغ حسب التشابه في خواصها، وكذلك حسب التدرج في خواصها.	
التحليل: 1. هل وجدت نمطاً متكرراً من الخواص في الجدول؟ 2. هل تركت فراغات في الجدول؟ 3. بافتراض أن هناك عنصراً لم يكن معروفاً في وقت وضع الجدول، كيف تتوقع خصائصه؟	
الاستنتاج: 	

الجَدول الدَّوريّ لمندليف Mendeleev's Table



الشكل 1-1: مُجسَّم ضخمٌ للجَدول الدَّوري في سلوفاكيا تكريمًا للعالم مندليف

تمَّ تكريمُ العالمِ الكيميائيِّ الروسيِّ ديمتري مندليف بعد مرور 150 عامًا مُنذُ أعلَنَ في عام 1869م عن أوَّل جَدولٍ دوريٍّ يتمُّ فيه ترتيبُ العناصرِ الكيميائية المكتشفة في ذلك الوقت، وكان عدُّها 63 عنصراً. انظر الشَّكل (1-1)؛ الذي يحوي مجسِّمًا ضخماً لمندليف وجَدولِهِ.

الجَدول الدَّوري لمندليف								
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	I: 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 2-1: الجَدول الدَّوري لمندليف

فقد أعدَّ العالمُ الكيميائيُّ مندليف قائمةً بالعناصر الكيميائية التي كانت معروفةً آنذاك، وقامَ بجمعها في جَدولٍ سُمِّيَ فيما بعدُ بجَدولٍ مندليف، أو الجَدول الدَّوريِّ لمندليف، واعتمدَ في ترتيبه على التدرُّج في الكُتلة الذريَّة لهذه العناصر. انظر الشَّكل (2-1).

حيثُ قام مندليف بمحاولاتٍ عدَّةٍ لتصنيفِ العناصر، بعد أن لاحظَ تشابهاً في بعض صفاتها. فبدأ بكتابة أسماء العناصر المكتشفة آنذاك على بطاقاتٍ، وكتبَ بجانبِ كُلِّ عنصُرٍ بعضَ الخصائص الثَّابتة المعروفة عنه، مثل: درجة الانصهار، والكثافة، واللون، والكُتلة الذريَّة، وكذلك عددِ الروابط التي يستطيع العُنصرُ تكوينها. وقد لاحظَ أنَّ هناك نمطاً محدداً يتكرَّرُ من خلالِ ترتيبِ هذه العناصر حسبَ الزيادة في الكُتلة الذريَّة، ممَّا يعني أنَّ العُنصرَ له الخاصِّيَّةُ نفسُها التي يمتلكها العُنصرُ الذي يقعُ في العمودِ نفسه من الجَدول الدَّوريِّ، سواءً أكانَ فوقه أم تحته. فوجدَ مندليف أنَّ هناك صفاتٍ محدَّدة تتكرَّرُ بعدَ عددٍ معيَّن من العناصر، وبترتيبِ العناصر في خطٍّ مستقيم:

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

ما المهاراتُ التي اعتمدَ عليها مندليف في تصنيفِ العناصر؟



اختبر نفسك

حيثُ وَجَدَ أَنَّ بعضَ الصفاتِ تتشابهُ وتتكرَّرُ في الليثيوم (Li) والصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K)؛ لذلك وضعَهَا في عمودٍ واحدٍ، وَجَدَ أيضًا أَنَّ هُنَاكَ تشابهًا كبيرًا في الصفاتِ بين البريليوم (Be) والمغنسيوم (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 قَادَهُ ذلك إلى وَضْعِ العناصرِ المتشابهةِ بعضها تحتَ بعضٍ. كما هو موضحٌ في الجدول (1-1).

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

الجدول 1-1: ترتيب بعض العناصر في الجدول الدوري لمندليف

وأطلقَ على الجدولِ كلمةَ دوري **Periodic**، لأنَّ خواصَّ العناصرِ تتكرَّرُ بشكلٍ دوريٍّ في كلِّ صفٍّ أفقيٍّ (وهذا ما يُسمَّى الدَّوريَّة **Periodicity** في صفاتِ العناصرِ) وعلى الرُّغم من وجودِ علماءٍ آخرين قاموا بوضعِ جداولٍ مشابهةٍ لجدولِ مندليف، إلَّا أنَّ مندليفَ كانَ أوَّلَ مَنْ أعلنَ عن جَدْوَلِهِ.

وعلى الرُّغم من هذا لم يكنْ جَدْوَلُ مندليف مكتملاً؛ لأنَّ ترتيبَ العناصرِ فيه اعتمدَ على زيادةِ الكتلةِ الذَّريَّةِ للعناصرِ، فلمْ يستطعْ تفسيرَ عدمِ وجودِ بعضِ العناصرِ، وكذلك لم يفسرْ سببَ تدرُّجِ الخواصِّ الكيميائيةِ للعناصرِ. وقد تركَ هذا الترتيبُ ثلاثةَ فراغاتٍ بجدوله؛ حيثُ أخبرَ مندليفُ أنَّ هذه الفراغاتِ ستُملأُ بعناصرٍ سيتمُّ اكتشافُها فيما بعد، ومن خلالِ موقعِ هذه العناصرِ في جَدْوَلِهِ استطاعَ أن يبيِّنَ خواصَّ كُلِّ منها وخصائصها الفيزيائيةِ ويشار إلى هذه العناصرِ بالرمزِ «؟»، انظر الجدول (2-1).

الفراغ بين العناصر			اسم العُنْصُر وفوق مَندَلِيف		الكتلة الذَّرِيَّة		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 السِّيلِكون	جرمانيوم	72	72.59	5.5	5.35	عالية	937
B	?	Y	شبيه البورون	سكانديوم	44	44.96	3.5	3	عالية	1538

الجدول 2-1: توقُّع مندليف لمواقع بعض العناصر وخصائصها الفيزيائية

وبعد مرور سنواتٍ عدةٍ على جَدولِ مِندليف، استطاع الكيميائيون اكتشافَ العناصرِ الثلاثةِ المفقودة من الجدول؛ وهي السكندسيوم، والجاليوم، والجرمانيوم. وكانت خواصُّها تشبه ما ذكره مِندليفُ عنها إلى حدٍّ كبير.

يَتَّبَعُ أُسْلُوبُ مِندَلِيفٍ فِي تَرْتِيبِ الْعُنَاصِرِ.

الهدف:

بطاقات^٢ عليها مقطع^٣ من الجدول الدَّوْرِي للعناصر.

المواد الأدوات:

أُدُسْ وزميلك بطاقةَ الجدولِ الدَّورِيِّ التي أحضرها لك معلّمك، كما هو مبينٌ في الشكل.

[illegible]

التَّحْلِيلُ :

1. لديك جزء من الجدول الدوري يحتوي على فراغات لعناصر غير مكتشفة، اتبع أسلوب منديليف للتنبؤ بخواص هذه العناصر وكتلتها الذرية، ثم ضع رمز العنصر الافتراضي الذي يناسب كل فراغ. علمًا بأن العدد الكتلي للعناصر الافتراضية الآتية هو:



2. ما نقاطُ القُوَّةِ في جَدولِ مِندَلِيف؟ وما نقاطُ الضَّعْفِ فيه؟

الاستنتاج :

لا سبيلناج :

يُمكن تلخيص نقاط القُوَّة ونقاط الضعف في جدول مندليف للعناصر، كما هو موضح في الجدول (1-3).

نقاط القُوَّة	نقاط الضعف
صحَّح الكتل الذريَّة لبعض العناصر والتي كانت مُقدَّرة خطأً في السابق؛ فمثلاً تنبأ بقيمة الكتلة الذريَّة للبريليوم 9، وقد وجد فيما بعد أنَّ الكتلة الصحيحة هي 9.01.	أخلَّ بالترتيب التصاعديِّ لبعض العناصر؛ فوضعها في أماكن غير صحيحة.
ترك أماكن فارغةً لعناصر جديدةٍ تَوَقَّع اكتشافها بعد أن حدَّد قِيَم كتلتها الذريَّة وخواصَّها؛ مثل: عُصْر مجهول سَمَّاه (إيكا سيليكون)، أيَّ شبيه السيليكون، وقد تم اكتشافه عام 1886م، وأُطلق عليه اسمُ الجرمانيوم، وكانت له الخواصُّ نفسُها التي توقَّعها مندليف.	وضع أكثرَ من عُنصرٍ في مربَّع واحدٍ؛ مثل: النيكل، والكوبالت. لم يفسِّر سبب تدرج الخواص الكيميائية.
	لم يتطرَّق جدولُ مندليف إلى العناصر النَّبيلة؛ لأنَّها لم تكن معروفةً حينها. ولم يتطرَّق إلى النظائر؛ لأنَّها لم تكن معروفةً أيضًا في ذلك الوقت.

الجدول 1-3: نقاط القوة والضعف في جدول مندليف

ماذا تعني الدَّوريَّة في صفاتِ العناصر؟



اختبر نفسك

الجدول الدَّوريُّ الحَدِيثُ Modern Periodic Table

في ضوءِ المستجداتِ والحقائق العلمية الجديدة أصبحَ جدولُ مندليف بحاجةً إلى تعديلٍ؛ حيثُ يحتوي الجدولُ الدَّوريُّ الحَدِيثُ على العناصر الكيميائية التي تم اكتشافها حتى الآن، ويختلفُ عن جدولِ مندليف من حيثُ ترتيبُ العناصر، وشكلُ الجدول نفسه، فإذا دَقَّقَت النظرَ في الجدول الدَّوريُّ الحَدِيثُ، ستجد أن آخرَ عمودٍ من العناصر لم يكن موجودًا في جدولِ مندليف، هذا العمود يضم الغازات النبيلة؛ وهي عناصر غازيةٌ في الهواء الجوي ليس لها لون أو رائحة، ولم يتم التعرفُ إليها في زمنِ مندليف؛ لأنها لا تكوِّن مركبات معروفة.

وعندما تم اكتشاف هذه العناصر فيما بعد، وُجدَ أن الكتلة الذريَّة لعنصر الأرجون أكبرُ بقليل من الكتلة الذريَّة لعنصر البوتاسيوم، والذي يقع في المجموعة الأولى من الجدول الدَّوريِّ، في حين أن الأرجون ينتمي إلى مجموعة العناصر النبيلة، وهذا يعني وجودَ عُنصرين في جدولِ مندليف وُضِعَا في المكان غير المناسب وفقًا لمبدأ تزايد الكتلة الذريَّة للعناصر؛ حيثُ إنَّ الأرجون يسبق البوتاسيوم في جدولِ مندليف مع

أن كتلته الذرية أكبر، وكذلك اكتشاف النظائر (التي سيتم دراستها لاحقاً) لعددٍ من العناصر الكيميائية، والتي لم يكن لها مكانٌ في جدولٍ مندليف؛ مما دفع العلماء إلى اعتماد مبدأ آخر لترتيب العناصر في الجدول الدوريّ وهو تزايد العدد الذريّ.

وفي عام 1913م، تمكّن العالم موزلي من خلال دراسة الأشعة السينية إلى إيجاد علاقة بين طاقة الأشعة السينية (أشعة X) وموقع العنصر في الجدول الدوريّ؛ حيث أعطى موزلي كلّ عنصر رقماً متسلسلاً، فالعنصر الذي يُنتج أشعةً سينية ذات طاقة أقل يُعطى رقماً أقل، وأطلق موزلي على هذا الرقم العدد الذريّ؛ ولذلك يأخذ الهيدروجين رقم 1، والهيليوم رقم 2، والليثيوم رقم 3، وهكذا، وبذلك يتطابق رقم العنصر مع موقعه المتسلسل في الجدول الدوريّ، مما يعني الوصول إلى النتيجة الآتية: تظهر الدورية في صفات العناصر إذا رُتبت حسب تسلسل أعدادها الذرية، وتبيّن للعالم موزلي أن العدد الذريّ يمثّل عدد البروتونات في النواة.

وقد اكتمل الجدول الدوريّ للعناصر في وقتنا الحالي، عندما قام الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC بإضافة أربعة عناصر جديدة في عام 2015م، حتى وصل عدّد العناصر الموجودة في الجدول الدوريّ الحديث إلى 118 عنصراً. وقد توالّت اكتشافات العناصر وتصنيعها حتى أصبح الجدول الدوريّ الحديث، كما هو موضّح في الشكل (1-3).

أطلقت الأمم المتحدة على عام 2019م اسم «العالم للجدول الدوريّ»، باعتباره أحد أهمّ الإنجازات التي شهدتها العلوم الحديثة، ولما له من أثرٍ بارزٍ في تطوّر العلم والتّقنية الحديثة، وبناءً على دوره في توفير الحلول العلمية للتحديات العالمية في مجالات الطّاقة، والتّعليم، والزّراعة، والصّحة، وتعزيز التنمية المُستدامة في هذه المجالات.

الجدول الدوري للعناصر

1 IA H Hydrogen 1.008	2 He Helium 4.002602	3 Li Lithium 6.94	4 Be Beryllium 9.012182	5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.99840323	10 Ne Neon 20.1797	11 Na Sodium 22.98976928	12 Mg Magnesium 24.305	13 Al Aluminum 26.9815386	14 Si Silicon 28.085	15 P Phosphorus 30.973761998	16 S Sulfur 32.06	17 Cl Chlorine 35.45	18 Ar Argon 39.948	19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955912	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938044	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933194	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.921595	34 Se Selenium 78.9718	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798	37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90584	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90637	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium (98)	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.414	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.757	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29	55 Cs Cesium 132.90545196	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanoids	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.94788	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.222	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.966569	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980399	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)	87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89-103 Actinoids	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (268)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (270)	108 Hs Hassium (285)	109 Mt Meitnerium (276)	110 Ds Darmstadtium (281)	111 Rg Roentgenium (282)	112 Cn Copernicium (285)	113 Nh Nihonium (286)	114 Fl Flerovium (289)	115 Mc Moscovium (289)	116 Lv Livermorium (293)	117 Ts Tennessine (294)	118 Og Oganesson (294)	57 La Lanthanum (138.90547)	58 Ce Cerium (140.127)	59 Pr Praseodymium (140.90766)	60 Nd Neodymium (144.242)	61 Pm Promethium (144.91274)	62 Sm Samarium (150.36)	63 Eu Europium (151.964)	64 Gd Gadolinium (157.25)	65 Tb Terbium (158.92535)	66 Dy Dysprosium (162.50014)	67 Ho Holmium (164.93032)	68 Er Erbium (167.259)	69 Tm Thulium (168.93032)	70 Yb Ytterbium (173.05468)	71 Lu Lutetium (174.967)	89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium (232.0377)	91 Pa Protactinium (231.03688)	92 U Uranium (238.02891)	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (288)	102 No Nobelium (289)	103 Lr Lawrencium (260)
-----------------------------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------------------	--------------------------	----------------------------	------------------------------	----------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	-------------------------------	---------------------------------------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	---------------------	-------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---	------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------

اللائقانيات
اللائقانيات

الشكل 1-3: الجدول الدوريّ الحديث

نشاط 3-1



الجدول الدوري للعناصر

الهدف:

يصمم جدولاً دورياً لعددٍ من العناصر.

المواد الأدوات:

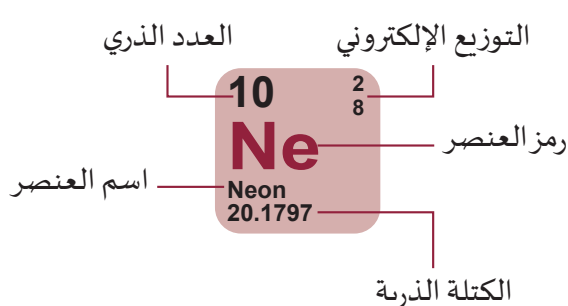
بطاقات ملونة، علبة ألوان مائية أو خشبية، مقص، مسطرة، لاصق صمغي.

الأمّن والسلامة:

إحذرو عند استخدام المقص.

خطوات العمل:

مفتاح عُنصر النيون.



1. تعاون مع زملائك في تصميم بطاقات مربعة الشكل، مدوّناً على كلّ بطاقة اسم العنصر ورمزه وعدده الذري وكتلته الذرية وعدد إلكترونات مستوى الطاقة الأخير كما في مفتاح عُنصر النيون في الشكل المقابل، على أن تبدأ البطاقات من العنصر الذي له العدد الذري 3، وتنتهي بالعنصر الذي له العدد الذري 36 (استثن الأرقام من 21 إلى 30).

2. لَوّن العناصر التي لها نفس عدد إلكترونات المستوى الأخير باللون نفسه.

3. ألصق البطاقات على لوحة جدالية بشكلٍ مُرتّب حسب زيادة عددها الذري من 3 إلى 10؛ بحيث ينتج عنها صفّ أفقي.

4. قارن بين عدد إلكترونات مستوى الطاقة الأخير في العناصر. وألصق باقي البطاقات حسب زيادة العدد الذري من 11 إلى 18 في صفّ أفقي آخر، ثم من 19 إلى 36 في صفّ ثالث.

التحليل:

1. ما أوجه الشبّه والاختلاف بين العناصر في الصفوف: الأول، والثاني، والثالث في اللوحة التي صممتها، والجدول الدوري للعناصر؟

2. لو أحضر زملاؤك في المجموعة بطاقات أخرى عليها أعداد ذريّة من 49 إلى 54، فما الأسس التي تعتمد عليها لكي ترتبها في جدولك؟

الاستنتاج:

.....

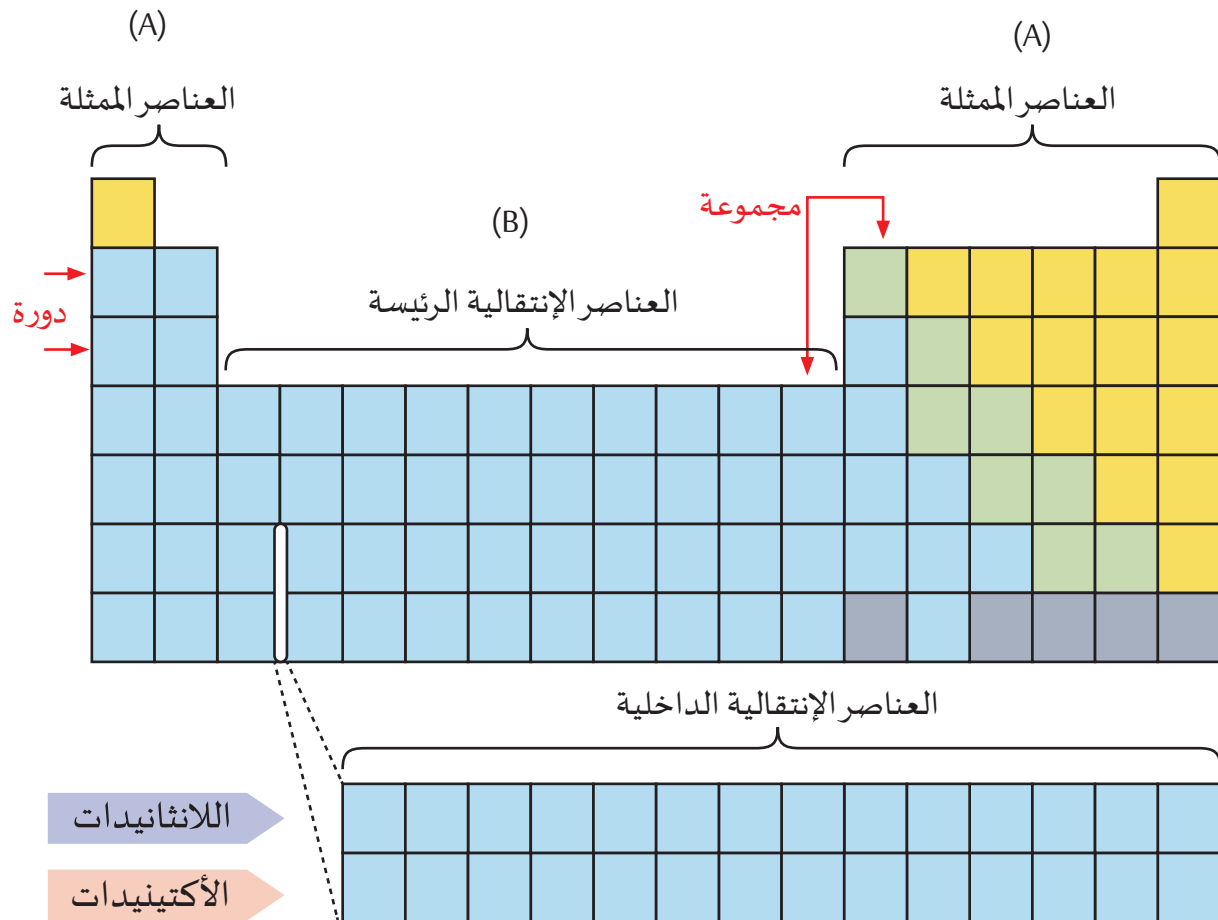
.....

.....

الدَّوراتُ والمَجْموعاتُ في الجدول الدَّوريّ

Periods and Groups in the Periodic Table

يتكوّن الجدول الدَّوريّ من معالمٍ رئيسيةٍ، فهو يتكوّن من صفوفٍ أفقيّةٍ تُسمّى دَوَّرات، ومن أعمدةٍ رأسيّةٍ تُسمّى مَجْموعات، انظر الشَّكل (4-1).



الشكل 4-1: يتكوّن الجدول الدوري من 7 دورات أفقية و 18 مجموعة رأسيّة

أولاً: الدَّوراتُ Periods

يتكوّن الجدول الدَّوريّ من صفوفٍ أفقيّةٍ عددها سبعة، وهي تمثّل عددَ مستوياتِ الطَّاقة الرئيسيّة حول النُّواة؛ إذ تحتوي الدَّورة الأولى على عنصري الهيدروجين والهيليوم فقط؛ ويوجد حول نواة ذرّة كلّ منهما مستوى طاقة رئيسي واحد؛ لذلك فهما يشغلان الصفّ الأفقيّ الأوّل؛ أي الدَّورة الأولى، أما الدَّورة الثانية فإنها تحتوي على ثمانية عناصر؛ تبدأ بعنصر الليثيوم (عدده الذرّي 3)، وتنتهي بعنصر النيون (عدده الذرّي 10)، وتحتوي الدَّورة الثالثة على ثمانية عناصر أيضاً؛ تبدأ بعنصر الصُّوديوم (عدده الذرّي 11)، وتنتهي بعنصر الأرجون (عدده الذرّي 18)، وهكذا يستمرُّ ترتيبُ العناصر في الجدول الدَّوريّ.

وبالنظر إلى الجدول الدوري الحديث، فإنَّ هناك صَفَّين من العناصر يوضعان خارج الجدول الدوريّ، ويُسمَّى الصَّفُّ الأولُ الذي يقع في الدَّوْرَة السَّادسة سلسلة اللانثانيدات؛ لأنها تُشَبِّه في صفاتها عنصراً اللانثانيوم La (عدده الذريّ 57) وعددها أربعة عشر عنصراً، وهذه السلسلة تبدأ بعنصر السيريوم Ce (عدده الذريّ 58)، وتنتهي بعنصر اللوتيتيوم Lu (عدده الذريّ 71).

أما الصَّفُّ الثاني الذي يقع في الدَّوْرَة السَّابعة فيسمى سلسلة الأكتينيدات لأنها تشبه في صفاتها عنصراً الأكتينيوم Ac (عدده الذريّ 89) وعددها أربعة عشر عنصراً، وهذه السلسلة تبدأ بعنصر الثوريوم Th (عدده الذريّ 90)، وتنتهي بعنصر اللورانسيم Lr (عدده الذريّ 103). انظر الشكل (3-1).

ما المقصود بالدَّوْرَة في الجدول الدوريّ؟



ثانياً: المجموعات Groups

تمَّ ترتيب كلِّ مجموعة من العناصر المتشابهة في خواصّها الكيميائية في عمود واحد أطلق عليه اسمُ مجموعة Group، تحتوي عناصرُ المجموعة الواحدة عددَ إلكتروناتٍ مستوى الطَّاقة الأخير نفسه (أي عددَ إلكترونات التكافؤ نفسه)، ويحتوي الجدول الدوريّ على ثماني عشرة مجموعة. ويضمُّ الجدول الدوريّ نوعين من المجموعات؛ المجموعة الأولى تُسمَّى العناصر المُمَثِّلَة Representative Elements، ويُرمزُ لمجموعاتها بالرمز A، وهي عبارة عن ثماني مجموعاتٍ حيثُ يُشارُ إلى رقم كل مجموعة منها بعدد الإلكترونات في مستوى الطَّاقة الأخير (الخارجي). أمَّا النوع الثاني فيتكوّن من عشرٍ مجموعاتٍ من العناصر، تُسمَّى العناصر الانتقالية الرئيسية Main Transition Elements، ويُرمزُ لمجموعاتها بالرمز B، ويوجد أسفل الجدول سلسلتين أفقيتين هما اللانثانيدات والأكتينيدات، تُسمَّى العناصر الانتقالية الداخلية Inner Transition Elements، انظر الشكل (4-1).

وتحملُ بعضُ المجموعات أسماءً خاصّةً بها؛ فالمجموعة الأولى من العناصر المُمَثِّلَة (التي تبدأ بعنصر Li) تُسمَّى الفلزَّات القلويّة، وتُسمَّى المجموعة الثانية من العناصر المُمَثِّلَة (التي تبدأ بعنصر Be) القلويّات الأرضيّة، بينما تُسمَّى عناصرُ المجموعة السَّابعة عشرة (التي تبدأ بعنصر F) الهالوجينات، وتُسمَّى عناصرُ المجموعة الثامنة عشرة (التي تبدأ بعنصر He) الغازات النبيلة.

استقصاء: ابحث في أسباب تسمية مجموعات العناصر (المُمَثِّلَة - الانتقالية).



النظائر Isotopes

تُعرف النظائر بأنها ذرات للعنصر الواحد لها عدد البروتونات نفسه، ولكنها تختلف في عدد النيوترونات، أي أنها تختلف في العدد الكتلي. وعلى العموم فإن هناك نظائر لعناصر مختلفة في الجدول الدوري.

فمثلاً لعنصر الكربون C ثلاثة نظائر في الطبيعة تُسمى كربون-12، كربون-13، كربون-14 وتمثل هذه النظائر بالرموز كما يلي:

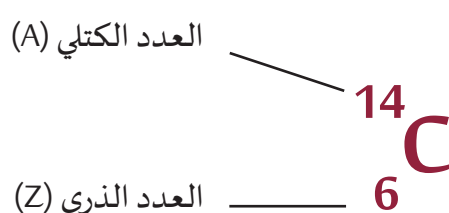


وتُشير الأرقام (12، 13، 14) إلى مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في نواة ذرة كل نظير، كما في الجدول (4-1).

الكربون-14	الكربون-13	الكربون-12	
${}^{14}_6\text{C}$	${}^{13}_6\text{C}$	${}^{12}_6\text{C}$	الرمز
14	13	12	العدد الكتلي
6	6	6	عدد البروتونات
8	7	6	عدد النيوترونات

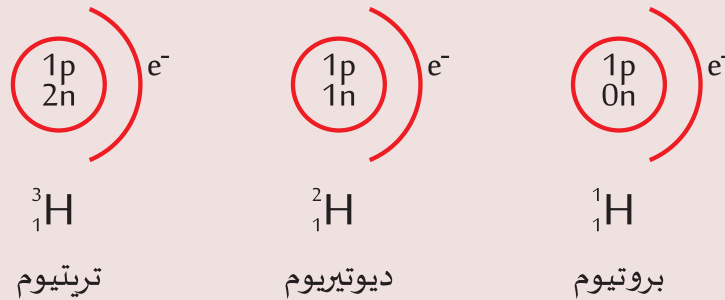
الجدول 4-1: نظائر عنصر الكربون

حيث يشير رمز كل منها إلى العدد الكتلي والعدد الذري، كما يلي:



والنظائر هي ترجمة لكلمة مشتقة من اللغة اليونانية isotopes، التي تعني المكان نفسه؛ وذلك لأن جميع النظائر المختلفة للعنصر الواحد تشغل المكان نفسه في الجدول الدوري. ومن الأمثلة أيضاً على النظائر: عنصر الهيدروجين، فإن له ثلاثة نظائر هي بروتيوم ${}^1\text{H}$ ، وديوتيريوم ${}^2\text{H}$ ، وتريتيوم ${}^3\text{H}$. وتلاحظ أنها تمتلك عدد البروتونات نفسه، ولكنها تختلف في عددها الكتلي.

لديك الشكل الآتي الذي يمثل نظائر عنصر الهيدروجين، أدرسه جيّدًا، ثم أكمل الجدول الذي يليه المتعلّق بنظائر الهيدروجين.



الهيدروجين-3	الهيدروجين-2	الهيدروجين-1	الرّمز
${}^3_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^1_1\text{H}$	
			العدد الكتلي
			عدد البروتونات
			عدد النيوترونات

وبيّن الجدول (5-1) أمثلة لبعض نظائر العناصر:

النظائر	العنصر
${}^{17}_8\text{O}$ ، ${}^{16}_8\text{O}$	الأكسجين O
${}^{41}_{19}\text{K}$ ، ${}^{40}_{19}\text{K}$ ، ${}^{39}_{19}\text{K}$	البوتاسيوم K
${}^{37}_{17}\text{Cl}$ ، ${}^{35}_{17}\text{Cl}$	الكلور Cl
${}^{238}_{92}\text{U}$ ، ${}^{235}_{92}\text{U}$ ، ${}^{234}_{92}\text{U}$ ، ${}^{233}_{92}\text{U}$	اليورانيوم U

الجدول 5-1 : نظائر بعض العناصر

وتوجد معظم العناصر في الطبيعة على شكل خليط من النظائر، وعند الحصول على أي عيّنة من العنصر فإن نسبة وجود النظير فيها تكون ثابتة.

وبسبب تشابه نظائر العنصر في عدد البروتونات، فإن خصائصها الكيميائية تكون نفسها، في حين تختلف خصائصها الفيزيائية لاختلافها في عدد النيوترونات، أي في عددها الكتلي؛ فمثلاً ذرّة الكربون C-12 لها الخصائص الكيميائية لذرّة الكربون C-14 نفسها؛ لامتلاكهما عدد البروتونات نفسه وهو 6، ولكن لاختلافهما في عدد النيوترونات فإن هناك اختلافاً في خصائصهما الفيزيائية؛ إذ تعدّ نواة C-12 مستقرّة ليس لها نشاط إشعاعي، في حين أنّ نواة C-14 غير مستقرّة، ولها نشاط إشعاعي.

العناصر المشعة:

عناصر غير مستقرة تحتوي أنويتها على عدد نيوترونات أكبر من عدد البروتونات (نسبة n/P أو n/Z عالية حيث Z العدد الذري). فيحدث تفكك لأنوية هذه الذرات وينطلق عنها إشعاعات مختلفة وتتحول لأنوية ذرات عناصر أخرى مستقرة.

عناصر ما بعد اليورانيوم Trans Uranium Elements

هل تعلم

التفاعل النووي هو تفاعل يحدث عندما تصطدم نواتي ذرتين ببعضهما أو عندما يصطدم جسيم أولي مثل البروتون أو النيوترون بنواة ذرة، وينشأ عن هذا الاصطدام مكونات جديدة تختلف عن المكونات الداخلة في التفاعل وتنطلق طاقة هائلة تُعرف بالطاقة النووية.

عناصر ما بعد اليورانيوم هي عناصر أعدادها الذرية أكبر من العدد الذري لعنصر اليورانيوم (92)، وتأتي مواقعها في الجدول الدوري بعد اليورانيوم. وبعض هذه العناصر غير مستقرة، وذات نشاط إشعاعي. وقد كان لتصنيع هذه العناصر عن طريق التفاعلات النووية الأثر الكبير في اكتساب المعرفة عنها، فقد مكنت العلماء من التنبؤ بخواصها الأساسية، وبإمكان وجود عناصر أثقل من العنصر 112، وهو آخر عنصر اكتشف حتى عام 1996م.

لم يتطرق جدول مندليف إلى هذه العناصر، لأنها لم تكن معروفة في ذلك الزمان، ولكن بعد أن تم اكتشاف اليورانيوم،

وتصنيع الكثير من العناصر المشعة، أصبح الجدول الدوري بشكله الحالي يختلف عن جدول مندليف تمام الاختلاف؛ وذلك بسبب وجود نظائر عدّة للعنصر الواحد، والتي لا يمكن وضعها في موقع العنصر نفسه في الجدول الدوري؛ فالقصد من مثلاً له عشرة نظائر، تتراوح كتلتها الذرية بين: 112 و 124؛ وهو بذلك يحتاج إلى عشرة أماكن في الجدول الدوري، فتخيّل لو أنّ كلّ عنصر تمّ وضعه في الجدول الدوري مع نظائره جميعها، فكيف سيكون شكل الجدول الدوري؟!

ابحث عن دور التفاعلات النووية في توليد الطاقة النووية للأغراض السلمية.



اختبر نفسك

مُراجعة الدَّرْسِ الأوَّل

الأفكار الرئيسة:

- رَتَّبَ مندليفُ العناصرَ حسبَ تزايدِ كُتلِها الذَّرِيَّةِ، ثُمَّ رَتَّبَتْ فيما بعدُ بناءً على تزايدِ أعدادِها الذَّرِيَّةِ في الجدولِ الدَّوريِّ الحديثِ.
- سُمِّيَ الجدولُ الدَّوريُّ بهذا الاسمِ لأنَّه يعتمدُ الدَّوريَّةُ في صفاتِ العناصرِ؛ إذ تتدرَّجُ الخواصُّ الكيميائيَّةُ والفيزيائيَّةُ بالاتِّجاهِ من اليسارِ إلى اليمينِ، ثُمَّ تتكرَّرُ مرَّةً أُخرى في الدَّورةِ الَّتِي تَلِيها.
- الصَّفُّ الأفقيُّ في الجدولِ يُسمَّى دورةً؛ وهو يمثِّلُ عددَ مستوياتِ الطَّاقةِ الرئيسةِ حولَ نواةِ الذَّرةِ.
- الصَّفُّ العموديُّ في الجدولِ يُسمَّى مجموعةً؛ وهو يمثِّلُ عددَ الإلكتروناتِ في مستوى الطَّاقةِ الأخيرِ.
- النُّظائرُ ذرَّاتٌ للعنصرِ الواحدِ، لها عددُ البروتوناتِ نفسُه، وتختلفُ في العددِ الكُتليِّ بسببِ اختلافِها في عددِ النيوتروناتِ.
- عناصرُ ما بعدَ اليورانيومِ هي عناصرُ أعدادِها الذَّرِيَّةِ أكبرُ من العددِ الذَّرِيِّ لليورانيومِ، ولمعظمِها نشاطٌ إشعاعيٌّ.

تقويم الدرس الأول



أولاً: أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. ماذا تُسمَّى الصفوف الأفقية في الجدول الدوري؟
 - a. مجموعات.
 - b. عناصر.
 - c. ذرات.
 - d. دورات.
2. أيُّ من الآتي يُمثِّل الأساس الذي اعتمده مندليف عند ترتيب العناصر في جدولهِ الدوري؟
 - a. العدد الذري.
 - b. الكتلة الذرية.
 - c. عدد النيوترونات.
 - d. عدد الإلكترونات.
3.  ما عدد مستويات الطاقة الرئيسة في الدورة الخامسة؟
 - a. 7
 - b. 6
 - c. 5
 - d. 4
4. ما رقم المجموعة التي تُسمَّى بالقلويات الأرضية؟
 - a. الثانية.
 - b. الأولى.
 - c. السابعة عشرة.
 - d. الثامنة عشرة.
5.  وفق أيِّ من الآتي تظهر الدورية في صفات العناصر بصورة صحيحة؟
 - a. الحالة الفيزيائية.
 - b. عدد النيوترونات.
 - c. العدد الذري.
 - d. الكتلة الذرية.

تابع تقويم الدرس الأول

6. إذا كان رمز نظير الكربون ($^{13}_6\text{C}$) فما عدد النيوترونات فيه؟ 

- a. 6
- b. 7
- c. 13
- d. 19

ثانيًا: أسئلة الإجابات القصيرة:

أجب عن الأسئلة الآتية:

1.  أذكر الفرق بين جدول مندليف والجدول الدوري الحديث، من حيث الأساس الذي اعتمد لترتيب العناصر.

2.  فسّر سبب قيام الأمم المتحدة بإطلاق اسم العام العالمي للجدول الدوري على عام 2019م.

3.  لماذا تتشابه عناصر المجموعة الواحدة في خواصها؟

4.  أكمل الفراغات في الجدول الآتي الذي يمثل نظائر عنصر الماغنيسيوم:

العنصر	^{24}Mg	^{25}Mg	^{26}Mg
العدد الذري			
العدد الكتلي			
عدد البروتونات			
عدد النيوترونات			
عدد الإلكترونات			

التَّركيبُ الإلكترونيّ وتصنيفُ العنصرِ

Electronic Configuration and Classification of Elements

الدَّرْسُ الثَّانِي 2-2



المُفْرَدَاتُ الرَّئِيسَةُ



Atomic Number	العَدَدُ الذَّرِيّ
Electron Configuration	التَّركيبُ الإلكترونيّ
Metals	الفِلِزَّاتُ
Non Metals	اللافلِزَّاتُ
Metalloids	أشباهُ الفِلِزَّاتِ

التَّجَارِبُ وَالْأَنْشِطَةُ

4-1 التَّركيبُ الإلكترونيّ للعنصرِ

5-1 خُصائصُ الفِلِزَّاتِ واللافلِزَّاتِ

مُخْرَجَاتُ التَّعَلُّمِ

يُتَوَقَّعُ فِي نَهَايَةِ الدَّرْسِ أَنْ يَكُونَ الطَّالِبُ قَادِرًا عَلَى أَنْ:

- يَرِبطُ التَّصْنِيفَ الدَّوْرِيَّ الْحَدِيثَ بِالتَّركيبِ الإلكترونيّ للعنصرِ.
- يَحَدِّدُ مَوْقِعَ الفِلِزَّاتِ الْأَكْثَرِ نَشَاطًا وَالْأَقْلَى نَشَاطًا فِي الْجَدْوِلِ الدَّوْرِيّ، وَيَحَدِّدُ مَوْقِعَ الفِلِزَّاتِ وَاللافلِزَّاتِ.

علاقة التركيب الإلكتروني للعنصر وترتيبه في الجدول الدوري:

نشاط 4-1

التركيب الإلكتروني للعنصر

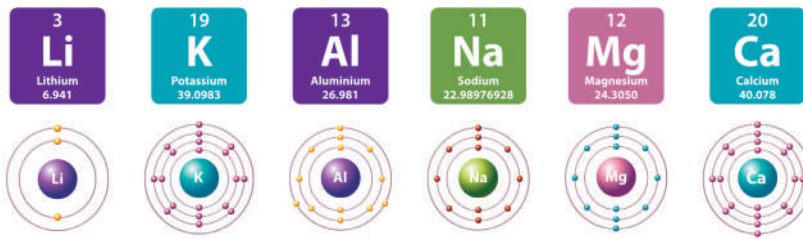
الهدف:

يستنتج موقع العنصر في الجدول الدوري بدلالة تركيبه الإلكتروني.

المواد الأدوات:

جدول دوري، بطاقات عليها التركيب الإلكتروني لذرات عناصر: Li, Na, K, Mg, Al, Ca.

خطوات العمل:



1. أدرُس مع زملائك في المجموعة البطاقات الآتية التي تبين التركيب الإلكتروني لبعض العناصر.

2. اختر عنصراً، ثم اطلب من كل

زميل من زملائك في المجموعة اختيار عنصر مختلف من العناصر السابقة، ومن ثم الإجابة عن الأسئلة المتعلقة به مستعيناً بالجدول الدوري، في الجدول الآتي:

اسم العنصر ورمزه	عدد الإلكترونات في المستوى الخارجي	رقم مجموعة العنصر	عدد مستويات الطاقة الرئيسية	رقم دورة العنصر

3. بعد الانتهاء من الإجابة عن الأسئلة، قارن إجابتك مع إجابات زملائك.

التحليل:

1. ما العلاقة بين رقم مجموعة العنصر وعدد إلكترونات مستوى الطاقة الأخير في ذرته؟
2. ما العلاقة بين رقم دورة العنصر وعدد مستويات الطاقة الرئيسية في ذرته؟
3. كيف يمكن تحديد موقع العنصر في الجدول الدوري؟

الاستنتاج:

من النشاط السابق نستنتج أن رقم مجموعة العنصر في الجدول الدوري يساوي عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الأخير (بالنسبة للعناصر الممثلة)، وأن رقم دورة العنصر في الجدول الدوري يساوي عدد مستويات الطاقة الرئيسة حول نواة الذرة.

عرفت سابقاً أنه تم ترتيب العناصر في الجدول الدوري تبعاً لزيادة العدد الذري، فكل ذرة عنصر تزيد عن ذرة العنصر التي تسبقها بـ بروتون واحد.

وتلاحظ من النشاط السابق أنه يمكن تحديد موقع العنصر في الجدول الدوري من خلال رقم دورته ورقم مجموعته. ويوضح الجدول (1-6)، التركيب الإلكتروني لبعض العناصر في الجدول الدوري.

العنصر	الرمز	العدد الذري	التركيب الإلكتروني	عدد إلكترونات مستوى الطاقة الأخير (رقم المجموعة)	عدد مستويات الطاقة الرئيسة (رقم الدورة)
الليثيوم	Li	3	2,1	1	2
الفلور	F	9	2,7	7	2
النيون	Ne	10	2,8	8	2
الصوديوم	Na	11	2,8,1	1	3
الكلور	Cl	17	2,8,7	7	3
الأرجون	Ar	18	2,8,8	8	3
البوتاسيوم	K	19	2,8,8,1	1	4

الجدول 1-6 : التركيب الإلكتروني لبعض العناصر في الجدول الدوري

ومن خلال الجدول السابق نجد أن عنصر الصوديوم مثلاً، له التركيب الإلكتروني: 2,8,1، ولذلك فإنه يقع في الدورة الثالثة من الجدول الدوري؛ لأنه يمتلك ثلاثة مستويات طاقة رئيسة، ويقع في المجموعة الأولى من الجدول الدوري؛ لوجود إلكترون واحد في مستوى الطاقة الخارجي (الأخير).

أكمل الفراغات في الجدول الآتي :



العنصر	العدد الذري للعنصر	التركيب الإلكتروني للعنصر	عدد مستويات الطاقة الرئيسة	رقم دورة العنصر	عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي	رقم مجموعة العنصر
X	14					4
Y		2,5				
Z			3			3
W	20					

وبناءً على التركيب الإلكتروني للعناصر، فإنه أمكن تصنيفها في الجدول الدوري ليسهل دراستها ومعرفة خصائصها الفيزيائية والكيميائية. ومن التصنيفات التي ساعدت على دراسة العناصر، ومعرفة خصائصها، تصنيفها إلى فلزات ولافلزات وأشباه الفلزات:

الفِلِزَّاتُ والَلافلِزَّاتُ وأشْباهُ الفِلِزَّاتِ:

نشاط 5-1



خصائصُ الفِلِزَّاتِ والَلافلِزَّاتِ

الهدف:

يستنتج بعض خواص الفلزات واللافلزات.

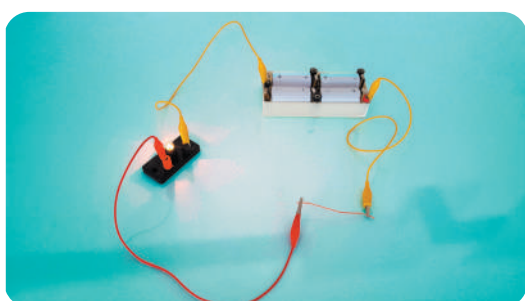
المواد الأدوات:

عيناتٌ من عناصرٍ مختلفة، مثل: الكبريت S، النحاس Cu، الألومنيوم Al، أسلاك توصيل، مصباح كهربائي صغير، بطارية، مسمار، مطرقة.

الأمْن والسلامة:

تعامل مع المسمار والمطرقة بحذر.

خطوات العمل:



1. صل الدائرة الكهربائية - كما في الشكل - مستخدماً قطعة الألومنيوم. هل أضاء المصباح؟ لماذا؟
2. كرر الخطوة السابقة مستخدماً الكبريت والنحاس في كل مرة.
3. استخدم المسمار واخدش القطع المستخدمة في النشاط كلاً على حدة. ماذا تلاحظ؟
4. استخدم المطرقة لطرق القطع السابقة، ولاحظ قابليتها للطرق.
5. دوّن نتائج النشاط في جدول يوضّح خصائص كل عنصرٍ منها:

العُنْصُرُ	الحالة الفيزيائية	التوصيل الكهربائي	اللمعان	القابلية للطرق	فلزّ / لا فلزّ
Al					
Cu					
S					

التَّحْلِيلُ:

1. ما خواصُ الفِلِزَّاتِ؟
2. ما خواصُ الَلافلِزَّاتِ؟

الاستنتاج:

.....

الاستقصاء: كرر التجربة مع الكربون وحدد هل هو فلز أم لا فلز بناءً على النتائج.

.....

يمكنك ملاحظة مواقع الفلزّات واللافلزّات وأشباه الفلزّات في الجدول الدّوريّ من خلال الشّكل (5-1) الآتي:

الشّكل 5-1 مواقع الفلزّات واللافلزّات وأشباه الفلزّات في الجدول الدّوريّ

الفلزّات Metals

تتميّز الفلزّات بخصائص عامّة؛ فجميعها صلبة في الظروف العاديّة من الحرارة والضغط، ما عدا الرّتيقّ فهو سائل. وللفلزّات درجات انصهار عالية، وهي موادّ لامعة وموصّلة جيّدة للكهرباء والحرارة، وقابلة للطّرق والسّحب. ومن الأمثلة على الفلزّات -كما لاحظت من الشّكل (5-1)- مجموعة الفلزّات القلوية، ومجموعة الفلزّات القلوية الأرضية، وعناصر المجموعة الثالثة (باستثناء عنصر البورون B)، وبعض العناصر من مجموعات العناصر الممتلئة الأخرى، إضافة إلى مجموعات العناصر الانتقالية.

وعند مقارنة النشاط الكيميائي لفلزّات المجموعات الثلاث الأولى، فإنّ مجموعة الفلزّات القلوية هي الأكثر نشاطاً كيميائياً، ويقلّ هذا النشاط بالاتّجاه من اليسار إلى اليمين، أي بالاتّجاه من المجموعة الأولى إلى المجموعة الثالثة. وستعرّف لاحقاً علاقة النشاط الكيميائي بالتركيب الإلكتروني للعناصر.

اللافلزّات Non-metals

من الخصائص العامة لعناصر اللافلزّات أن معظمها غازية، ومنها ما هو صلب هشّ ومنها ما هو سائل عند درجة حرارة الغرفة، وهي غير لامعة، ورديئة التوصيل للكهرباء والحرارة، وبعضها غير موصّل (باستثناء الجرافيت فهو موصّل، ويُعدّ شكلاً من أشكال الكربون).

ومن أمثلة اللافلزيّات - كما لاحظت من الشكل (1-5) - مجموعة الهالوجينات، ومجموعة الغازات النبيلة، وبعض عناصر المجموعات الرابعة عشرة والخامسة عشرة والسادسة عشرة. وكذلك فإنّ لعناصر اللافلزيّات نشاطٌ كيميائيّ يزداد بالاتجاه من اليسار إلى اليمين، حيثُ تكونُ عناصرُ المجموعة السابعة عشرة (الهالوجينات) هي الأكثر نشاطاً مقارنةً بما قبلها من اللافلزيّات.

ويبيّن الجدول (1-7) بعض خصائص العناصر الفلزيّة واللافلزيّة:

الصفة	العناصر الفلزيّة	العناصر اللافلزيّة
البريق واللّمعان	لها لمعانٌ أو بريقٌ فلزيّ.	معظمها غير لامعة.
الحالة عند درجة حرارة الغرفة	صلبةٌ ما عدا الزئبق سائلٌ	غازيّةٌ، سائلةٌ، صلبةٌ.
القابليّة للطّرق والسّحب	قابليّةٌ للطّرق والسّحب	غيرُ قابليّةٍ للطّرق والسّحب (هشّة)
التّوصيل الكهربائي والحراريّ	موصّلةٌ جيّدةٌ للحرارة والكهرباء	رديئةٌ التّوصيل للحرارة والكهرباء، أو عازلةٌ لهما. (ما عدا الكربون (الجرافيت)).

الجدول 1-7 بعض صفات العناصر الفلزيّة واللافلزيّة

أذكر ثلاث خصائص فيزيائية للتمييز بين عنصريّ الماغنيسيوم والفوسفور.



اختبر نفسك

أشباه الفلزيّات metalloids

تلاحظ من الشكل (1-5) خطأً متدرّجاً لمجموعة من العناصر يفصلُ بين الفلزيّات واللافلزيّات. وتُسمّى هذه العناصر أشباه الفلزيّات. وهي مجموعة من العناصر لها خصائصٌ متوسّطةٌ بين الفلزيّات واللافلزيّات. ومن أمثلتها عناصرُ البورون B، والسيليكون Si، والجرمانيوم Ge. ولهذه العناصر استخداماتٌ كثيرةٌ؛ فغالباً هي موادٌ شبه موصّلةٍ للتّيّار الكهربائي، وتدخلُ في صناعةِ رقائق الحاسوب، والخلايا الشمسية، وغيرها.

مراجعة الدرس الثاني

الأفكار الرئيسية:

- يساعد التركيب الإلكتروني للعنصر في معرفة موقعه في الجدول الدوري.
- يمكن تحديد موقع العنصر في الجدول الدوري بمعرفة رقم دورته ومجموعته.
- يمكن معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعناصر بمعرفة تركيبها الإلكتروني.
- من تصنيفات العناصر التي ساعدت في دراستها، تصنيفها إلى فلزات ولافلزات وأشباه فلزات، وكذلك تصنيفها إلى عناصر ممثلة وعناصر انتقالية.
- تختلف الفلزات واللافلزات في خصائصها العامة.

تقويم الدرس الثاني

أولاً: أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. أي من التراكيب الإلكترونية الآتية يمثل عنصراً يقع في المجموعة السادسة عشرة، والدورة الثانية؟

a. 2,7

b. 2,6

c. 2,5

d. 2,8,6

2. أي مما يلي لا يُعد من خصائص الفلزات؟

a. قابلية للطرق والسحب.

b. رديئة التوصيل للكهرباء.

c. لها لمعان وبريق.

d. صلبة غالباً.

3. ما نوع العنصر الذي تبدأ به كل دورة من دورات الجدول الدوري (ما عدا الدورة الأولى)؟

a. فلز.

b. لا فلز.

c. شبه فلز.

d. غاز نبيل.

تابع تقويم الدرس الثاني

4. أيّ العبارات الآتية تنطبق على نظائر العنصر الواحد؟

- أعدادها الذرية مختلفة.
- أعدادها الكتلية متساوية.
- متساوية في عدد النيوترونات.
- متساوية في عدد البروتونات.

ثانيًا: أسئلة الإجابات القصيرة:

أجب عن الأسئلة الآتية:

-  صفّ مواقع الفلزّات واللافلزّات وأشباه الفلزّات في الجدول الدوري.
-  لديك جزء من الجدول الدوري، يتضمّن رموزًا لعناصر افتراضية، أدرسه جيدًا، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:

						D
A			B			
					C	

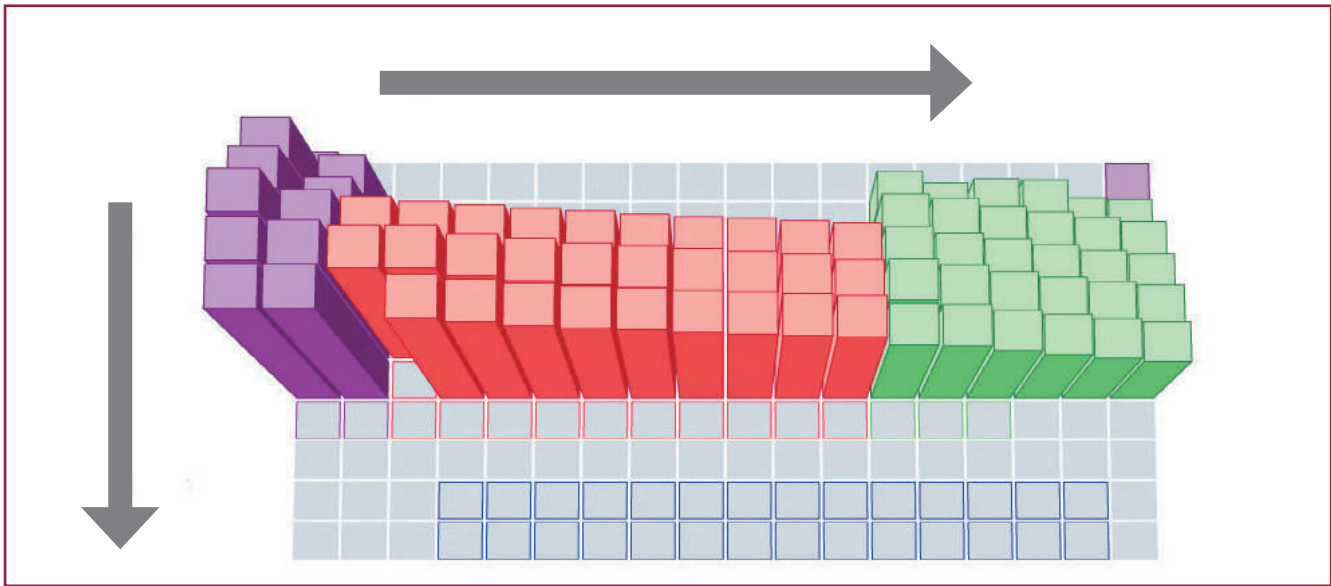
- أكتب التوزيع الإلكتروني للعنصر A.
- ما عدد إلكترونات المستوى الأخير لذرة العنصر C؟ وإلى أي مجموعة ينتمي؟
- ما العدد الذري للعنصر B؟
- أذكر رقم مستوى الطاقة الذي ينتهي به التوزيع الإلكتروني للعنصر D؟ ما رقم الدورة التي يقع فيها؟
- لديك العناصر الافتراضية الآتية (M, W, G, R)، ضع كلّ عنصرٍ منها في المكان المناسب له في الجدول السابق، اعتمادًا على المعلومات الآتية:

- M: عدده الذري 15.
- W: ينتهي التوزيع الإلكتروني له بوجود ستة إلكترونات في المستوى الثالث لذريته.
- G: التوزيع الإلكتروني لذريته: 2, 8, 2.
- R: يقع في المجموعة الخامسة عشرة والدورة الثانية.

تَدْرُجُ خَوَاصِّ العَنَاصِرِ Trend In Properties Of Elements

الدَّرْسُ الثَّالِثُ 3-2

تَتَدَرَّجُ العَنَاصِرُ الكِيمِيَاءِيَّةُ فِي الجَدُولِ الدَّوْرِيِّ فِي خِصَائِصِهَا الفِيزِيَاءِيَّةِ وَالكَيمِيَاءِيَّةِ، وَيَعْتَمِدُ هَذَا التَّدَرُّجُ عَلَى الْاِخْتِلَافِ فِي أَحْجَامِ الذَّرَاتِ، وَقَابِلِيَّتِهَا لِفُتْقَانِ الْإِلِكْتَرُونَاتِ أَوْ اكْتِسَائِهَا.



المُفْرَدَاتُ الرَّئِيسَةُ



Atomic Radius	نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِيِّ
Ionic Radius	نِصْفُ القُطْرِ الأَيُونِيِّ
Melting point	دَرَجَةُ الانصِهَارِ
Electrical conductivity	التَّوَصِيلُ الكَهْرِبَائِيُّ
Valence Electrons	إِلِكْتَرُونَاتُ التَّكَافُؤِ

التَّجَارِبُ وَالْأَنْشِطَةُ

6-1 الْأَحْجَامُ النَّسْبِيَّةُ لِلذَّرَاتِ

7-1 أَحْجَامُ الْأَيُونَاتِ

مُخْرَجَاتُ التَّعْلِيمِ

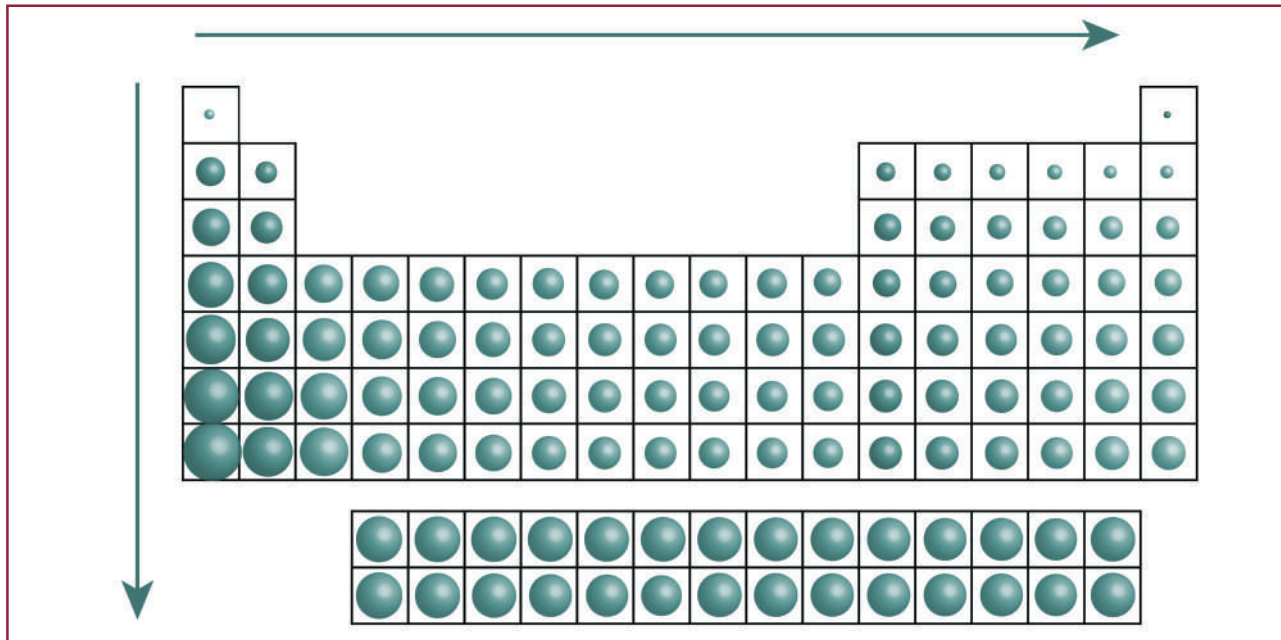
يُتَوَقَّعُ فِي نِهَآةِ الدَّرْسِ أَنْ يَكُونَ الطَّالِبُ قَادِرًا عَلَى أَنْ:

- يَصِفُ التَّدَرُّجَ فِي الخَوَاصِّ الفِيزِيَاءِيَّةِ وَالكَيمِيَاءِيَّةِ لِلْعَنَاصِرِ وَمُرَكَّبَاتِهَا البَسِيطَةِ ضَمَّنَ المَجْمُوعَاتِ: I, II, VII, VIII، وَيَفْسِّرُ هَذَا التَّدَرُّجَ مِنْ حَيْثُ التَّرَكِيبُ الذَّرِيِّ. وَتَتَضَمَّنُ الخِصَائِصُ الفِيزِيَاءِيَّةُ نِصْفَ القُطْرِ الذَّرِيِّ، وَنِصْفَ القُطْرِ الأَيُونِيِّ، وَدَرَجَةَ الانصِهَارِ، وَالتَّوَصِيلُ الكَهْرِبَائِيُّ.

التدرُّج في خواصِّ العناصر Trend In Properties of Elements

تعرَّفت من خلال دراستك للجدول الدوريّ أنه يتكوّن من ثماني عشرة مجموعة وسبع دورات، وأنَّ العناصر رُتبت فيه وفقًا لزيادة في أعدادها الذريّة، وتمَّ الأخذ بعين الاعتبار التشابه في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه العناصر. وسُمّي الجدول الدوريّ؛ لأنَّ خصائص العناصر تتكرّر في كل دورة من دوراته.

وقد درست أيضًا أنَّ لعناصر المجموعة الواحدة العدد نفسه من إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي تسمى (إلكترونات التكافؤ Valence Electrons)، في حين يزداد عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي عند الانتقال من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة للجدول الدوريّ، مع ثبات عدد مستويات الطاقة الرئيسة. فهل لذلك أثر في تدرُّج صفات العناصر في الجدول الدوريّ؟ وما أهم الخصائص الدوريّة للعناصر؟ وكيف تتغير هذه الخصائص خلال الدورات والمجموعات في الجدول الدوريّ؟



الشكل 6-1 التدرج في الأحجام الذرية للعناصر

ولمعرفة كيف يتغير الحجم الذريّ لعناصر الدورة والمجموعة في الجدول الدوريّ الموضح في الشكل (6-1)، نفِّذ النشاط الآتي:

نشاط 6-1



الأحجام النسبية للذرات

الهدف:

يقارن بين الأحجام النسبية لبعض ذرات عناصر الجدول الدوري.

المواد الأدوات:

لوحة مرسوم عليها تدرج أحجام الذرات عبر الدورة والمجموعة في الجدول الدوري.

خطوات العمل:

1. تعاون مع زملائك في المجموعة للإجابة عن الأسئلة التي تلي الشكل الآتي:

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

a. أيهما أكبر حجمًا: ذرة البوتاسيوم K أم ذرة السيلينيوم Se؟

b. أيهما أقل حجمًا: ذرة النيتروجين N أم ذرة الأنثيمون Sb؟

c. رتب العناصر الآتية: (Al, B, Ga)، تصاعديًا حسب الحجم الذري لها.

d. رتب العناصر الآتية: (Si, Mg, Cl)، تنازليًا حسب الحجم الذري لها.

التحليل:

1. كيف تتغير أحجام الذرات بالانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الدورة الواحدة من الجدول الدوري؟

2. كيف تتغير أحجام الذرات بالانتقال من أعلى إلى أسفل المجموعة الواحدة من الجدول الدوري؟

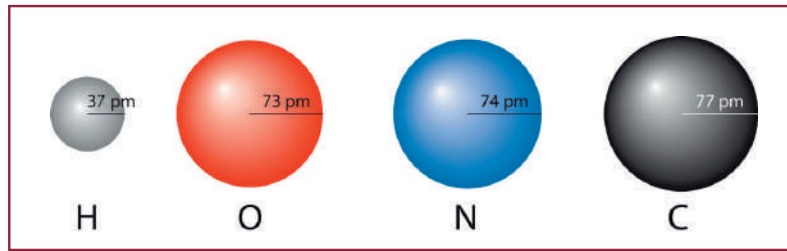
الاستنتاج:

الاستقصاء: لاحظ ثم صف تدرج أحجام ذرات العناصر الانتقالية الرئيسية مستعينًا بالشكل (3-1).

لاحظت من النشاط 1-6، أن الحجم الذري للذرات يتناقص في الدورة الواحدة بالانتقال من اليسار إلى اليمين مع زيادة العدد الذري، في حين يزداد الحجم الذري في المجموعة الواحدة بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل. كيف يُفسّر ذلك عبّر الدورات وخلال المجموعات؟

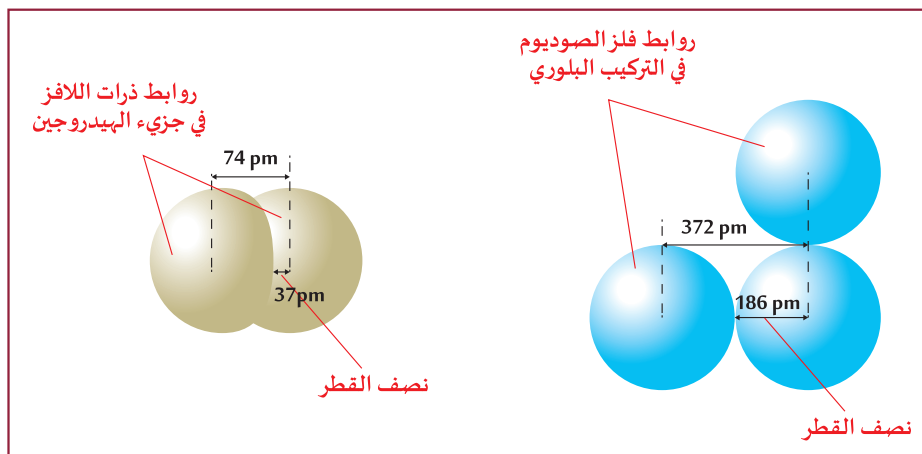
نصف القطر الذري Atomic Radius

يساهم الحجم الذري بشكل كبير في تحديد العديد من خصائص العناصر وسلوكها، وهو يُعدّ من الخصائص الدورية التي تتأثر بالتركيب الإلكتروني للذرات العناصر. يرتبط مفهوم الحجم الذري بمتوسط المسافة التي تفصل بين إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي للذرة ونواتها، وهو ما يعرف بنصف القطر الذري Atomic Radius. وبما أن حجم الذرات صغير جدًا ويصعب رؤيته في العين المجردة، فقد اتفق على وحدة لقياس أقطار الذرات تُسمّى البيكومتر وهي وحدة لقياس الطول في النظام المتري، ويرمز لها بالرمز (pm)، وتعادل واحد من ترليون من المتر ($1\text{ pm} = 10^{-12}\text{ m}$ بيكوميتر) انظر الشكل (1-7)؛ الذي يبين قيم أنصاف أقطار بعض الذرات بوحدة البيكومتر.



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

ويُعرف نصف القطر الذري للفلزّات Metallic Atomic Radius بأنه نصف المسافة بين نواتي ذرتين متجاورتين في التركيب البلوري للعنصر. أمّا العناصر التي توجد على شكل جزيئات ثنائية مثل اللافلزّات، فيمكن تعريف نصف القطر الذري للفلزّات بنصف المسافة بين نواتي ذرتي عنصر في الحالة الغازية بينهما رابطة تساهمية في الجزيئات ثنائية الذرة. انظر الشكل (1-8).

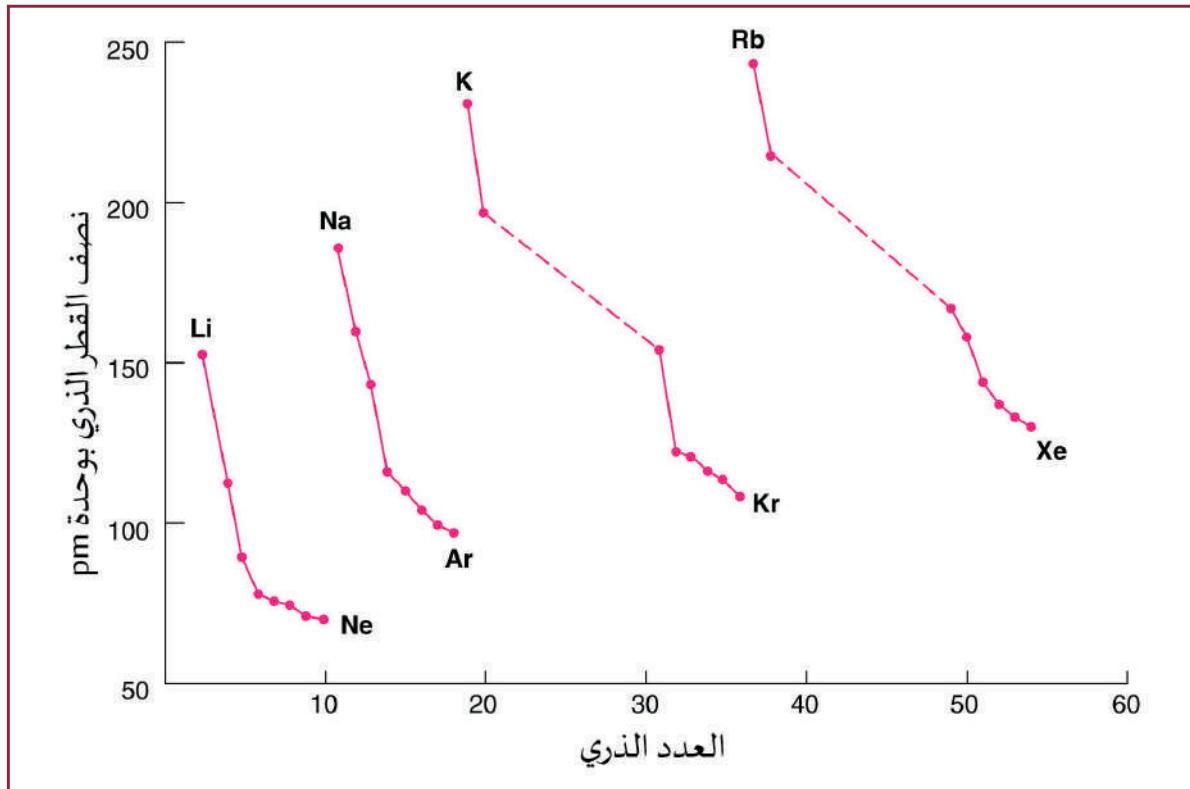


الشكل 1-8 نصف القطر الذري للفلزّات واللافلزّات.

تدرُّج نصف القطر الذري عبر الدورات و خلال المجموعات:

من أهم العوامل المؤثرة في الحجم الذري عدد مستويات الطاقة الرئيسة حول نواة الذرة، وكذلك شحنته النووية الموجبة (عدد البروتونات).

عبر الدورة يتناقص نصف القطر الذري عند الانتقال من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة؛ ويمكن تفسير ذلك بأنه عند زيادة العدد الذري - بالانتقال من يسار الدورة الواحدة إلى يمينها - يزداد عدد البروتونات في النواة مع بقاء عدد مستويات الطاقة الرئيسة في الدورة الواحدة ثابتاً؛ ممّا يؤدي إلى زيادة قوة جذب النواة للإلكترونات مستوى الطاقة الخارجي؛ فتقرب من النواة وبذلك يصغر حجم الذرة؛ أي يقل نصف قطرها الذري. انظر الشكل (1-9) الذي يبين نصف القطر الذري مقابل العدد الذري للعناصر في بعض دورات الجدول الدوري.



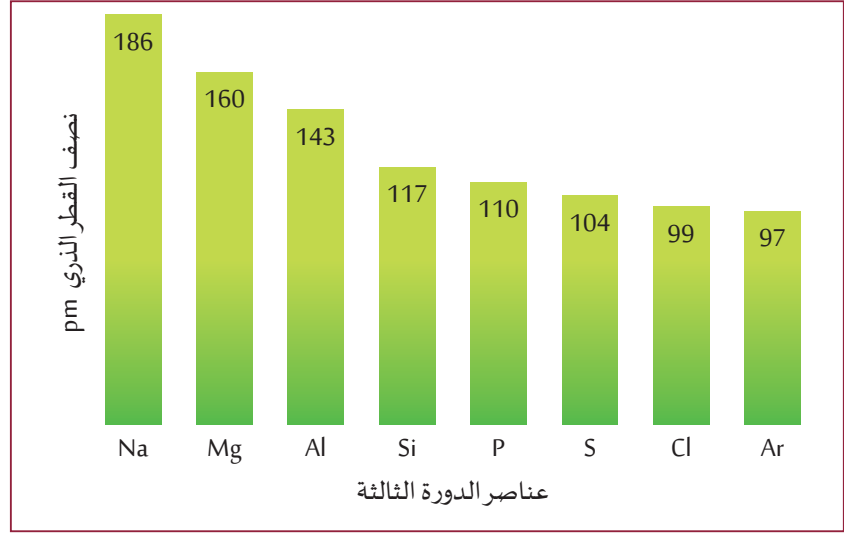
الشكل 1-9 نصف القطر الذري مقابل العدد الذري للعناصر في دورات مختلفة من الجدول الدوري.

- فسّر: يقل نصف القطر الذري عبر الدورة الواحدة في الجدول الدوري؟
- فسّر: الحجم الذري لعنصر الفلور F، أصغر من الحجم الذري لعنصر الليثيوم Li.
- فسّر: لماذا يكون نصف القطر الذري لذرة الأرجون (Ar 18) أصغر من نصف قطر ذرة الصوديوم (Na 11)؟



اختبر نفسك

ويمكن تمثيل التدرج في نصف القطر الذري لعناصر الدورة الثالثة من الجدول الدوري عن طريق الأعمدة في الرسم البياني الموضح في الشكل (10-1).

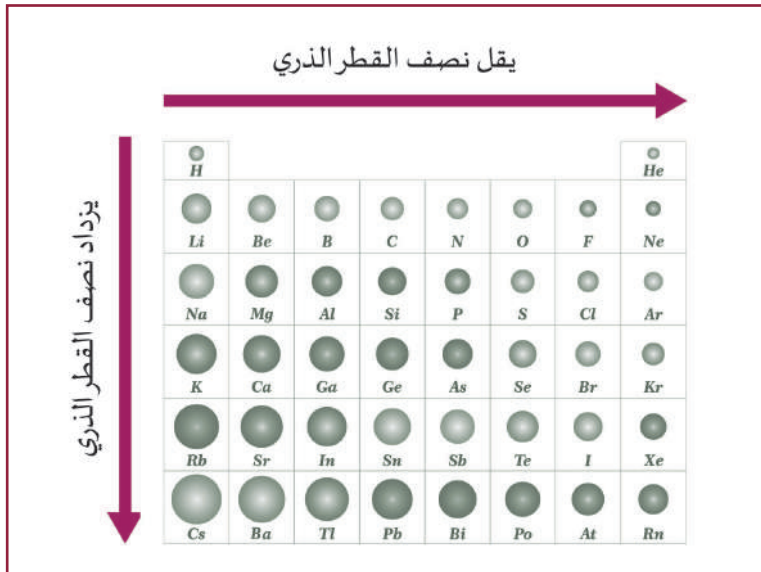


سؤال الشكل

أي عناصر الدورة الثالثة أصغر في نصف القطر الذري؟

الشكل 10-1 نصف القطر الذري لعناصر الدورة الثالثة من الجدول الدوري.

عبر المجموعة يزداد نصف القطر الذري في المجموعة الواحدة عند الانتقال من الأعلى إلى الأسفل؛ ويمكن تفسير ذلك أنه يزداد عدد مستويات الطاقة الرئيسة؛ فتقل قوة جذب النواة للإلكترونات مستوى الطاقة الخارجي، وتبتعد عن النواة؛ وبذلك يكبر حجم الذرة ويزداد نصف القطر الذري انظر الشكل (11-1)؛ الذي يوضح التدرج في خاصية نصف القطر الذري عبر الدورات خلال المجموعات في الجدول الدوري.



الشكل 11-1 يوضح التدرج في خاصية نصف القطر الذري عبر الدورات والمجموعات

• **فسّر:** يزداد نصف القطر الذري في المجموعة الواحدة في الجدول الدوري، بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل؟

• **فسّر:** الحجم الذري للبوتاسيوم K، أكبر من الحجم الذري لعنصر الصوديوم Na.



اختبر نفسك

نصف القطر الأيوني Ionic Radius

درست سابقًا أن ذرّة الفلز تفقد إلكترونًا أو أكثر ويتكون أيون موجب الشحنة، وأن ذرّة اللافلز تكتسب إلكترون أو أكثر ويتكون أيون سالب الشحنة.

ولما كان للذرات المتعادلة أحجام مختلفة تُقاسُ بنصف قطر الذرّة، فإن الأيونات أيضًا لها أحجام مختلفة. فكيف تتغير أحجام الأيونات عبر الدورات والمجموعات في الجدول الدوري؟ وما علاقة حجم الأيون بحجم ذرّته المتعادلة؟

نشاط 7-1



أحجام الأيونات

الهدف:

يستنتج التدرّج في أحجام الأيونات في الجدول الدوري.

المواد الأدوات:

لوحة عليها شكل أحجام الأيونات.

خطوات العمل:

تعاون مع مجموعتك في الإجابة عن الأسئلة التي تلي الشكل الآتي:

Group 1		Group 2		Group 13		Group 15		Group 16		Group 17	
Li⁺	Li	Be²⁺	Be	B³⁺	B	N³⁻	N	O²⁻	O	F⁻	F
											
59	152	31	111	20	80	171	75	140	73	133	71
Na⁺	Na	Mg²⁺	Mg	Al³⁺	Al	P³⁻	P	S²⁻	S	Cl⁻	Cl
											
99	186	65	160	50	143	212	110	184	104	181	99
K⁺	K	Ca²⁺	Ca	Ga³⁺	Ga	As³⁻	As	Se²⁻	Se	Br⁻	Br
											
138	227	99	197	62	122	69	125	198	116	196	114
Rb⁺	Rb	Sr²⁺	Sr	In³⁺	In	Sb³⁻	Sb	Te²⁻	Te	I⁻	I
											
148	248	113	215	92	163	89	145	221	143	220	133

مفتاح العنصر



1. أيُّهما أكبر حجمًا: أيون الصوديوم Na^+ أم ذرته المتعادلة Na ؟
2. أيُّهما أكبر حجمًا: أيون الكلوريد Cl^- أم ذرته المتعادلة Cl ؟
3. رتب الأيونات: Be^{2+} ، Li^+ ، B^{3+} من الأكبر حجمًا إلى الأقل حجمًا.
4. أيُّ الأيونين أصغر حجمًا: F^- أم O^{2-} ؟
5. أيُّ الأيونين أصغر حجمًا: F^- أم N^{3-} ؟
6. أيُّ الأيونين أكبر حجمًا: B^{3+} أم In^{3+} ؟
7. أيُّ الأيونين أكبر حجمًا: Se^{2-} أم Te^{2-} ؟

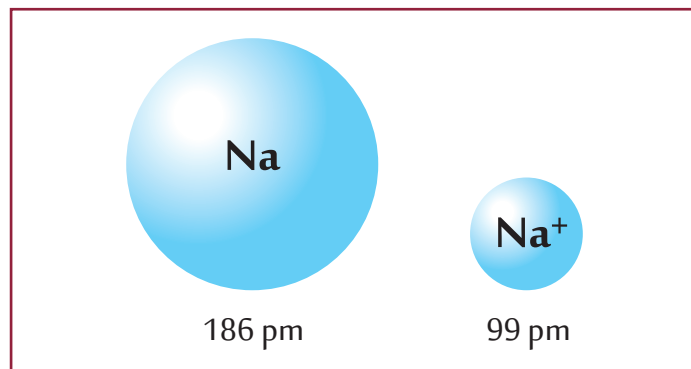
التحليل:

1. كيف يتغير حجم الأيون الموجب مقارنة بحجم ذرته المتعادلة؟
2. كيف يتغير حجم الأيون السالب مقارنة بحجم ذرته المتعادلة؟
3. كيف تتغير أحجام الأيونات بالانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة الواحدة للجدول الدوري؟
4. كيف تتغير أحجام الأيونات بالانتقال من اليسار إلى اليمين في الدورة الواحدة للجدول الدوري؟

الاستنتاج:

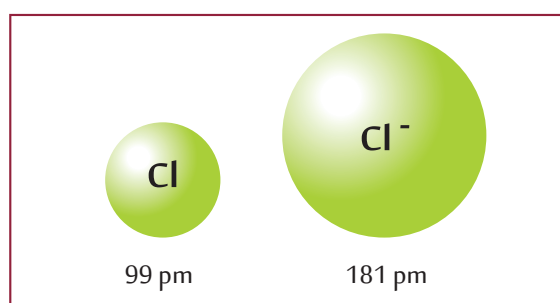
تفكير ناقد: توقع أيُّهما أصغر حجمًا Mg^{2+} أم Mg^{1+} .

في الفلزات بوجه عام عندما تفقد الذرة إلكترونات التكافؤ فإنه يصغر حجمها، وكما تلاحظ من النشاط السابق؛ فإن حجم الأيون الموجب أصغر من حجم ذرته المتعادلة. أي أن نصف قطر الأيون الموجب أصغر من نصف قطر ذرته المتعادلة. ويفسر ذلك بأن فقد الذرة للإلكترونات التكافؤ يؤدي إلى فراغ المستوى الخارجي للذرة؛ وبذلك يقل عدد الإلكترونات المتبقية؛ فيزداد تجاذبها مع النواة الموجبة الشحنة، فينقص نصف قطر الأيون. انظر الشكل (1-12)؛ الذي يوضح العلاقة بين الذرة المتعادلة وأيونها الموجب.



الشكل 1-12 يوضح العلاقة بين الذرة المتعادلة وأيونها الموجب.

وفي المقابل، في اللافلزات عندما تكتسب الذرّة إلكترونًا أو أكثر فإنه يزداد حجمها، وكما لاحظت من النشاط السابق، فإن حجم الأيون السالب أكبر من حجم ذرّته المتعادلة؛ أي أن نصف قطر الأيون السالب أكبر من نصف قطر ذرّته المتعادلة. ويفسر ذلك بأن إضافة إلكترون إلى المستوى الخارجي للذرّة يجعل عدد الإلكترونات السالبة أكبر من البروتونات الموجبة في النواة مما يؤدي إلى ازدياد تنافر الإلكترونات ببعضها وتندفع بقوة نحو الخارج وبذلك تزداد المسافة بين تلك الإلكترونات ويضعف تجاذبها مع النواة فيزداد نصف قطر الأيون. أنظر الشكل (13-1)؛ الذي يوضح العلاقة بين الذرّة المتعادلة وأيونها السالب:



الشكل 13-1 يوضح العلاقة بين الذرّة المتعادلة وأيونها السالب.

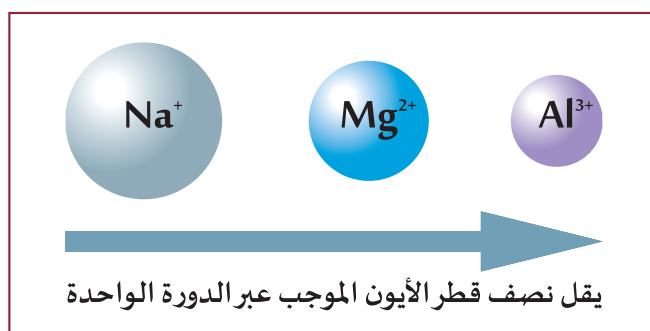
ما سبب زيادة نصف قطر الأيون السالب ونقص نصف قطر الأيون الموجب عن نصف القطر الذري لكل منهما.



تدرّج نصف القطر الأيوني عبر الدّورة الواحدة

Ionic radius trend through Periods

تتدرّج أنصاف أقطار الأيونات الموجبة والسالبة لذرّات العناصر الممثلة عبر الدّورة الواحدة. فتلاحظ من خلال عناصر المجموعات الثلاث الأولى والتي تكوّن أيونات موجبة، أنه بالانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الدّورة الواحدة يتناقص حجم الأيون الموجب، فيقل نصف قطره؛ فمثلاً نجد أن أيونات Na^+ ، Mg^{2+} ، Al^{3+} في الدّورة الثالثة تتدرّج في حجمها، كما في الشكل (14-1)؛ الذي يبين تناقص نصف قطر الأيون الموجب عبر الدّورة الواحدة من اليسار إلى اليمين.



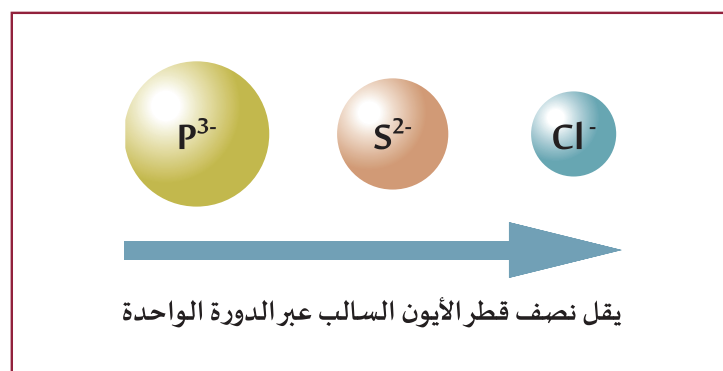
الشكل 14-1 تدرّج أنصاف أقطار الأيونات الموجبة لذرّات العناصر الممثلة عبر الدّورة الواحدة.

ويمكن تفسير ذلك بزيادة قوّة التجاذب بين النّواة موجبة الشّحنة والإلكترونات المتبقية في الأيون؛ إذ أن عدد البروتونات في النّواة يزداد بالانتقال من اليسار إلى اليمين، وبذلك عندما تفقد الدّرة إلكترونات تكافئها فإنه يتبقى عدد ثابت من الإلكترونات يكون أقل من عدد البروتونات الموجبة مما يسمح بزيادة قوّة جذب النّواة للإلكترونات المستوى الخارجي لتصبح أقرب إلى النّواة فيقل حجم الأيون الموجب. انظر الجدول (8-1).

الخاصيّة	$_{11}\text{Na}^{1+}$	$_{12}\text{Mg}^{2+}$	$_{13}\text{Al}^{3+}$
التركيب الإلكتروني للدّرة	2،8،1	2،8،2	2،8،3
التركيب الإلكتروني للأيون	2،8	2،8	2،8
عدد البروتونات في النّواة (العدد الذريّ)	11	12	13
عدد الإلكترونات المفقودة	1	2	3
عدد الإلكترونات المتبقية في الأيون	10	10	10
نصف قطر الأيون (pm)	99	65	50

الجدول 8-1 التركيب الإلكتروني لبعض الأيونات الموجبة.

وكذلك الحال في الأيونات السالبة، فإنه أيضاً بالانتقال من اليسار إلى اليمين عبّر الدّورة الواحدة يتناقص حجم الأيون السالب. فتلاحظ من خلال عناصر المجموعات 15، 16، 17 والتي تكون أيونات سالبة، أنه بالانتقال من اليسار إلى اليمين عبّر الدّورة الواحدة يتناقص حجم الأيون السالب فيقل نصف قطره، فمثلاً نجد أن أيونات Cl^{-} ، S^{2-} ، P^{3-} في الدّورة الثالثة تتدرّج في حجمها، كما في الشكل (15-1)؛ الذي يبين تناقص نصف قطر الأيون السالب عبّر الدّورة الواحدة من اليسار إلى اليمين.



الشكل 15-1 تدرج أنصاف أقطار الأيونات السالبة لذرات العناصر الممثلة عبر الدّورة الواحدة.

ويمكن تفسير ذلك بأنه كلما تمَّ إضافة إلكترون إلى المستوى الخارجي للذَّرة، تزدادُ قوةُ تنافر الإلكتروناتِ عن بعضها، ويزداد اندفاعُها نحو الخارج، وتضعُف قوةُ انجذابها نحو النُّواة؛ وبذلك يكبُرُ حجمُ الأيونِ السَّالبِ النَّاتِج. انظر الجدول (9-1).

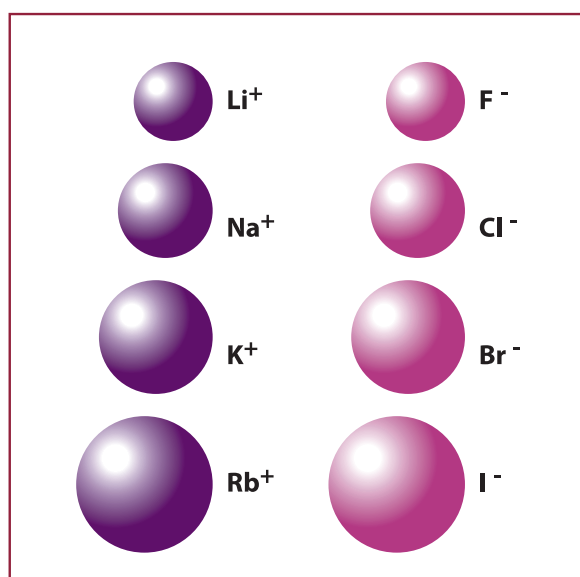
الخاصية	17 Cl^{1-}	16 S^{2-}	15 P^{3-}
التركيب الإلكتروني للذَّرة	2,8,7	2,8,6	2,8,5
التركيب الإلكتروني للأيون	2,8,8	2,8,8	2,8,8
عدد البروتونات في النُّواة (العدد الذَّري)	17	16	15
عدد الإلكترونات المكتسبة	1	2	3
عدد الإلكترونات في الأيون	18	18	18
نصف قطر الأيون (pm)	181	184	212

الجدول 9-1 التركيب الإلكتروني لبعض الأيونات السالبة

تدرُّج نصف قطر الأيوني خلال المجموعة الواحدة

Ionic radius trend within groups

عند الانتقال في المجموعة الواحدة من أعلى إلى أسفل، يزداد عدد مستويات الطاقة الرئيسة، وبذلك يزداد بُعد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي عن النُّواة، فيزداد حجم الأيون؛ أي يزداد نصف قطر كل من الأيون الموجب والأيون السالب. انظر الشكل (16-1): الذي يوضح زيادة أحجام الأيونات في المجموعة الواحدة بالانتقال من أعلى إلى أسفل.



الشكل 16-1 يوضح زيادة أحجام الأيونات في المجموعة الواحدة بالانتقال من أعلى إلى أسفل.



- رتّب الأيونات الآتية تصاعدياً حسب حجمها: ${}^4\text{Be}^{2+}$ ، ${}^3\text{Li}^{1+}$ ، ${}^8\text{O}^{2-}$ ، ${}^9\text{F}^{1-}$
- أيّ الأيونين له أكبر نصف قطري في أزواج الأيونات الآتية:

a. K^{1+} أم Ca^{2+} ؟

b. F^{1-} أم N^{3-} ؟

c. Al أم Al^{3+} ؟

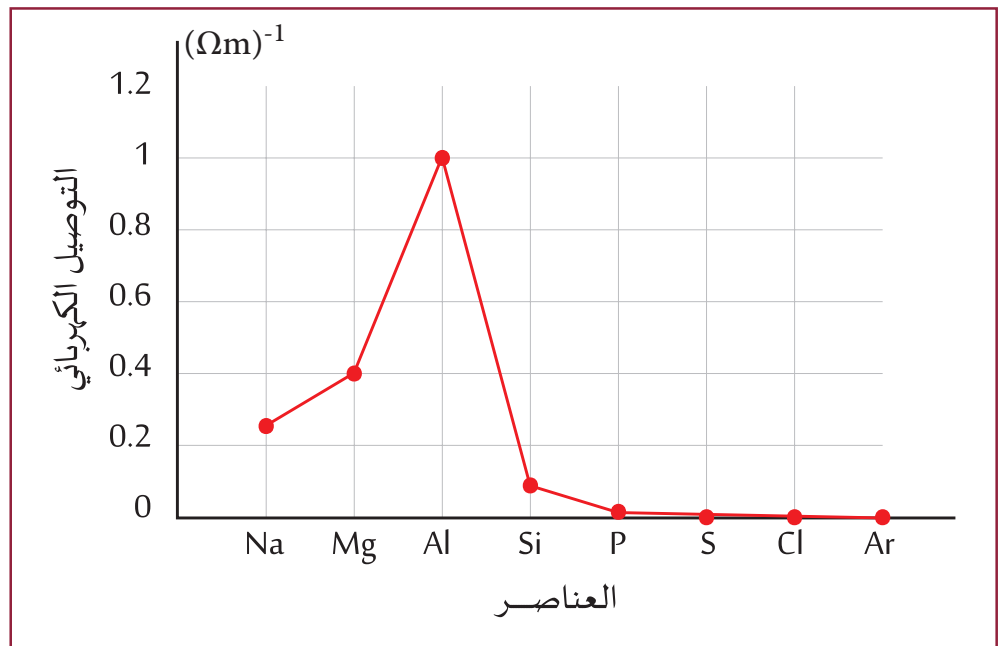
d. P^{3-} أم P ؟

التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity

يُقصد بالتوصيل الكهربائي Electrical Conductivity قابلية المادة لتدفق الإلكترونات من نقطة إلى أخرى خلالها. وقد درست سابقاً أن الفلزّات عمومًا توصل التيار الكهربائي؛ ويُعزى ذلك إلى وجود إلكترونات حرة الحركة في مستوى الطاقة الخارجي، تقوم بنقل الحرارة والكهرباء بسهولة عبر بلورة الفلزّ.

تدرّج خاصيّة التوصيل الكهربائي عبر الدورات وعبر المجموعات:

عبر الدّورة الواحدة يوضّح الشكل (17-1) التدرّج في خاصيّة التوصيل الكهربائي لعناصر الدّورة الثالثة في الجدول الدّوريّ.



سؤال الشكل

صف تدرّج خاصيّة التوصيل الكهربائي في الدّورة الثّالثة في الجدول الدّوريّ؟

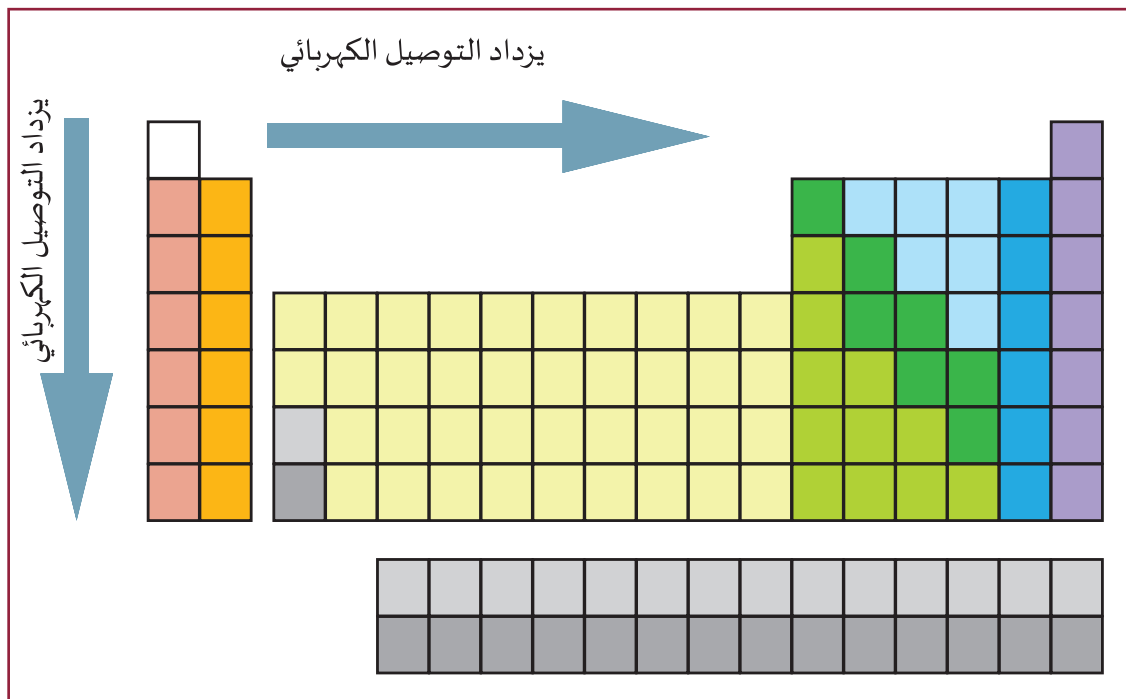
الشكل 17-1 التدرّج في خاصيّة التوصيل الكهربائي لعناصر الدّورة الثالثة في الجدول الدّوريّ.

لاحظ من الرسم البياني السابق لعناصر الدورة الثالثة أن التوصيل الكهربائي يزداد عند الانتقال من اليسار إلى اليمين عبر الدورة الواحدة من عناصر المجموعة الأولى وحتى عناصر المجموعة الثالثة عشرة، ثم يقل من عناصر المجموعة الرابعة عشرة حتى نهاية الدورة.

وتلاحظ أن خاصية التوصيل الكهربائي مرتفعة نسبياً لعنصر الصوديوم الذي يمتلك إلكترونًا واحدًا حر الحركة في مستوى الطاقة الخارجي له، ويزداد التوصيل الكهربائي لعنصر الماغنسيوم بشكل أكبر؛ وذلك لامتلاكه إلكترونين حرًا الحركة في مستوى الطاقة الخارجي له، ويزداد ارتفاع التوصيل الكهربائي لعنصر الألومنيوم؛ لامتلاكه ثلاثة إلكترونات حرة الحركة في مستوى الطاقة الخارجي؛ ولهذا فإنه بشكل عام كلما زاد عدد الإلكترونات حرة الحركة في مستوى الطاقة الخارجي لذرة الفلز، زادت قدرة ذلك العنصر الفلزي على التوصيل الكهربائي.

خلال المجموعة: لا توجد اتجاهات واضحة للتدرج في خاصية التوصيل الكهربائي للعناصر عبر المجموعات. ولكن يمكن القول بشكل عام أن عناصر مجموعات الفلزات جيدة التوصيل للكهرباء، أما عناصر مجموعات اللافلزات فهي رديئة التوصيل أو لا توصل التيار الكهربائي.

وبشكل عام، يزداد التوصيل الكهربائي للعناصر الفلزية عند الانتقال من أعلى المجموعة الواحدة إلى أسفلها، بسبب زيادة حجم الذرة وابتعاد إلكترونات المستوى الخارجي عن النواة وضعف تجاذبها معها، مما يسمح لها بحرية حركة أكبر. انظر الشكل (1-18).

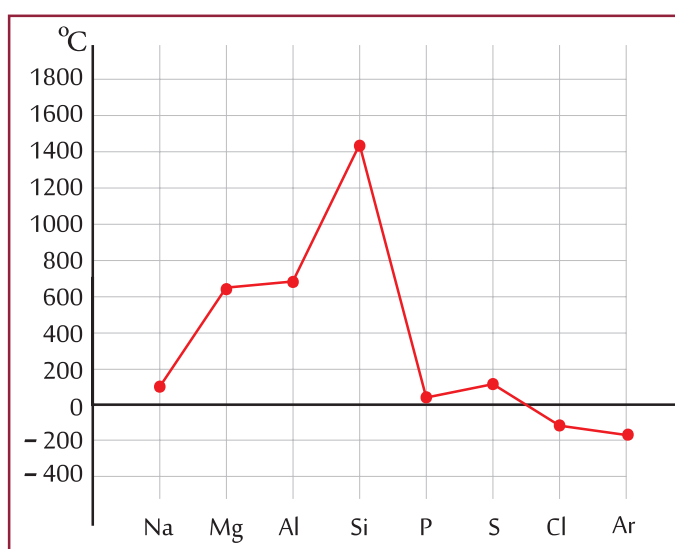


الشكل 1-18 التدرج في خاصية التوصيل الكهربائي للعناصر في الجدول الدوري.

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 الذرات 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 العناصر الممثلة في الدورة الواحدة للجدول الدوري، فإنها تبدأ بعناصر الفلزات يسار الجدول،



الشكل 19-1 رسم بياني يوضح التدرج في درجات الانصهار لعناصر الدورة الثالثة من الجدول الدوري.

وترتبط ذرات العنصر الواحد بالرابطة الفلزية، وتزداد قوة الرابطة الفلزية بزيادة عدد إلكترونات التكافؤ لهذه الفلزات مما يؤدي إلى زيادة درجة انصهارها بالانتقال من اليسار إلى اليمين للمجموعات 1، 2، و3. ثم يلي ذلك عناصر المجموعة الرابعة عشرة ذات درجات الانصهار العالية جدًا بسبب قدرة عناصر هذه المجموعة على تكوين تراكيب شبكية تساهمية ضخمة، فتحتاج إلى طاقة عالية جدًا للتغلب على قوة الروابط التساهمية كما في عنصر الكربون والسيليكون، ثم تبدأ درجات انصهار اللافلزات بالانخفاض تدريجيًا عند الانتقال من المجموعة الخامسة عشرة حتى المجموعة الثامنة عشرة والتي لها أقل درجات انصهار. ويعزى السبب في

انخفاض درجات انصهار اللافلزات إلى ضعف قوى التجاذب بين جزيئاتها. انظر الشكل (19-1).

ويبين الجدول 10-1 تدرج القيم التقريبية لدرجة الانصهار لعناصر الدورة الثالثة بالانتقال من اليسار إلى اليمين.

تدرج القيم التقريبية لدرجة الانصهار لعناصر الدورة الثالثة								الجدول 10-1
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	العنصر
97	650	660	1414	44	115	-101	-189	درجة الانصهار (°C)

• فيسر. درجة انصهار Al أعلى من K.

• فيسر. لعنصر الكربون أعلى درجة انصهار بين عناصر الدورة الثانية من الجدول الدوري.



اختبر نفسك

مُراجعةُ الدَّرْسِ الثالث

الأفكار الرئيسية:

- نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيِّ لِلْفِلِزَّاتِ هُوَ نِصْفُ المسافةِ بين نَوَاتِي ذَرَّتَيْنِ متجاورتين في التَّركيبِ البلوري للعُنْصُرِ.
- نِصْفُ القُطْرِ الذَّرِّيِّ لِلْفِلِزَّاتِ هُوَ نِصْفُ المسافةِ بين نَوَاتِي ذَرَّتِي عُنْصُرٍ في الحالةِ الغازيةِ بينهما رابطة تساهمية للجزيئات ثنائية الذَّرة.
- في الدَّوْرَة الواحدة يقل نِصْفُ قُطْرِ الذَّرة بالانتقال مِنَ اليَسَارِ إِلَى اليَمِينِ.
- في المجموعة الواحدة يزداد نِصْفُ قُطْرِ الذَّرة بالانتقال من أعلى إلى أسفل.
- حجم الأيون الموجَب أصغر من حجم ذَرَّتِهِ المتعادلة، بينما حجم الأيون السالب أكبر من حجم ذَرَّتِهِ المتعادلة.
- في الدَّوْرَة الواحدة يقل حجم الأيون الموجَب وكذلك يقل الأيون السالب بالانتقال مِنَ اليَسَارِ إِلَى اليَمِينِ.
- في المجموعة الواحدة يزداد حجم الأيون بالانتقال من أعلى إلى أسفل.
- في الدَّوْرَة الواحدة يزداد التَّوصِيل الكهربيّ لعَنَاصِرِ الفِلِزَّاتِ بزيادة العدد الذَّرِّيِّ بالانتقال مِنَ اليَسَارِ إِلَى اليَمِينِ، بينما في اللافلِزَّاتِ فغالبيتها عديمة التَّوصِيل وبعضها رديء التَّوصِيل.
- في الدَّوْرَة الواحدة تزداد درجات انصهار فِلِزَّاتِ العَنَاصِرِ الممثلة بالانتقال مِنَ اليَسَارِ إِلَى اليَمِينِ، بينما تنخفض، بشكل عام، درجات انصهار اللافلِزَّاتِ بالانتقال من المجموعة 15 إلى المجموعة 18، في حين تكون درجة انصهار عَنَاصِرِ المجموعة 14 بشكل عام مرتفعة جدًّا.

تقويم الدرس الثالث



أولاً: أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. أي من الذرات الافتراضية الآتية تُعد الأكبر حجمًا؟

a. $3X$

b. $9Y$

c. $5Z$

d. $11W$

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 الدورة الواحدة بنقصان العدد الذري.

d. يقل في المجموعة الواحدة بزيادة العدد الذري.

3. ما العنصر الأكثر توصيلاً للكهرباء؟

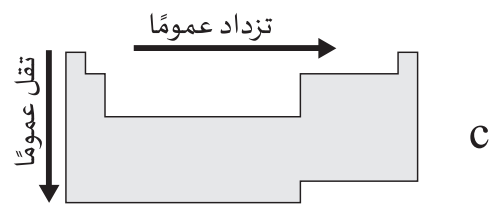
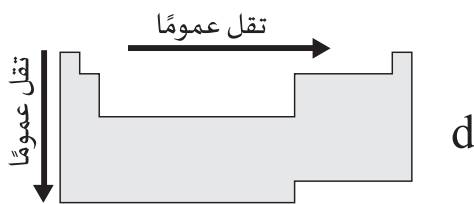
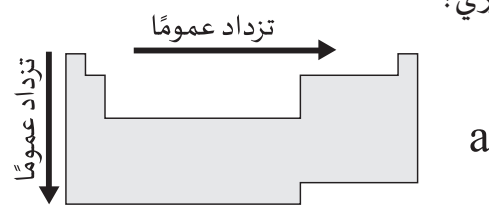
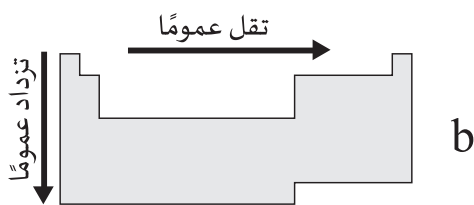
a. ^{12}Mg

b. ^{11}Na

c. ^{14}Si

d. ^{13}Al

4. أي الأشكال الآتية تمثل التدرج الصحيح في أنصاف أقطار الذرات عبر المجموعات والدورات في الجدول الدوري؟



تابع تقويم الدرس الثالث

5. ما العنصر الأقل درجة انصهار؟ 

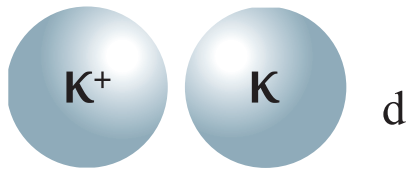
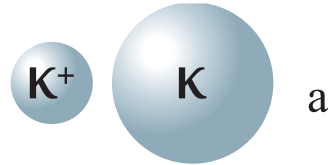
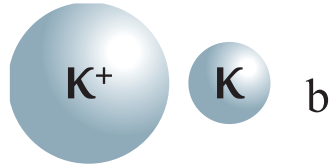
a. ^{14}Si

b. ^{13}Al

c. ^{17}Cl

d. ^{11}Na

6. أي الأشكال الآتية تمثل العلاقة بين نصف قطر ذرة البوتاسيوم K ونصف قطر أيونها؟ 



ثانياً: أسئلة الإجابات القصيرة:

أجب عن الأسئلة الآتية:

1. ما المقصود بكلٍّ من: 

a. نصف القطر الذري.

b. درجة الانصهار.

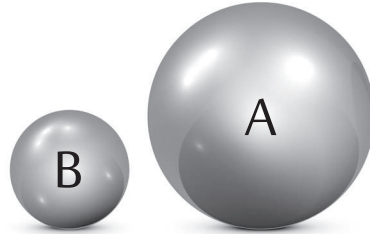
c. التوصيل الكهربائي.

2. فسّر لماذا يقل نصف قطر الذرة كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين عبر الدورة؟ 

3. كيف يتغير الحجم الذري لعناصر المجموعة الواحدة عند الانتقال من أعلى إلى أسفل؟ فسّر إجابتك. 

تابع تقويم الدرس الثالث

4. لديك الشكل الآتي؛ والذي يُمثل ذرتي عنصريين مختلفان في الحجم الذري، تأمله جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



a. إذا كانت A تُمثّل أيونًا، وB تُمثّل ذرّة العنصر نفسه، فهل يكون الأيون موجبًا، أم سالبًا؟ فسّر ذلك.

b. إذا كان A وB يُمثّلان نصفَي قطري ذرتي عنصريين في الدّورة نفسها، فما ترتيبهما في الدّورة؟

c. إذا كان A وB يُمثّلان نصفَي قطري ذرتي عنصريين في المجموعة نفسها، فما ترتيبهما في المجموعة؟

5. لديك الجدول الآتي؛ والذي يُمثل عدد إلكترونات التكافؤ لعناصر افتراضية تقع في الدّورة الثانية من الجدول الدّوري، ادرسه جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

W	Z	Y	X	رمز العنصر الافتراضي
7	5	2	3	عدد إلكترونات التكافؤ

• حدّد رمز العنصر الافتراضي:

a. الأعلى توصيلًا للكهرباء.

b. الأقلّ درجة انصهار.

c. الأكبر نصفَ قطرٍ ذريّ.

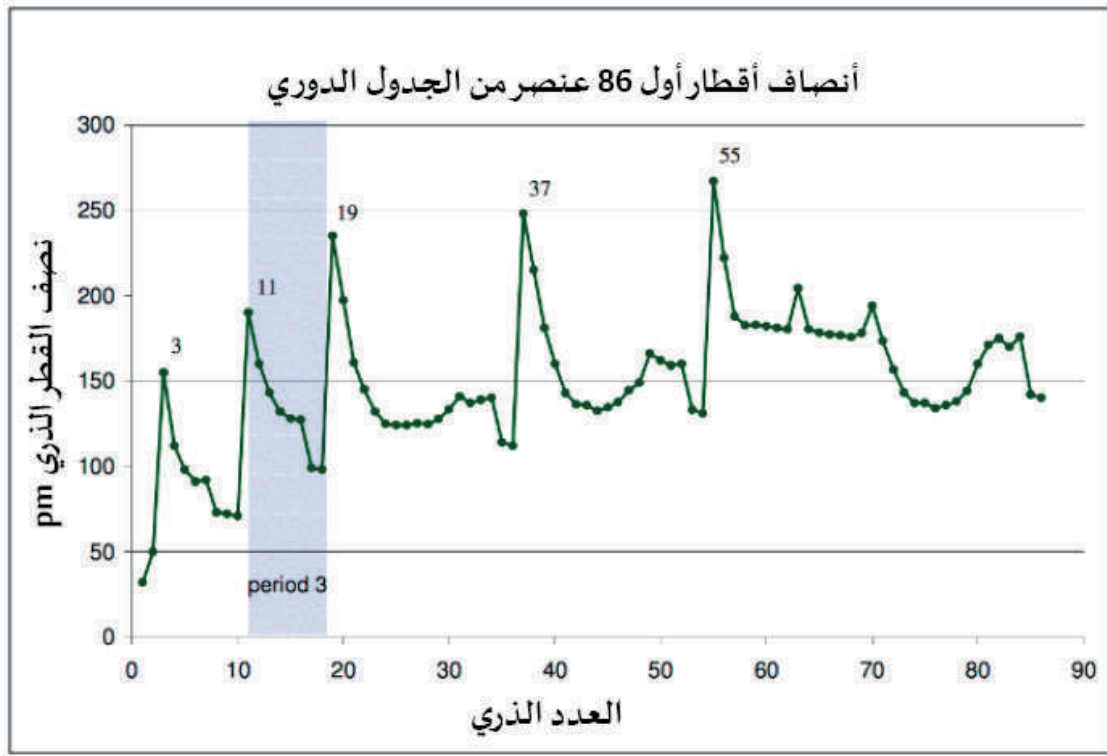
d. الأصغر حجمًا ذريًا.

e. الذي يُكوّن أيونًا موجبًا له أصغر حجم.

f. الذي يُكوّن أيونًا سالبًا له أصغر حجم (Z أم W)؟

تابع تقويم الدرس الثالث

6. يُمثّل الرّسم البيانيّ الآتي أنصافَ أقطار ذرّاتِ بعضِ عناصرِ الجدولِ الدّوريّ، مُقدّرةً بالبيكوميتر، أدْرُسْهُ جيّدًا، ثمّ أجِبْ عن الأسئلة التي تليه:



- حدّد العدد الذري في الرّسم البيانيّ أعلاه لكل من الذرة الأصغر حجم ذري والذرة الأكبر حجم ذري؟
 - ما العناصر الخمسة التي تُمثّلها القيم في الرّسم البيانيّ أعلاه؟
 - كيف يتدرّج نصف القطر الذريّ خلال الدّورة الثالثة؟
- تحفيز:
- كيف يتدرّج نصف القطر الذريّ في عناصر مجموعة الغازات النبيلة في الرسم البيانيّ أعلاه؟

النَّشَاطُ الكِيمِيَاءِيُّ لِلْعَنَاصِرِ

Chemical Reactivity Of Elements

الدَّرْسُ الرَّابِعُ 4-2



المُفْرَدَاتُ الرَّئِيسَةُ



Alkali Metals

الفِلِزَّاتُ القَلَوِيَّةُ

Alkaline Earth Metals

الفِلِزَّاتُ القَلَوِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ

Halogens

الهَالُوجِينَات

Noble Gases

الغَازَاتُ النَّبِيلَةُ

Substitution Reaction

تَفَاعُلُ الاسْتِبدَالِ (الإِخْلَالُ)

التَّجَارِبُ وَالْأَنْشِطَةُ

8-1 تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ مَعَ المَاءِ.

9-1 تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ مَعَ الأكْسِجِينِ.

10-1 تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ مَعَ المَاءِ.

11-1 تَفَاعُلُ الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ مَعَ الأكْسِجِينِ.

مُخْرَجَاتُ التَّعَلُّمِ

يُتَوَقَّعُ فِي نِهَآيَةِ الدَّرْسِ أَنْ يَكُونَ الطَّالِبُ قَادِرًا عَلَى أَنْ:

- يَصِفُ الخَوَاصِ الكِيمِيَاءِيَّةَ للعَنَاصِرِ وَمُرَكَّبَاتِهَا البَسِيطَةِ ضِمْنَ المَجْمُوعَاتِ: I , II , VII , VIII .
- يَتَوَقَّعُ التَفَاعُلَاتِ المُمكِنَةَ والنَّشَاطَ الكِيمِيَاءِيَّ المَحتمَلَ للعَنَاصِرِ مِنْ خِلَالِ مَوَاقِعِهَا فِي الجَدُولِ الدَّوْرِيِّ.

خصائص عناصر بعض المجموعات في الجدول الدوري Properties of Elements of Some Groups in Periodic Table

يحتوي الجدول الدوري ثمانى مجموعات من العناصر المُمثلة. سنتناول في هذا الدرس أربعة منها، وهي: المجموعة الأولى والمجموعة الثانية، والمجموعة السابعة عشرة (VII A)، والمجموعة الثامنة عشرة (الصَفيرية).

أولاً: عناصر المجموعة الأولى Group (I) Elements

يُطلق على عناصر المجموعة الأولى، باستثناء عنصر الهيدروجين، اسم الفلزّات القلويّة **Alkali metals**، نسبةً إلى كلمة القلي **Alquili** وهي التسمية التي أطلقها العلماء المسلمين نسبة إلى رماذ نبات عُرف منذ القدم، ويحتوي على كربونات كلٍّ من البوتاسيوم والصوديوم، ومن هنا أُطلق هذا الاسم على كامل المجموعة الأولى، والتي تشمل ستة عناصر هي: الليثيوم **Li**، الصوديوم **Na**، البوتاسيوم **K**، الروبيديوم **Rb**، السيزيوم **Cs**، والفرانسيوم **Fr**، انظر الشكل (20-1).

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 Aluminum	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 20-1: الفلزّات القلويّة في المجموعة الأولى من الجدول الدوري.

ابحث عن جهود أشهر علماء المسلمين في الكيمياء.

إثراء

الخصائص الفيزيائية للفلزّات القلويّة Physical Properties of Alkali Metals

تمتاز عناصر هذه المجموعة بلونها الفضيّ، انظر الشكل (21-1)، وهي ليّنة مقارنةً مع الفلزّات الأخرى، ولها درجات انصهار منخفضة نسبياً حيث تقل درجات انصهارها بالانتقال من أعلى المجموعة إلى أسفلها وذلك بسبب ضعف قوة الرابطة الفلزية.



الليثيوم

البوتاسيوم

الصوديوم

الشكل 21-1 شكل بعض الفلزّات القلويّة في المجموعة الأولى من الجدول الدّوريّ.

تتباين الفلزّات القلويّة في سلوكها الفلزيّ، حيثُ يقع العنصرُ الأكثرُ خاصيّةً فلزيّةً أسفلَ المجموعة، أي أنّ الخواصّ الفلزيّة تزدادُ بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة؛ ولذلك نجد أن عنصرَ البوتاسيوم مثلاً يمتلك خواصًا فلزيّةً أكثرَ من عنصرِ الليثيوم.

رتّب العناصر الآتية تصاعديًا حسب الخواصّ الفلزيّة: $\text{Li}, \text{Na}, \text{K}$



اختبر نفسك

الخصائص الكيميائيّة للفلزّات القلويّة

Chemical Properties of Alkali metals

تُعَدُّ عناصرُ المجموعة الأولى أنشطَ الفلزّات كيميائيًا؛ لاحتوائها على إلكترون تكافؤ واحد في المستوى الخارجي يمكن أن تفقده بسهولة، لتصل إلى حالة استقرار تُشبه التركيب الإلكتروني لأقرب غاز نبيل، ولذلك لا توجد منفردة في الطبيعة، بل تتفاعل بسرعة مع عناصر أخرى، ولهذا توجد على شكل أيونات أحادية موجبة، متّحدة مع أيونات سالبة. ومن أشهر المركّبات التي تكوّنّها عناصرُ المجموعة الأولى، كلوريد الصّوديوم NaCl المعروف بملح الطّعام.

1. تفاعل الفلزّات القلويّة مع الماء Reaction of Alkali Metals with Water

تمتاز عناصرُ المجموعة الأولى بتفاعلها مع الماء بشدّة عند درجة حرارة الغرفة، مكوّنةً محلول هيدروكسيد الفلزّ الذي يرمّز له بشكل عام بالرمز (MOH) ؛ حيث يشير الرمز M إلى أي فلز من فلزّات المجموعة الأولى. ويكون لمحلول هيدروكسيد الفلزّ تأثير قاعدي؛ حيث يغيّر لون ورقة تَبّاع الشّمس الحمراء إلى اللون الأزرق، ويتصاعد غاز الهيدروجين وتنتج حرارة من هذا التفاعل تكون كافيةً لإشعال الهيدروجين؛ لذلك لا يُستخدم الماء في إطفاء الحرائق الناتجة عن اشتعال أحد الفلزّات القلويّة مثل الصّوديوم.

نشاط 8-1



تفاعل الفلزّات القلويّة مع الماء

الهدف

يستقصي تفاعل بعض الفلزّات القلويّة مع الماء.

المواد والأدوات

قِطْعُ صغيرة من كُلِّ من: الليثيوم، والصُّوديوم، حَوْضُ زجاجي، ماء مُقَطَّر، مِلْقَط، سِكِّين، أنبوب بايركس مفتوح الطرفين، أوراق تَبَاعِ الشَّمْسِ الحمراء والزَّرْقَاء، قِطَّارَةٌ.

الأمّن والسّلامة

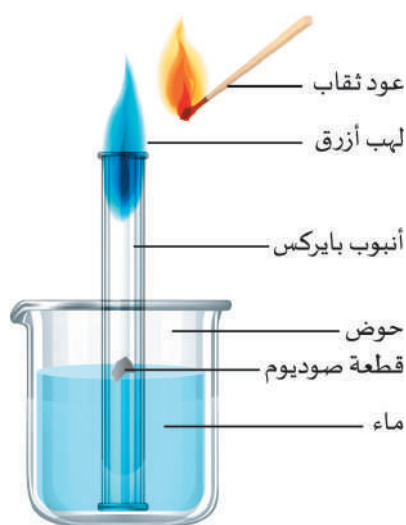
استخدم المِلْقَط عند التعامل مع الفِلِزّات القلويّة؛ فهي شديدة التفاعل مع الماء وقابلة للاشتعال. (يُجرى النشاط من قبل المعلم).

خُطوات العمل:

1. ضع كَمِيَّة من الماء في الحَوْض الزجاجي إلى منتصفه.
2. ضع أنبوب بايركس في الحَوْض على أن يكون أَحَدُ طرفيه فوق سطح الماء كما في الشَّكل.
3. إقْطَعْ -باستخدام السِّكِّين، ومستعينًا بالمِلْقَط- قِطْعَةً صغيرة من الصُّوديوم (بحجم حَبَّة العَدَس).
4. استخدم المِلْقَط لوضع قِطْعَةِ الصُّوديوم في أنبوب بايركس في الحَوْض الزجاجي. ماذا حَدَث؟
5. ضع قِطْرَةً من المحلول باستخدام القِطَّارَة، على ورقة تَبَاعِ الشَّمْسِ الحمراء، ثمَّ ضع قِطْرَةً أُخْرَى على ورقة الزَّرْقَاء، ولاحظ أيَّ الورقتين يتغير لَوْنُهما.
6. كرِّر الخطوات السابقة مُستخدِمًا قِطْعَةً من اللِّيْثِيُوم. (يمكن الاستعانة بعَرَض فيديو عند عدم توافر المواد المطلوبة وفي حالة عنصر البوتاسيوم لخطورة اجراء التجربة في المختبر).

التَّحليل:

1. هل تفاعل الصُّوديوم مع الماء؟ كيف عرفت ذلك؟
2. هل تفاعل الليثيوم مع الماء؟ كيف عرفت ذلك؟
3. اكتب مُعادلة رمزيةً موزونةً تُمثِّلُ تفاعل الصُّوديوم مع الماء.
4. ما اسمُ الغازِ النَّاتِج من هذه التفاعلات؟ كيف يمكنُ الكشفُ عنه؟
5. أيُّهما أنشطُ كيميائيًا: الصُّوديوم أم الليثيوم؟ كيف عرفت ذلك؟
6. ما طبيعةُ المحاليلِ النَّاتِجَةِ (حمضية أم قاعدية)؟



الاستنتاج:

استقصاء: اقترح مع زملائك طريقةً لحفظ الصُّوديوم أو البوتاسيوم في المختبر. ناقش النَّتائِج مع مدرِّسك.

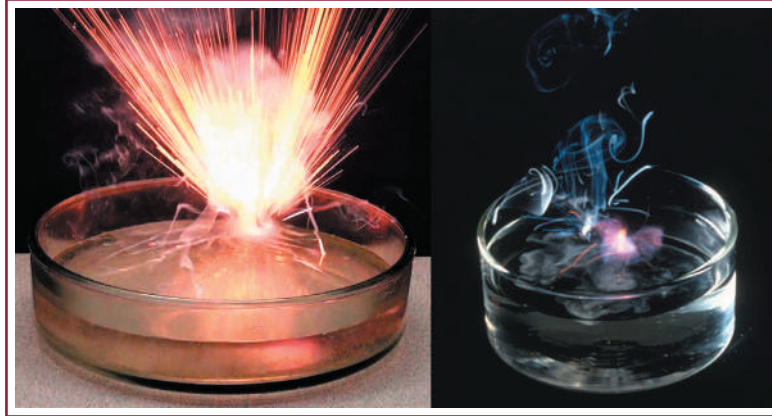
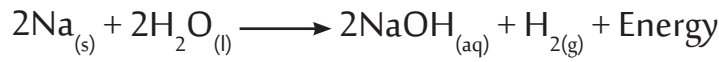
لعلك لاحظت أن الصوديوم يتميز بدرجة عالية من النشاط، ويتفاعل مع الماء بشدة. انظر الشكل (22-1)؛ لذلك فهو يُحفظ تحت سطح الكيروسين؛ لأنه يشتعل تلقائيًا في حال ملامسته للهواء أو للماء. ويمكن تمثيل التفاعل الحاصل بين الفلزّات القلويّة والماء بالمعادلة اللفظية الآتية:



ويُعبر عن ذلك بالمعادلة الرمزية العامة الآتية:



ومثال ذلك مُعادلة تفاعل فلز الصوديوم مع الماء :



الشكل 22-1 تفاعل بعض الفلزّات القلويّة مع الماء

كيف يمكن إطفاء حرائق الصوديوم؟



اختبر نفسك

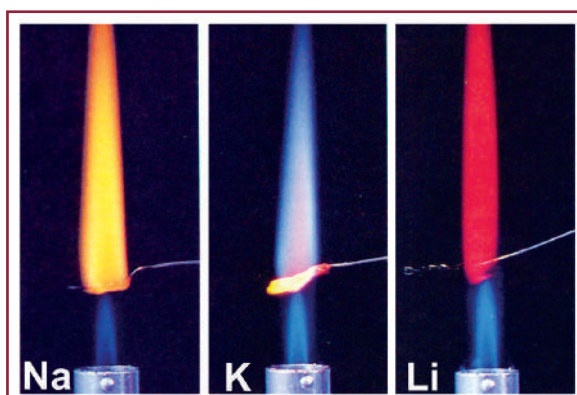
2. تفاعل الفلزّات القلويّة مع الأكسجين Reaction of Alkali Metals with Oxygen

ينتج عن تفاعل الفلزّ القلوي مع الأكسجين أكسيد الفلز، الذي يُرمز له بشكل عام بالرمز (M_2O)، ويكون لمحلول أكسيد الفلز تأثير قاعدي يُغيّر لون ورقة تباع الشمس من الأحمر إلى الأزرق. فعند ذوبان أكسيد الفلز في الماء يكوّن أيون الفلز الموجب، وأيون الهيدروكسيد (OH^-) المسؤول عن الخواص القاعدية للمحاليل. وللتعرّف أكثر على تأثير الأكسجين على الفلزّات القلويّة، نفد النشاط الآتي:

تفاعل الفلزّات القلويّة مع الأكسجين	نشاط 9-1 
يستقصي تفاعل بعض الفلزّات القلويّة مع الأكسجين.	الهدفُ
قطع صغيرة من الليثيوم، والصّوديوم، والبوتاسيوم، ملعقة مجوفة، لهب كحولي.	الموادُّ والأدواتُ
(يُجرى النشاط من قبل المعلم أو عرض فيديو أو مختبر افتراضي لتوضيح النشاط).	الأمّن والسّلامة
خُطواتُ العمل: 1. اقطع باستخدام السيّكين قطعة صغيرة من الصّوديوم (بحجم حبة العدس). 2. استخدم المِلْقَط لوضع قطعة الصّوديوم 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. كرّر الخُطوات السابقة مستخدماً قطعاً من البوتاسيوم والليثيوم في كل مرّة. التّحليل: 1. هل حدث تفاعلٌ عند تعريض الصّوديوم إلى اللّهب؟ ما لون اللّهب الناتج؟ 2. هل حدث تفاعلٌ عند تعريض البوتاسيوم إلى اللّهب؟ ما لون اللّهب الناتج؟ 3. هل حدث تفاعلٌ عند تعريض الليثيوم إلى اللّهب؟ ما لون اللّهب الناتج؟ 4. هل المحلول الناتج من التّفاعلات السابقة حمضيّ، أم قاعديّ؟ كيف تتأكّد من ذلك؟ الاستنتاج:	



تلاحظُ من النشاط أن الفلزّات القلويّة تتفاعلُ بشدّة مع أكسجين الهواء الجوي، ويحترق كل منها بلهب ذولون مميز له، انظر الشكل (1-23)، الذي يبين لون اللهب الناتج من احتراق الفلزّات القلويّة بما يُعرف بتجربة كشف اللهب، وهو اختبار يتم استخدامه في الكشف عن العناصر.

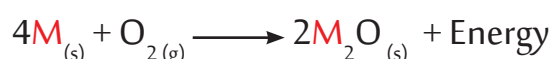


الشكل 1-23 احتراق عناصر الفلزّات القلويّة يعطي لوناً مميزاً.

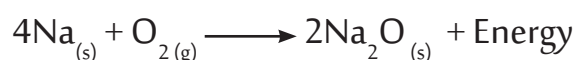
ويمكن تمثيل التفاعل الحاصل بين الفلزّات القلويّة والأكسجين بالمعادلة اللفظية الآتية:



ويُعبّر عن ذلك بالمعادلة الرّمزية العامة الآتية:



ومثال ذلك مُعادلة تفاعل فلز الصوديوم مع الأكسجين:



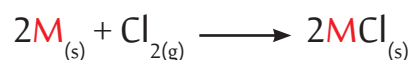
تلاحظ من الشكل (1-23) أن لون اللهب الناتج من احتراق الصوديوم هو أصفر ذهبي، واللون الناتج عن احتراق البوتاسيوم بنفسجي فاتح، أما اللون الناتج عن احتراق عنصر الليثيوم فهو قرمزي.

مثّل بمُعادلة كيميائية رمزية موزونة تفاعل فلز الليثيوم مع الأكسجين.

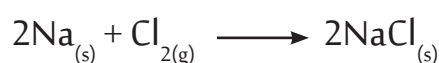


3. تفاعل الفلزّات القلويّة مع الكلور Reaction of Alkali Metals with Chlorine

تتفاعل عناصر المجموعة الأولى مع الكلور وتنتج أملاحاً أيونية تُسمّى كلوريد الفلز، ويُرمز لها بالرمز (MCl)؛ حيث يُشير الرمز **M** إلى الفلز، ويمكن تمثيل التفاعل بين الفلز القلوي وعنصر الكلور بالمعادلة الكيميائية الرّمزية العامة كما يلي:



ويُعبّر عن التفاعل الحاصل بين كل من الصوديوم والبوتاسيوم مع الكلور بمُعادلة كيميائية رمزية موزونة كما يلي:



- مثل بمُعَادَلَة كيميائية رمزية موزونة تفاعل فلز الليثيوم مع الكلور.
- توقع النشاط الكيميائي لعناصر المجموعة الأولى المتبقية؛ مثل: الروبيديوم، والسيزيوم، والتفاعلات التي من الممكن حدوثها لكل منهما؟



ثانيًا: عناصر المجموعة الثانية Group (II) Elements

يُطلق على عناصر المجموعة الثانية من الجدول الدوري اسم الفلزّات القلوية الأرضية **Alkaline Earth Metals**، وتشكّل هذه المجموعة العناصر الكيميائية الموجودة في العمود الثاني من الجدول الدوري، والتي تشمل الفلزّات: البريليوم (Be)، والمغنيسيوم (Mg)، والكالسيوم (Ca)، والسترونشيوم (Sr)، والباريوم (Ba)، والرااديوم (Ra). انظر الشكل (24-1).

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 Aluminum	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 Cesium	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 24-1: موقع عناصر المجموعة الثانية في الجدول الدوري.

الخصائص الفيزيائية للعناصر القلوية الأرضية

Physical Properties of Alkaline Earth Metals

تمتاز العناصر القلوية الأرضية بلونها الأبيض الفضي، وهي ذات كثافة منخفضة نسبيًا، وتعدّ أكثر قساوة من الفلزّات القلوية، ودرجات انصهارها أعلى من درجات انصهار الفلزّات القلوية، وتقلّ درجات انصهارها بالانتقال من أعلى المجموعة إلى أسفلها. فسر ذلك.

ويوضّح الجدول (11-1) مقارنةً بسيطةً بين عناصر المجموعة الأولى وعناصر المجموعة الثانية في بعض الخصائص الفيزيائية.

مقارنة بين عناصر الفلزّات القلويّة وعناصر الفلزّات القلويّة الأرضيّة		الخاصيّة
المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	
ينتهي بإلكترون واحد في مستوى الطاقة الخارجي.	ينتهي بإلكترونين في مستوى الطاقة الخارجي	التركيب الإلكتروني
أكبر (يزداد بالانتقال من أعلى المجموعة إلى أسفلها).	أصغر (يزداد بالانتقال من أعلى المجموعة إلى أسفلها).	نصف القطر الذريّ
أقل (تقل بالانتقال من أعلى المجموعة إلى أسفلها).	أعلى (تقل بالانتقال من أعلى المجموعة إلى أسفلها).	درجة الانصهار
توصل التيار الكهربائي بصورة أقل نسبياً من عناصر المجموعة الثانية.	توصل التيار الكهربائي بصورة أكبر نسبياً من عناصر المجموعة الأولى.	التوصيل الكهربائي

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

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



اختبر نفسك

الخصائص الكيميائية للفلزّات القلويّة الأرضيّة Chemical Properties of Alkaline Earth Metals

تعدّ عناصر القلويات الأرضيّة نشطة كيميائيًا ولكنها أقل نشاطًا من عناصر المجموعة الأولى، لاحتوائها على إلكترونين تكافؤ في مستوى الطاقة الخارجي تفقداهما لتصل إلى حالة استقرار تشبه التركيب الإلكتروني لأقرب غاز نبيل، وهي توجد على شكل أيونات ثنائية موجبة، متحدة مع أيونات سالبة. ومن المركبات التي تتكوّن عناصر المجموعة الثانية، كلوريد الماغنيسيوم $MgCl_2$ وكلوريد الكالسيوم $CaCl_2$.

1. تفاعل الفلزّات القلويّة الأرضيّة مع الماء Reaction of Alkaline Earth Metals with Water

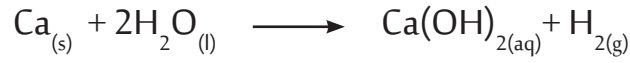
تتفاعل فلزّات عناصر مجموعة القلويات الأرضيّة مع الماء بشدة أقل من تفاعل فلزّات المجموعة الأولى، وتتفاوت فيما بينها في شدة تفاعلها مع الماء. وينتج من التفاعلات السابقة محلول هيدروكسيد الفلز الذي يرمز له بشكل عام بالرمز $M(OH)_2$ حيث يشير الرمز M إلى فلز من فلزّات المجموعة الثانية في الجدول الدوريّ وكذلك يتصاعد غاز الهيدروجين، ويكوّن لمحلول هيدروكسيد الفلز تأثير قاعديّ؛ حيث يغيّر لون ورقة تبايع الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق.

تفاعل الفلزّات القلويّة الأرضيّة مع الماء	نشاط 10-1  
يستقصي تفاعل بعض الفلزّات القلويّة الأرضيّة مع الماء.	الهدف
قِطْعُ صغيرة من كل من: الكالسيوم، والمغنيسيوم، والبريليوم، حَوْضُ زجاجي، ماء مقطر، مِلْقَط، أوراق تَبَاعِ الشَّمْسِ الحمراء والزرقاء، قِطَّارَةٌ.	الموادّ والأدوات
خُطُوات العمل: 1. ضع كَمِيّة من الماء المقطر في الحوض الزجاجي إلى منتصفه. 2. استخدم المِلْقَط لوضع قطعة الكالسيوم في الحوض الزجاجي. ماذا تلاحظ؟ 3. بعد انتهاء التفاعل، ضع قطرة من المحلول باستخدام القِطَّارَة، على ورقة تَبَاعِ الشَّمْسِ الحمراء ثم ضع قطرة أخرى على ورقة الزرقاء، ولاحظ أي الورقتين يتغير لونها. 4. كرر الخطوات السابقة مستخدمًا قطعًا من والمغنيسيوم، والبريليوم في كل مرة. (للمعلم: يمكن الاستعانة بعرض فيديو عند عدم توافر المواد المطلوبة) التحليل: 1. هل حدث تفاعل بين الكالسيوم والماء؟ كيف عرفت ذلك؟ 2. هل حدث تفاعل بين المغنيسيوم والماء؟ كيف عرفت ذلك؟ 3. هل حدث تفاعل بين البريليوم والماء؟ كيف عرفت ذلك؟ 4. اكتب مُعادلة رمزية موزونة تمثل تفاعل الكالسيوم مع الماء؟ 5. ما اسم الغاز الناتج من هذه التفاعلات؟ كيف يمكن الكشف عنه؟ 6. أيّهما أنشط كيميائيًا: الكالسيوم أم البريليوم؟ كيف عرفت ذلك؟ 7. ما طبيعة المحاليل الناتجة (حمضية أم قاعدية)؟ الاستنتاج:	

تلاحظ من النشاط السابق أن البريليوم لم يتفاعل مع الماء، وأن المغنيسيوم تفاعل مع الماء بصورة أقل نشاطًا من تفاعل الكالسيوم مع الماء، ويمكن تمثيل التفاعل الحاصل بين الفلزّات القلويّة الأرضيّة والماء باستثناء البريليوم كما هو موضّح في المُعادلة الكيميائية العامّة الآتية:



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



2. تفاعل الفلزّات القلويّة الأرضيّة مع الأكسجين

Reaction of Alkaline Earth Metals with Oxygen

تَحترق فِلِزَّاتُ عناصرِ مجموعةِ القَلَوِيَّاتِ الأرضيّةِ بوجود الأكسجين فينتُج أكسيدُ الفِلِز، ويُرمّز له بشكل عام بالرمز (MO)، ويكونُ لمُحلول أكسيد الفِلِز تأثيرُ قاعديّ يُغيّر لونَ ورقةِ تَبَاع الشَّمْس من الأحمرِ إلى الأزرق. وللتعرُّف على تأثير الأكسجين في الفِلِزَّاتِ القَلَوِيّةِ الأرضيّةِ، نَقُدُ النشاطَ الآتي:

الشكل 1-25 لاحظ ظهورَ الفقاعات عند تفاعل الكالسيوم مع الماء.

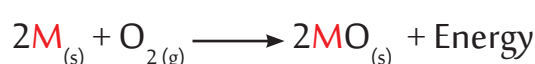
تفاعلُ الفِلِزَّاتِ القَلَوِيّةِ الأرضيّةِ مع الأكسجين	نشاط 11-1
يستقصي تفاعلُ بعض الفِلِزَّاتِ القَلَوِيّةِ مع الأكسجين.	الهدفُ
شريطُ من الماغنيسيوم، ورقُ صَنْفَرَة، مصدرُ لَهَب، مِلْقَط، جَفَنَة، كأسٌ زجاجية، ماءً.	الموادُّ والأدواتُ
ارتدِ النظاراتِ الواقية، ويُنصح بعدم إطالة النظر بشكل مباشر إلى شريط الماغنيسيوم أثناء الاحتراق.	الأمْن والسلامة
خُطواتُ العمل: 1. نَظِّفْ شريطَ الماغنيسيوم باستخدام ورق صَنْفَرَة لإزالة أي أثرٍ لترسُّبات سابقة. 2. أمسكْ شريطَ الماغنيسيوم بالمِلْقَط من طرفه. 3. عرِّض الطرفَ الحَرَّ من الشريط إلى اللَهَب. ماذا تلاحظ؟ 4. أتركِ المادَّة الناتجة فترةً من الزمن في الجَفَنَة حتى تبرد، ثم ضعْها في كأسٍ من الماء. التَّحليلُ: 1. هل حَدَثَ تفاعلٌ عند تعريضِ الماغنيسيوم إلى اللَهَب؟ ما لونُ اللَهَب الناتج؟ 2. هل المحلولُ الناتجُ من التَّفاعلِ السابق حِمَضيٌّ، أم قاعديٌّ؟ كيف تتأكَّد من ذلك؟ الاستنتاجُ:	



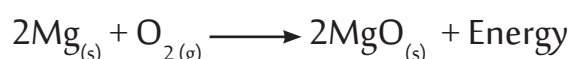
تلاحظ من النشاط أنَّ عناصر الفلزَّات القلويَّة الأرضيَّة تتفاعل مع أكسجين الهواء الجويِّ بدرجةٍ أقلَّ مقارنةً مع عناصر المجموعة الأولى . ويمكن تمثيل التفاعل الحاصل بين الفلزَّات القلويَّة الأرضيَّة والأكسجين بالمعادلة اللفظية الآتية:



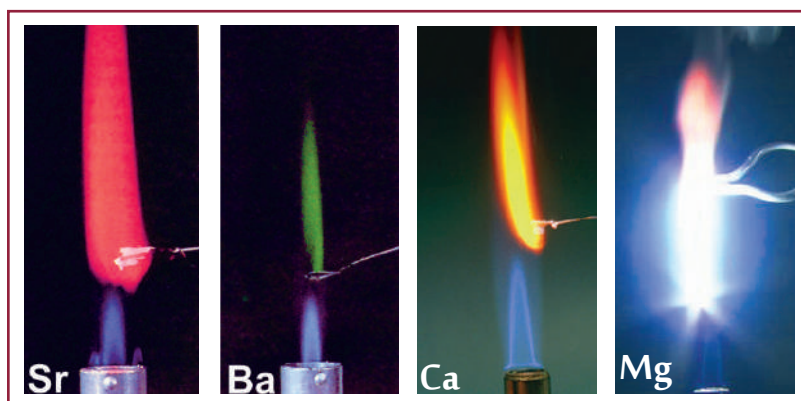
ويُعبر عن ذلك بالمعادلة الكيميائية الرمزية العامة الآتية:



ومثال على ذلك مُعادلة تفاعل الماغنيسيوم والأكسجين كما يلي:



تتفاعل الفلزَّات القلويَّة الأرضيَّة بشدة مع أكسجين الهواء الجوي، ويحترق كلُّ منها بلهب ذي لونٍ مُميِّزٍ له؛ فمثلاً يحترق الماغنيسيوم بلونٍ أبيضٍ ساطعٍ، ويحترق الكالسيوم بلونٍ أصفرٍ مائلٍ إلى اللون البرتقالي المُحمر، انظر الشكل (26-1).



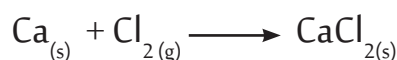
الشكل 26-1 احتراق عناصر الفلزَّات القلويَّة الأرضيَّة يعطي لوناً مميَّزاً لكلِّ منها.

مثال بمُعادلة كيميائيَّة رمزيةٍ موزونةٍ تفاعل فلزِّ الكالسيوم مع الأكسجين.



اختبر نفسك

Reaction of Alkaline Earth Metals with Chlorine

$$M_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow MCl_{2(s)}$$
$$\text{Mg}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)} \longrightarrow \text{MgCl}_{2(s)}$$


تُسمَّى هذه المجموعةُ في الجدولِ الدَّوريِّ الحديثِ المجموعةُ السابعةُ عشرةُ الهالوجينات **Halogens** وقد كان يُرمز لها بالرمز اللاتيني (VIIA) للإشارة إلى أنها المجموعةُ السابعةُ في العناصر الممثلة. وهي تشمل العناصر: الفلور (F)، الكلور (Cl)، البروم (Br)، اليود (I)، الأستاتين (At)، والتينيسيوم (Ts). انظر الشكل (1-27).

وَتُعَدُّ جميعُ عناصر هذه المجموعة لافِلِزَّاتٍ باستثناء الأستاتين فهو شِبُهٌ فِلِز. أما عُنْصُرُ التينديسيوم (ذو العدد الذَّرِّي 117) المُصَنِّع فهو مُشِعٌّ ولا زالت المعلوماتُ عنه قَيَدَ الدراسة لِإضافته حديثًا إلى الجدول الدوري. وتعني كلمةُ (هالوجين) بالاعريقية مكوّن الملح، لأن مركباتها الناتجةُ من تفاعلها مع الفلِزَّات تُسَمَّى أملاحًا.

																العنصر																عنصر															
H Hydrogen																																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 Aluminum		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 Cesium		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		Ac Actinoid		Rf Rutherfordium		Db Dubnium		Sg Seaborgium		Bh Bohrium		Hs Hassium		Mt Meitnerium		Ds Darmstadtium		Rg Roentgenium		Cn Copernicium		Nh Nihonium		Fl Flerovium		Mc Moscovium		Lv Livermorium		Ts Tennessine		Og Oganesson													

الشكل 27-1 عناصرُ المجموعة السابعة عشر (الهالوجينات) في الجدول الدوري.

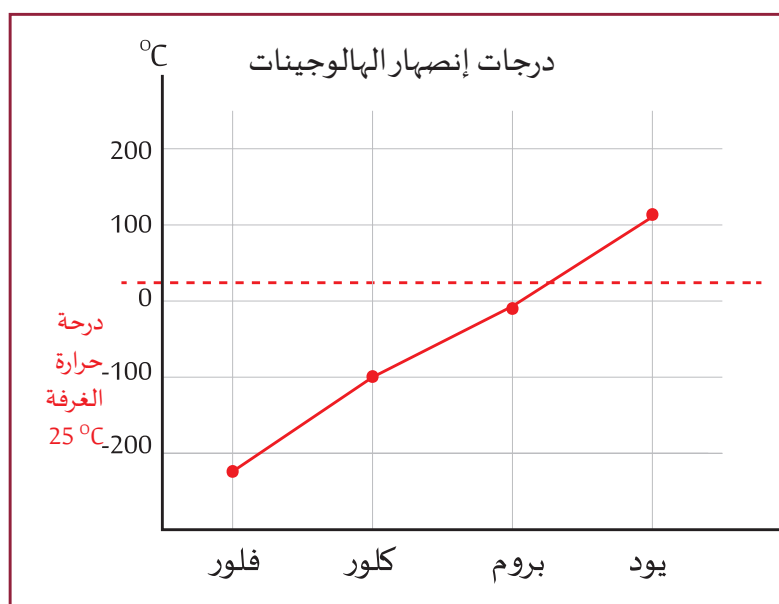
الخصائص الفيزيائية للهالوجينات Physical Properties of Halogens

يوجدُ الفلور على شكل غازٍ أصفر باهت، والكلور غازٌ أصفر مائلٌ إلى اللون الأخضر، أما البروم فهو عبارة عن سائلٍ بُني داكن يميل إلى اللون الأحمر، واليود جسمٌ صلب رمادي داكن، يتحول عند تسخينه إلى بخارًا بنفسجي اللون، أما الأستاتين فهو عنصرٌ صلب نادر أسود اللون وذو نشاطٍ إشعاعي. وللهالوجينات خصائصٌ فيزيائية عديدة، يمكن تلخيص أبرزها في الجدول (12-1).

بعض خصائص الهالوجينات					
الهالوجين	الرمز	العدد الذري	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	صلب	114
أستاتين	At	85	أسود	صلب مشع	302

الجدول 12-1 مقارنة بين بعض خصائص الهالوجينات.

تلاحظ من الجدول أنه بزيادة العدد الذري للعناصر، أي بالانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة، تتغير الحالة الفيزيائية من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة ثم إلى الحالة الصلبة، وتزداد درجة انصهار عناصر الهالوجينات، ويصبح لونها أكثر قتامة انظر الشكل (1-28).



الشكل 1-28 درجات انصهار عناصر المجموعة السابعة عشرة (الهالوجينات)

أي عناصر المجموعة السابعة له أعلى درجة انصهار.



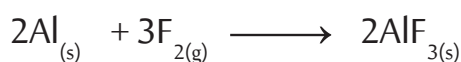
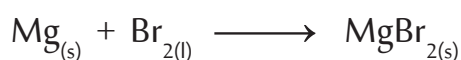
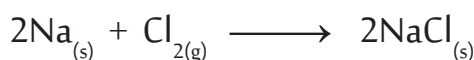
درست سابقاً أنّ عناصر هذه المجموعة تحوي في المستوى الخارجي لذراتها على سبعة إلكترونات تكافؤ، وبذلك فهي نشطة كيميائياً؛ إذ أن لها ميل كبير لاكتساب إلكترون واحد أو المشاركة به لملء مستوى الطاقة الخارجي ويصبح لها تركيب إلكتروني مستقر مشابه للتركيب الإلكتروني لأقرب غاز نبيل، ولذلك فهي توجد في الطبيعة عادة إما على شكل جزيئات ثنائية الذرة (I_2, Br_2, Cl_2, F_2)، أو توجد متحدةً مع غيرها من عناصر الفلزّات، أو الأفلزّات مكوّنة مركّبات مختلفة مثل: $NaCl$ ، $MgBr_2$ و OF_2 و NCl_3 .

1. تفاعل الهالوجينات مع الفلزّات Reaction of Halogens with Metals

تتفاعل الهالوجينات مع الفلزّات مكونة روابط أيونية لتنتج أملاحاً تُسمّى هاليد الفلز، فالهالوجينات تعني مكونات الأملاح، مثل فلوريد أو كلوريد أو بروميد أو يوديد الفلز، ويمكن التعبير عن هذه التفاعلات بمعادلة لفظية عامة كما يلي:



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



2. تفاعل الإحلال للهالوجينات Substitution Reaction of Halogens

اكتب أسماء المركّبات الناتجة من التفاعلات السابقة.

..... $NaCl$

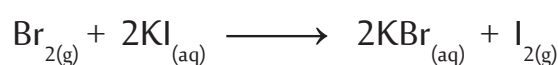
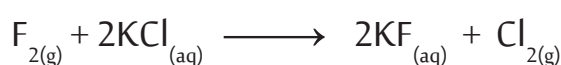
..... $MgBr_2$

..... AlF_3



اختبر نفسك

يتدرّج نشاط العناصر بالانتقال من أعلى إلى أسفل في المجموعة؛ إذ أن الفلور هو الأكثر نشاطاً في حين أن اليود أقلها نشاطاً. وبذلك فإن عُصْرُ الفلور يستطيع أن يحل مكان الهالوجينات التي تقع أسفله في المجموعة خلال التفاعلات المختلفة التي تُسمّى الاستبدال (الإحلال) Substitution Reaction حيث يحل عُصْرُ الفلور (F_2) مكان أيونات الهاليدات السالبة الكلوريد (Cl^-)، البروميد (Br^-)، اليوديد (I^-)، ويستطيع (Cl_2) أن يحل مكان (I^-)، (Br^-) كما هو موضح بالمعادلات الآتية:



هل تُمثّل المُعادلة الكيميائية الآتية تفاعلاً يمكن إجراؤه في المختبر؟ فسّر إجابتك.

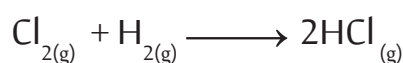


اختبر نفسك

3. تفاعل الهالوجينات مع اللافلزات Reaction of Halogens with Non-Metals

تتفاعل الهالوجينات مع اللافلزات وتنشأ روابط تساهمية، ومن الأمثلة على ذلك تفاعل الهالوجينات مع الهيدروجين حيث يتكون هاليد الهيدروجين الذي يكون تأثير محلوله حمضياً، حيث يحول ورقة تباع الشمس الزرقاء إلى اللون الأحمر.

ويعبر عن تفاعل الكلور مع الهيدروجين بالمعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة الآتية:



رابعاً: عناصر المجموعة الثامنة عشرة Group VIIIA (18) Elements

تُسمَّى هذه المجموعة في الجدول الدوري الحديث المجموعة الثامنة عشرة، وكذلك تُسمَّى المجموعة الصِّفْرِيَّة؛ حيث كان يُعتقد سابقاً بأن تكافؤها صفر، وقد كان يُرمز لها بالرمز اللاتيني VIIIA للإشارة إلى أنها المجموعة الثامنة في العناصر الممثلة.

يُطلق على عناصر هذه المجموعة اسمُ الغازات النبيلة Noble Gases، وهي تشمل العناصر: الهيليوم He، والنيون Ne، والآرجون Ar، والكربتون Kr، والزينون Xe، والرادون Rn، بالإضافة إلى عنصر الأوغانيسون Og، الذي تم اكتشافه حديثاً، انظر الشكل (1-29).

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

الشكل 1-29 عناصر المجموعة الثامنة عشرة (الغازات النبيلة) في الجدول الدوري.

الخصائص الفيزيائية للغازات النبيلة Physical Properties of Noble Gases

توجد الغازات النبيلة في الهواء الجوي بنسبة ضئيلة من إجمالي حجم الغازات المكونة له، ومعظمها من غاز الأرجون.

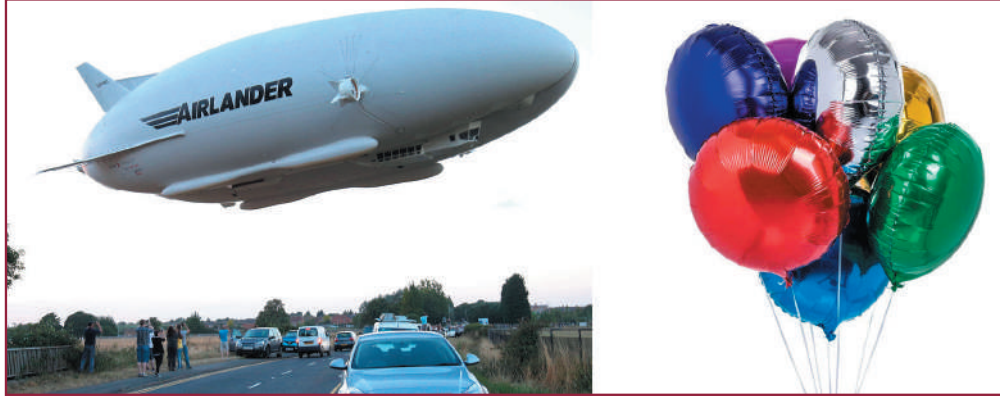
وخلافاً لمعظم العناصر الغازية، فإن الغازات النبيلة تتواجد على شكل غازات أحادية الذرة عند درجة حرارة الغرفة، ولا تتواجد على شكل جزيئات ثنائية الذرة.

تمتاز جميع الغازات النبيلة بأنها عديمة اللون والرائحة، ويصعب إسالتها، وهذه الغازات قليلة الذوبان في الماء.

تستخدم الغازات النبيلة لأغراض متعدّدة في الحياة اليومية، ومن أهم استخداماتها ما يلي:

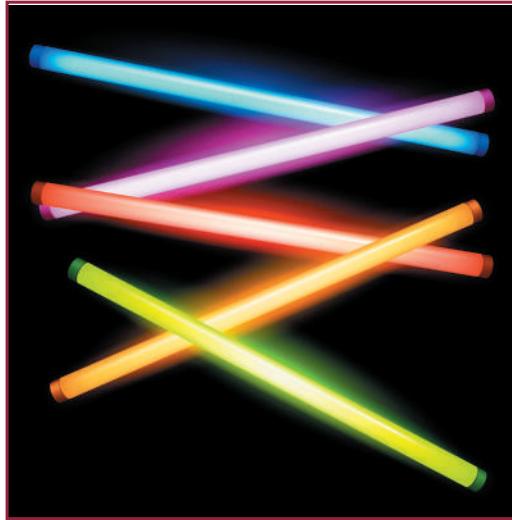
1. يستخدم غاز الهيليوم (He) في ملء المناطيد؛ كونه خفيفاً وغير قابل للاشتعال. انظر الشكل (1-30)، كما يُعدُّ مصدرًا لتكوين ما يُسمَّى بالضغط الجوي الاصطناعي، الذي يتم تشكيله في المعامل المُقامة في أعماق البحار والمحيطات، ويستخدم غاز الهيليوم المضغوط للتبريد على شكل سائل يطلق عليه الهيليوم السائل Liquid Helium.

وقد أولت دولة قطر أهمية كبرى لإنتاج لعنصر الهيليوم إذ تعد دولة رائدة في إنتاج وتصدير الهيليوم لجميع انحاء العالم، من خلال مشروع هيليوم - 1 الذي تقوم عليه شركة قطر غاز من خلال مصنع راس لقان للهيليوم، الذي تم تأسيسه عام 2003، وبدأ العمل فيه عام 2005.



الشكل 1-30 منطاد وبالون غاز الهيليوم

2. يُستخدم الرادون (Rn) في الطّب لعلاج بعض الأمراض ومنها السرطان.
3. يستخدم النيون والأرجون والكربتون والزينون بكثرة وعلى نطاق واسع في التطبيقات الكهربائية الضوئية؛ مثل أنابيب الإضاءة. انظر الشكل (1-31)، ولوحات الزينة، واللوحات الإعلانية، كما تستخدم الغازات النبيلة في مصابيح الفلاش التابعة لكاميرات التصوير.

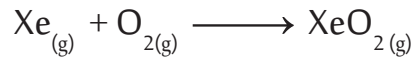


الشكل 1-31 مصابيح الإضاءة تستخدم بعض العناصر النبيلة.

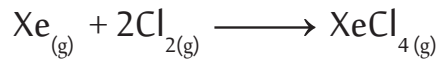
الخصائص الكيميائية للغازات النبيلة Chemical Properties of Noble Gases

تمتاز عناصر هذه المجموعة بأنها مستقرة، بسبب امتلاء مستوى الطاقة الأخير بالإلكترونات؛ إذ إنَّ هناك ثمانية إلكترونات تكافؤ في مستوى الطاقة الأخير لكلٍ منها، ما عدا الهيليوم الذي يمتلك مستوى طاقة واحد فقط يتسع لإلكترونين كحد أقصى، لذا فإن هذه العناصر لا تميل إلى فقد الإلكترونات أو اكتسابها في الظروف العادية، فلا تتفاعل مع العناصر الأخرى؛ ولذلك كانت تُعرف إلى عهد قريب بالغازات الخاملة، إلا أنه تم التوصل حديثاً إلى أن بعض هذه العناصر يدخل في تفاعلات كيميائية تحت ظروف محددة؛ مثل الحرارة والضغط، وبذلك أصبحت تُسمى بالغازات النبيلة.

لذلك فإن النشاط الكيميائي للغازات النبيلة منخفض جداً، وبالتالي لم يتشكل سوى مركبات قليلة تحت ظروف خاصة ويزداد النشاط الكيميائي للعناصر النبيلة بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة. فمثلاً يتفاعل عنصر الزينون Xe مع الأكسجين، كما هو مبين في المعادلة الكيميائية الآتية:



وكذلك يتفاعل الزينون مع الكلور منتجاً كلوريد الزينون، كما هو موضح في المعادلة الكيميائية الآتية:



فسر: تسمية العناصر النبيلة بالغازات الخاملة لا يعدُّ دقيقاً علمياً.

ابحث بالتعاون مع زملائك عن جهود الدولة في توظيف ثرواتها ومن ضمنها إنتاج الهيليوم من الغاز الطبيعي، وقدم تقريراً لمدرستك.



اختبر نفسك

مُراجعة الدَّرْسِ الرَّابِعِ

الأفكار الرئيسية:

- تُسمَّى عناصرُ المجموعة الأولى الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّة، بينما تُسمَّى عناصرُ المجموعة الثانية الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّة الأرضِيَّة، وتُسمَّى عناصرُ المجموعة السابعة عشرة بالهالوجينات، أما عناصرُ المجموعة الثامنة عشرة (المجموعة الصِّفْرِيَّة) فتُسمَّى الغازاتِ النُّبيلة.
- تزداد الخواصُّ الفِلِزِّيَّة في المجموعتين الأولى والثانية من الجدولِ الدَّوريِّ بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل بشكل عام.
- تُعدُّ عناصرُ المجموعة الأولى من الجدولِ الدَّوريِّ أنشط الفِلِزَّاتِ كيميائيًّا، لأنها تحتوي على إلكترون واحد في المستوى الخارجي، يسهل فقده لتصل إلى حالة الاستقرار.
- تتفاوت الفِلِزَّاتُ في شدة تفاعلها مع كل من الماء والأكسجين والكلور.
- تتفاعل عناصرُ المجموعتين الأولى والثانية مع الماء مُكوِّنة محاليلَ قاعدِيَّة التأثير.
- عناصرُ المجموعة السابعة عشرة تُسمَّى الهالوجينات، ومعناها مكوِّناتُ الأملاح؛ لأنها تتفاعل مع الفِلِزَّاتِ مُكوِّنة أملاحًا.
- توجد الغازاتِ النُّبيلة في الطبيعة في صورة ذراتٍ منفردة، وقد سُمِّيت بهذا الاسم لأنها قليلة النشاط الكيميائي، وتفاعلاتُ بعضها محدودةٌ، وتحدُّث في ظروفٍ خاصة.



تقويم الدرس الرابع



أولاً: أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. أي الخيارات الآتية تمثل الترتيب التصاعدي الصحيح للنشاط الكيميائي لعناصر الفلزّات القلويّة؟

a. $\text{Na} \longrightarrow \text{K} \longrightarrow \text{Li}$

b. $\text{K} \longrightarrow \text{Na} \longrightarrow \text{Li}$

c. $\text{Li} \longrightarrow \text{Na} \longrightarrow \text{K}$

d. $\text{Li} \longrightarrow \text{K} \longrightarrow \text{Na}$

2. ما ناتج تفاعل الفلزّات القلويّة مع الماء؟

a. محلول قلوي ويتصاعد غاز الهيدروجين.

b. محلول حمضي ويتصاعد غاز الهيدروجين.

c. محلول قلوي ويتصاعد غاز الأكسجين.

d. محلول حمضي ويتصاعد غاز الأكسجين.

3. أي العناصر الآتية يُعدُّ من عناصر المجموعة الثامنة عشر؟

a. الكالسيوم.

b. الأكسجين.

c. الهيليوم.

d. الفلور.

4. ما المجموعة التي تكوّن عناصرها أيونات أحادية موجبة عند تفاعلها؟

a. الفلزّات القلويّة.

b. الفلزّات القلويّة الأرضيّة.

c. الغازات النبيلة.

d. الهالوجينات.

5. ما المقصود بالهالوجينات؟

a. مكوّنات العناصر.

b. مكوّنات الأحماض.

c. مكوّنات القلويات.

d. مكوّنات الأملاح.

تابع تقويم الدرس الرابع

ثانيًا: أسئلةُ الإجاباتِ القصيرة:

أَجِبْ عَنْ الْأَسْئَلَةِ الْآتِيَةِ:

1. ما المقصود بكُلِّ من:

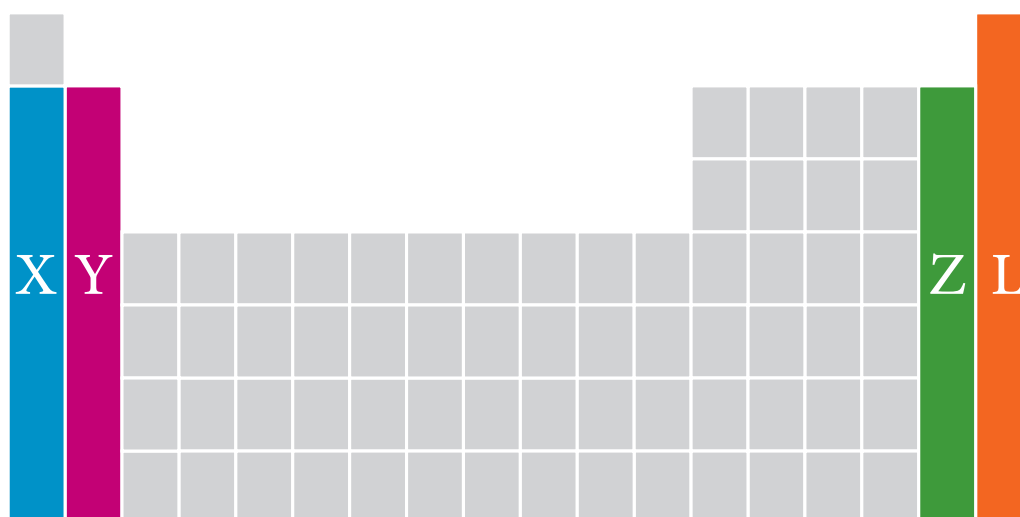
- الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ.
- الفِلِزَّاتِ القَلَوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ.
- الهالوجينات.
- الغازات الثَّيْبَلَة.

2.  **فسّر:** لا يُستخدم الماء عند إطفاء الحرائق التي سببها الصُوديوم.

3. اكتب معادلات كيميائية رمزية تمثل التفاعلات الآتية:

- تفاعل الليثيوم مع الماء.
- تفاعل البوتاسيوم مع الكلور.
- تفاعل الماغنيسيوم مع الأكسجين.
- تفاعل الكلور مع بروميد الصوديوم.

4.  أدرس الشكل الآتي جيداً ثمَّ أجب عن الأسئلة التي تليهِ:



- a. ما الرَّمْزُ الَّذِي يُشِيرُ إِلَى مجموعة الفِلِزَّاتِ القَلْوِيَّةِ؟
- b. ما الرَّمْزُ الَّذِي يُشِيرُ إِلَى مجموعة الفِلِزَّاتِ القَلْوِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ؟
- c. ما الرَّمْزُ الَّذِي يُشِيرُ إِلَى مجموعة الغازاتِ النَّبِيلَةِ؟
- d. ما الرَّمْزُ الَّذِي يُشِيرُ إِلَى مجموعة الهالوجينات؟

تقويم وحدة الكيمياء



أولاً: أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. ما الأساس الذي تم اعتماده عند ترتيب العناصر في الجدول الدوري الحديث؟

- a. العدد الذري.
- b. الكتلة الذرية.
- c. عدد النيوترونات.
- d. العدد الكتلي.

2. ماذا تُسمّى الأعمدة الرأسية في الجدول الدوري؟

- a. عناصر.
- b. ذرات.
- c. مجموعات.
- d. دورات.

3. ماذا تُسمّى عناصر المجموعة الأولى في الجدول الدوري؟

- a. الهالوجينات.
- b. الفلزّات القلوية.
- c. القلوية الأرضية.
- d. الغازات النبيلة.

4. بمّ تمتاز العناصر التي تقع في مجموعة واحدة في الجدول الدوري؟

- a. لها عدد إلكترونات التكافؤ نفسه.
- b. لها الخصائص الفيزيائية نفسها.
- c. لها عدد بروتونات نفسه.
- d. لها التوزيع الإلكتروني نفسه.

5. ماذا يُسمّى متوسط المسافة بين نواة الذرة وإلكترونات المستوى الخارجي؟

- a. العدد الكتلي.
- b. الكثافة.
- c. الحجم الذري.
- d. النظائر.

تابع تقويم وحدة الكيمياء

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

6. ما اسمُ الجزء المُشار إليه باللون الأحمر؟

- a. سلسلة اللانثانيدات.
- b. سلسلة الأكتينيدات.
- c. الفلزّات القلويّة.
- d. الهالوجينات.

7. ما اسمُ المجموعة المُشار إليها باللون الأزرق؟

- a. الهالوجينات.
- b. الفلزّات القلويّة.
- c. الفلزّات القلويّة الأرضية.
- d. الغازات النبيلة.

8. أي العبارات الآتية تصف العناصر في الجدول الدوري الحديث بشكل صحيح؟

- a. توجد العناصر جميعها بشكل طبيعي في مكونات الأرض.
- b. تم ترتيبُ العناصر في الجدول الدوريّ حسب تاريخ اكتشافها.
- c. العناصر المتشابهة في خواصّها تقع في المجموعة نفسها.
- d. تم ترتيبُ العناصر في الجدول الدوريّ الحديث حسب الزيادة في الكتلة الذريّة.

تابع تقويم وحدة الكيمياء

9. أي من العبارات الآتية غير صحيح فيما يتعلق بتدرج الخواص؟ 

- نصف قطر ذرة الصوديوم Na أصغر من نصف قطر ذرة الماغنيسيوم Mg.
- يتناقص نصف قطر الذرة عند الانتقال من الأسفل إلى الأعلى في المجموعة الواحدة.
- نصف قطر الأيون Br^- أكبر من نصف قطر ذرة Br.
- حجم الأيون الموجب أصغر من حجم ذرته المتعادلة.

 أدرس الشكل الآتي جيداً، ثم أجب عن السؤالين (10 – 11) التاليين:

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. أي من الذرات الآتية لها أكبر نصف قطر ذري؟

- Sn
- C
- Ge
- Si

11. أي من الذرات الآتية لها أصغر نصف قطر ذري؟

- Li
- B
- N
- F

تابع تقويم وحدة الكيمياء

12. ما الأيون الأكبر حجمًا من بين الأيونات الآتية؟

a. Be^{2+}

b. Sr^{2+}

c. Mg^{2+}

d. Ca^{2+}

13. ما الأيون الأصغر حجمًا من بين الأيونات الآتية؟

a. Te^{2-}

b. O^{2-}

c. S^{2-}

d. Se^{2-}

14. ما الأيون الأكبر في نصف القطر من بين الأيونات الآتية؟

a. F^-

b. O^{2-}

c. Be^{2+}

d. B^{3+}

15. أي من المجموعات الآتية تضم عناصر لافلزية فقط؟

a. الأولى.

b. الثانية.

c. الثالثة.

d. الثامنة عشرة.

16. جميع المواد الآتية غير موصلة للحرارة والكهرباء، ما عدا:

a. النيتروجين.

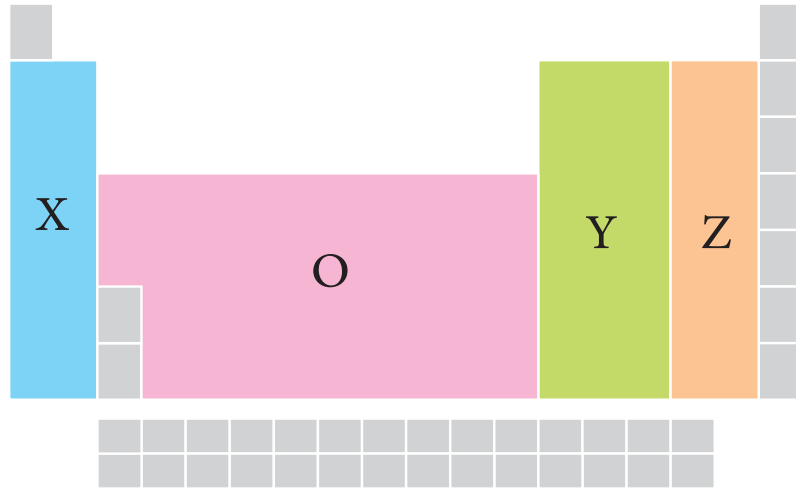
b. الكلور.

c. الكبريت.

d. الألومنيوم.

تابع تقويم وحدة الكيمياء

أدرس الشكل الآتي جيداً، ثم أجب عن السؤالين (17 – 18) التاليين:



17. تكون الخاصية الفلزية للعناصر أكبر ما يمكن عند الرمز:

- a. X
- b. O
- c. Y
- d. Z

18. تكون الخاصية اللافلزية للعناصر أكبر ما يمكن عند الرمز:

- a. X
- b. O
- c. Y
- d. Z

ثانياً: أسئلة الإجابات القصيرة:

أجب عن الأسئلة الآتية:

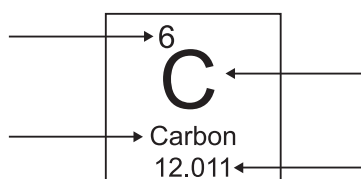
1. صف تدرج كلاً من الخصائص الآتية في الدورة الثانية من الجدول الدوري؟



- التوصيل الكهربائي.
- درجة الانصهار.
- نصف القطر الأيوني.

تابع تقويم وحدة الكيمياء

2. لماذا تتشابه عناصر المجموعة الواحدة في خواصها؟ 
3. في الشكل الآتي يمثل مفتاح أحد العناصر، أكتب أمام كل سهم ما يشير إليه من معلومات حول العنصر. 



أدرس الجدول الآتي، وأجب عن السؤال (4):

العنصر	العدد الذري	الكتلة الذرية	درجة الانصهار °C	درجة 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 مندليف ماذا تتوقع أن يكون العدد الذري لعنصر الروبيديوم، وكتلته الذرية، ودرجة انصهاره، ودرجة غليانه؟ 
5. لماذا لا يمكن قياس نصف قطر الذرة بطريقة مباشرة؟ 
6. وضح كيف ساهم مندليف في بناء الجدول الدوري؟ 
7. ما الفرق بين الدورة والمجموعة في الجدول الدوري؟ 
8. تم تعريف نصف القطر الذري بطريقتين مختلفتين، اذكر التعريف من خلال الطريقتين. 
9. بالرجوع إلى الجدول الدوري للعناصر، أي الذرات الآتية أصغر حجمًا في الأزواج الآتية: 
- (F, Cl)، (Mg, Na) ؟

تابع تقويم وحدة الكيمياء

10. لديك الجدول الآتي الذي يمثل كلمات متقاطعة متعلقة بوحدة التدرج في خواص العناصر في الجدول الدوري، املأ الفراغات فيه عن طريق الإجابة عن الأسئلة التي تليه:

رأسي	1	2	3	4	5	6	7	8
أفقي	1	أ						
2		ي						
3		و						
4		ن						
5		م						
6		و						
7		ج						
8		ب						
9								

أفقي	رأسي
1. العنصر الثالث من العناصر النبيلة. 2. صف أفقي من العناصر. 5. أول من رتب العناصر تبعاً للزيادة في الكتلة الذرية. 7. عنصر في المجموعة الخامسة عشرة والدورة الثانية من الجدول الدوري. (ترتيب حروفه معكوس).	1. عناصر المجموعة السابعة عشرة من الجدول الدوري. 3. ينتج عن فقد الذرة الكترون أو أكثر. 5. ترتيب للعناصر الكيميائية.

11. صف العلاقة بين نصف القطر الأيوني ونصف القطر الذري للعناصر (الفلزية واللافلزية)؟

12. ما العلاقة بين نصف القطر الذري في المجموعة الواحدة والعدد الذري؟

تابع تقويم وحدة الكيمياء

13. أكمّل الجدول الآتي للعناصر الافتراضية:

العنصر	التوزيع الإلكتروني	الدورة	المجموعة
A	2,8,5		
B	2,3		
C	2		
D	2,8,8,2		

14. برأيك، ما الاختلاف الذي يحدث على الجدول الدوري إذا رتبنا عناصره حسب التزايد في الكتلة الذرية؟

15. لديك العناصر الآتية: O, S, Se, Te ابحث عنها في الجدول الدوري، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- رتب العناصر السابقة تصاعدياً حسب نصف القطر الذري لكل منها.
- هل يُعدّ ترتيبك للعناصر السابقة مثلاً على تدريج الخصائص في الدورة الواحدة أم في المجموعة الواحدة؟

16. أكمّل الجدول الآتي:

وجه المقارنة	الدورات	المجموعات
عدّها في الجدول الدوري		
الخاصية الفلزية في الدورة الواحدة.		-
الخاصية اللافلزية في الدورة الواحدة		-
الخاصية الفلزية في المجموعة الواحدة.	-	
الخاصية اللافلزية في المجموعة الواحدة.	-	

تابع تقويم وحدة الكيمياء

17. لديك الجدول الآتي، ادرسه جيداً ثم أكمله بما يناسبه:



الرمز	العدد الذري	التوزيع الإلكتروني	عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي	رقم مستوى الطاقة الخارجي	موقعه في الجدول الدوري	
					الدورة	المجموعة
H	1					
Li	3					
C	6					
O	8					
Na	11					
Cl	17					
Ar	18					

18. ابحث عن اسهامات هنري موزلي في تطوير الجدول الدوري، واكتب تقريراً بذلك واعرضه على زملائك في صورة مقابلة صحفية.



19. بالتعاون مع زملائك في المجموعة، استخدم المصطلحات الآتية، أو ما يلزم منها لتصميم خريطة مفاهيمية تنظم فيها الأفكار الرئيسة للدرس:



العدد الذري

البروتونات

الجدول الدوري

نشاط إشعاعي

الكتلة الذرية

النظائر

الفلزات القلوية الترابية

الفلزات

اللافلزات

عناصر مستقرة

الفلزات القلوية

أشباه الفلزات

عناصر إنتقالية داخلية

عناصر إنتقالية رئيسية

عناصر غير مستقرة

عناصر ممثلة

الجدول الدوري للعناصر

1 IA		2 IIA		العناصر القلوية الأرضية الأكسيدات اللاتنتاجات								العناصر القلوية الأكسيدات اللاتنتاجات								العناصر الأرضية متعددة الذرات عناصر ما بعد الانتعاشية								العناصر المجزأة الخصائص الكيميائية العناصر								18 VIIIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1 H Hydrogen 1.008		3 Li Lithium 6.94		4 Be Beryllium 9.0121831		11 Na Sodium 22.98976928		12 Mg Magnesium 24.305		19 K Potassium 39.0983		20 Ca Calcium 40.078		37 Rb Rubidium 85.4678		55 Cs Caesium 132.90545196		87 Fr Francium (223)		5 B Boron 10.81		6 C Carbon 12.011		7 N Nitrogen 14.007		8 O Oxygen 15.999		9 F Fluorine 18.998403163		10 Ne Neon 20.1797		17 VIA		16 VIA		15 VA		14 IVA		13 IIIA		18 Ar Argon 39.948		36 Kr Krypton 83.798		54 Xe Xenon 131.293		86 Rn Radon (222)		118 Og Oganesson (294)		71 Lu Lutetium		103 Lr Lawrencium (260)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							



B1001
B1002
B1003



وحدة الأحياء

محتويات الوحدة:

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------|
| Cell Discovery And Cell Theory | 1-3 اكتشاف الخلية ونظريتها | الدرس الأول: |
| Technology In Cell Biology | 2-3 التقنية في بيولوجيا الخلية | الدرس الثاني: |
| Cell Ultrastructure | 3-3 التركيب الدقيق للخلية | الدرس الثالث: |

اكتشاف الخلية ونظريتها Cell discovery and cell theory

الدرس الأول 1-3



يُمكنُ تشبيهُ دراسةِ عالمِ الخليةِ باستكشافِ الفضاءِ الواسع، فمثلما يحتوي عالمُ الفضاءِ بلايينِ النجومِ التي لا يُمكنُ مراقبتها وتَفحُّصُها بشكلٍ مباشرٍ، كذلك الخلايا تتواجدُ بأعدادٍ كبيرةٍ، وتحتوي كلُّ خليةٍ أجزاءً دقيقةً جدًّا، فجسمُك يتكون من تريليوناتِ الخلايا التي لا تُرى بالعين المجردة، وكذلك تُوجد بلايينُ الكائنات الحية كالبكتيريا أحادية الخلية التي لا تُرى بالعين المجردة؛ وعلى الرغم من ذلك؛ فإن علماء الأحياء يُحرزون تقدمًا سريعًا نحو فكِّ أسرارِ الخلية وعجائِبها.

**فكيف تستطيعُ الخليةُ القيامَ بالعملياتِ الحيوية بالرغم من صغرِها؟
وكيف استطاعَ العلماءُ استكشافَ مُكوناتِها؟**

المفردات الرئيسية



Cell	الخلية
Cell theory	نظرية الخلية
Compartmentalization	التقسيم الداخلي للخلية
Eukaryotic cell	خلية حقيقية النواة
Prokaryotic cell	خلية بدائية النواة
Organelles	العضيات
Nucleoid	المنطقة النووية

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:
- يُعرِّفَ نظريةَ الخلية بأنَّ جميعَ الكائنات الحية تتكوَّن من خلايا.
 - يُميِّز بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.
 - يشرح أهمية التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة.

اكتشاف الخلية Cell Discovery

حاول الإنسان منذ القِدَم التعرفَ على البيئة المحيطة به واستكشاف أسرارها، فاستخدم الأدوات المختلفة لفهم الأشياء والظواهر بصورة أفضل؛ ففي عام 1665م استخدم العالم روبرت هوك مجهرًا بسيطًا لفحص شريحة رقيقة من نسيج الفلين، ولاحظ أنها مُكوَّنة من حُجيرات 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 وخلايا نسيج الفلين التي درسها



نشاط 1-1

تحضير شرائح من الأنسجة النباتية

الهدف:

يستنتج تركيب الأنسجة النباتية.

المواد الأدوات:

(مجهر ضوئي مركب - مجهر رقمي - بصلة - شرائح - أغشية شرائح - ملقط - مشرط - قطارة - صبغة أزرق الميثيلين).

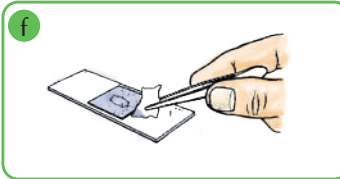
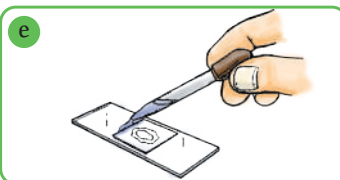
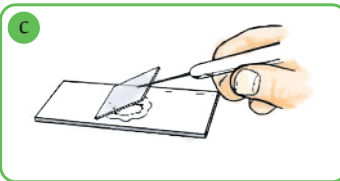
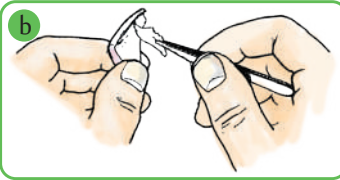
الأمن والسلامة:

احذر عند التعامل مع الأدوات الحادة والأدوات الزجاجية.

الخطوات:



بالتعاون مع زملائك في المجموعة، نفذ الخطوات الآتية:



(a) قَطِّع البصلة إلى قِطْع باستخدام المِشرط.

(b) افصل جزءاً من الغِشاء الرقيق المُبطّن للبصل باستخدام المِلْقَط.

(c) ضَع قطرة ماءٍ على مُنتصف الشريحة، ثم ضَع الغِشاء الرقيق للبصل على قِطْرَةِ الماء، ثم غَطِّها بِلُطْفٍ بغطاء الشريحة.

(d) ضَع الشريحة التي حضَّرتها على منضدة المِجهر تحت العدسة الشيئية،

وافحص الشريحة مُبتدئاً بقوة التكبير الصُّغرى ثم الوُسْطى فالكُبْرى ثم لاحظ الاختلاف.

(e) ضَع قطرة من صِبْغة أزرق الميثيلين عند حافة غطاء الشريحة التي حضَّرتها.

(f) ضَع قطعة من ورق التنشيف عند الجهة الأخرى لغطاء الشريحة لسحب الزائد من الصبغة، ثم افحص الشريحة تحت المِجهر مُستخدِماً قُوَّتِي التكبير الصُّغرى والكُبْرى. ماذا تلاحظ؟

(g) صِلِ المِجهر الرقمي (إذا تَوَفَّر) بالحاسوب، ثم اعرض الشريحة على شاشة

الحاسوب، والتقط صورةً لخلايا البصل، ثم احفظها 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 شاهدها تحت المِجهر.

(2) ما فائدة استخدام صبغة أزرق الميثيلين؟

(3) ماذا تستنتج من هذا النشاط؟

نظرية الخلية Cell Theory

توصلت في النشاط السابق إلى أن النباتات مُكوَّنة من خلايا، وقد كان هذا من أهم الاكتشافات التي توصل إليها عالم النبات (شلايدن Schleiden عام 1838م) من أن كلَّ النباتات مُكوَّنة من خلايا، وبعد سنة توصلَ عالم الحيوان (شفان Schwann) إلى الاستنتاجِ نفسه فيما يتعلق بالحيوانات، وشكَّلتِ اكتشافاتُ (شلايدن وشفان عام 1839م) نظريةً أساسيةً في عِلْمِ الأحياء، وهي نظريةُ الخلية.

وقد أفرزت نظريةُ الخلية سؤالاً شَكَّلَ تحدِّياً جديداً للعلماء وهو: من أين تأتي الخلايا؟ حاول شلايدن وشفان الإجابة عن السؤال بِفَرَضِيَّةٍ مَفَادُهَا أن الخلايا الجديدة تتكون من بُلُورات تنشأ من محاليلِ خَلَوِيَّةٍ، وقد ثبت عدمُ صحة هذه الفرضية في تفسيرِ تَكَوُّنِ الخلايا.

إثراء

ثبت علمياً 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 العالمُ (فيرشو Virchow) من إثبات أن الخلايا تتكاثرُ بالانقسام، وأنها تنشأ من انقسام خلايا سابقة لها. وهكذا تبلورت نظريةُ الخلية، وأُعيد صياغتها لتتضمَّن المبادئ الثلاثة الآتية:

- تتكوَّن جميعُ الكائنات الحية من خليةٍ واحدة أو أكثر.
- الخلية هي الوحدةُ الأساسيةُ للتركيبِ والوظيفة لجميع الكائنات الحية.

• تنشأ جميعُ الخلايا من انقسامِ خلايا سابقة لها.

وقد جمع العلماء المعاصرون على مدى سنواتٍ أدلةً إضافيةً كثيرةً تدعمُ النظريةَ الخلويةَ، حتى أصبحت النظريةُ الخلويةُ تُعدُّ من أهمِّ النظرياتِ في عِلْمِ الأحياء، وانطلقت من هذه النظرية الكثيرُ من أبحاثِ العلماءِ في مجالاتٍ كثيرة؛ منها: عِلْمُ الأمراض وعِلْمُ الوراثة وعِلْمُ التصنيف؛ لارتباط هذه العلوم بدراسةِ المادةِ الوراثيةِ التي تُعدُّ من مُكوِّناتِ الخلية.

• اكتب الأفكارَ الرئيسةَ الثلاثةَ لنظرية الخلية.

• وَضِّحْ دورَ العالمِ (روبرت هوك) في بناء نظرية الخلية.



اختبر نفسك

الأنواع الأساسية للخلايا Basic types of cells

تعلَّمت من نظرية الخلية أن الخلايا Cells هي الوحداتُ الأساسيةُ للتركيبِ والوظيفة لجميع الكائنات الحية، ولكن، هل لجميع خلايا الكائنات الحية التركيبُ نفسه؟ لقد قَسَمَ العلماءُ الخلايا المُكوَّنة لأجسام الكائنات الحية حسب درجة التعقيد في تركيبها إلى نوعين رئيسين، هما: الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة، فما أوجه الشَّبه والاختلافُ بين الخلايا بدائية النواة، والخلايا حقيقية النواة؟ للإجابة عن هذا السؤال نَقِّذِ النشاطَ (1-2).



نشاط 2-1

الخلايا حقيقية النواة والخلايا بدائية النواة

الهدف:

يُقارن بين الخلايا حقيقية النواة والخلايا بدائية النواة.

المواد الأدوات:

مجهر ضوئي - شريحة جاهزة لبكتيريا - شريحة جاهزة لخلايا حيوانية - شريحة جاهزة لخلايا نباتية - قِطارة - زيت عدسات.

الخطوات:

- 1) افحص الشرائح الجاهزة مُستخدماً قُوَى التكبير المختلفة للعدسة الشَّيْنِيَّة (ارسم ما تُشاهد).
- 2) أَضِفْ قطرةً صغيرةً من الزيت على سطح الشريحة، وافحص الشرائح الجاهزة باستعمال العدسة الزيتية لمشاهدة أجزاء الخلية التي تعلَّمْتَها في صفوفٍ سابقة.
- 3) سَجِّلْ ملاحظاتك حول الخلايا الثلاثة في الجدول الآتي:

وجه المقارنة	البكتيريا	الخلايا النباتية	الخلايا الحيوانية
وجود النواة			
وجود الجدار			
حجم الخلية			
شكل الخلية			

- 4) اعرضُ بياناتك على زملائك وناقشهم بها، وقارنُ نتائجك مع نتائجهم.

التحليل:

- 1) قارنُ بين الخلايا التي شاهدتها من حيثُ التركيب والحجم والشكل.
- 2) هل استخدامُ العدسة الزيتية يُساعدُ في التَّعرُّفِ على تركيب الخلية؟ وضِّحْ إجابتك.
- 3) صَنِّفِ الخلايا الثلاثة التي شاهدتها من حيثُ امتلاكها للنواة.

لاحظت من النشاط السابق أن أنواع الخلايا الثلاثة تشتركُ جميعها في وجود غشاءٍ خلويٍّ يُحيطُ بها، غير أن خلايا النبات والحيوان تمتلك نواةً (خلايا حقيقية النواة)، بينما خلية البكتيريا تفتقر إلى وجود النواة (خلايا بدائية النواة)، فما الفرق بين الخلايا حقيقية النواة والخلايا بدائية النواة؟

1) الخلايا بدائية النواة Prokaryotic cell

أصل الكلمة



Pro: كلمة لاتينية معناها بدائي.

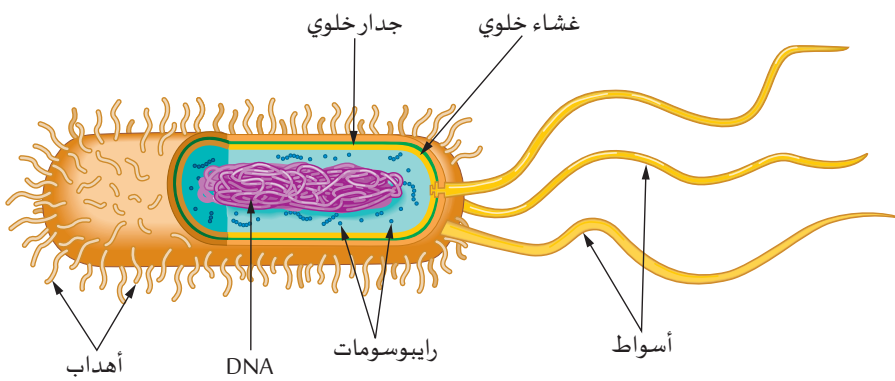
eu: كلمة لاتينية معناها حقيقي.

Karyo: كلمة لاتينية معناها النواة.

هي خلايا بسيطة التركيب، صغيرة الحجم، وتتميز بما يأتي:

- تفتقر الخلية بدائية النواة إلى وجود نواة مُحدَّدة؛ فهي لا تحتوي على غلاف نووي، لذلك تتجمع مادتها الوراثية بمنطقة تُدعى (المنطقة النووية **nucleoid**)، انظر الشكل (2-1).
- لا يحوي سيتوبلازم الخلية بدائية النواة على عُضَيَّات محاطة بأغشية، لكنها تحتوي على الرايبوسومات وهي عُضَيَّات غير عُشَائِيَّة، وتظهر بشكل حُبيباتٍ صغيرةٍ كثيرة العدد.
- تُوجد الخلية بدائية النواة في الكائنات الحيَّة وحيدة الخلية، كالبكتيريا؛ فكلُّ خليةٍ بكتيريةٍ تُعدُّ أحادية الخلية وبدائية النواة، وقد تمتلك بعضُ أنواع البكتيريا أسواطاً تساعد على الحركة كما توجد في بعض الأنواع أهداب تساعد على الالتصاق.

رسم تخطيطي للبكتيريا



بكتيريا تحت المجهر الإلكتروني



الشكل 2-1: نموذج يوضح تركيب الخلية بدائية النواة.

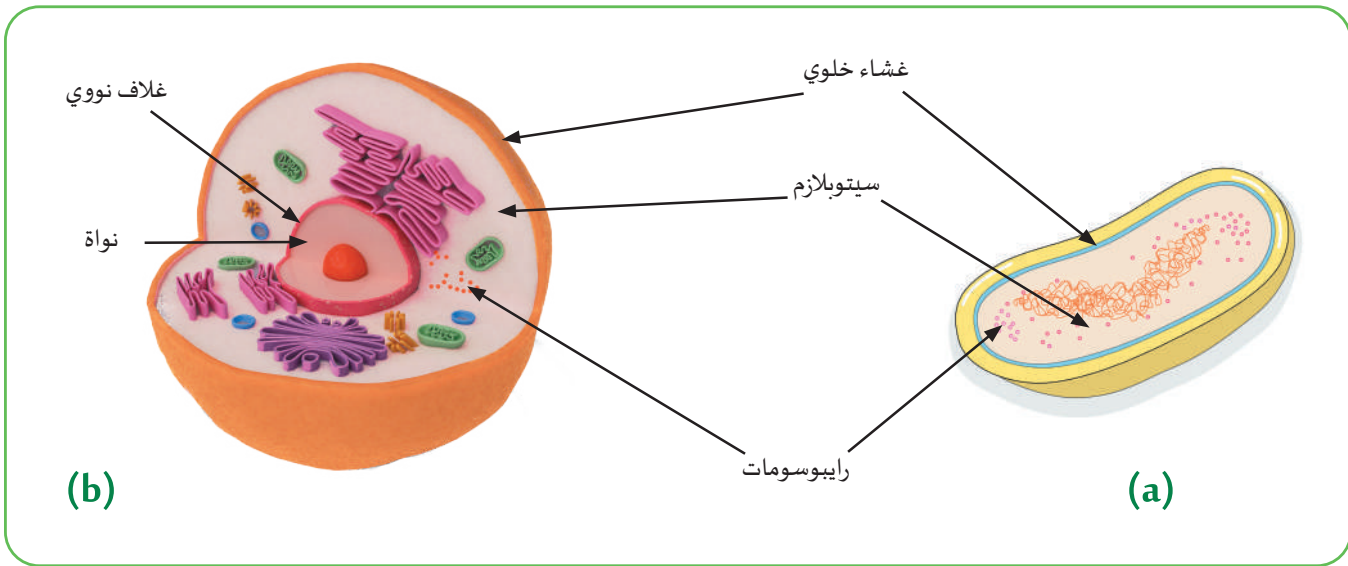
• اكتب ثلاث مميزات للخلايا بدائية النواة.

• كيف تساعد الأهداب والأسواط البكتيريا على البقاء.



اختبر نفسك

(2) الخلايا حقيقية النواة Eukaryotic cell خلايا مُعقَّدة التركيب تحتوي على نواة مُحاطة بغلاف نووي، كما تحتوي على العديد من العضيات المُحاطة بأغشية بالإضافة لاحتوائها على الرايبوسومات، ولكل عُضَيَّة وظيفة مُحدَّدة. وتُشكل الخلايا حقيقية النوى اللبَنَات الأساسية للحيوانات والنباتات والفطريات ومعظم الطلائعيات، وبالرغم من أن الخلايا حقيقية النوى أكبر حجمًا من بدائيات النوى إلا أنها تحتاج إلى مجهرٍ لرؤيتها، ويوضح الشكل (3-1) مقارنةً بين خلية بدائية النواة وخلية حقيقية النواة. لاحظ التعقيد التركيبي الأكبر للخلية حقيقية النواة وأجزاءها العديدة المحاطة بأغشية.



الشكل 3-1: نوعان من الخلايا: خلية بدائية النواة (a) وخلية حقيقية النواة (b).

قارن بين الخلايا البدائية والخلايا حقيقية النواة.



اختبر نفسك

تعاون مع أحد زملائك، بإعداد لوحة أو نموذج أو موقع إلكتروني لمساعدة الطلبة على التفريق بين الخلايا البدائية والحقيقية النواة. (اعرض عملك على زملائك)

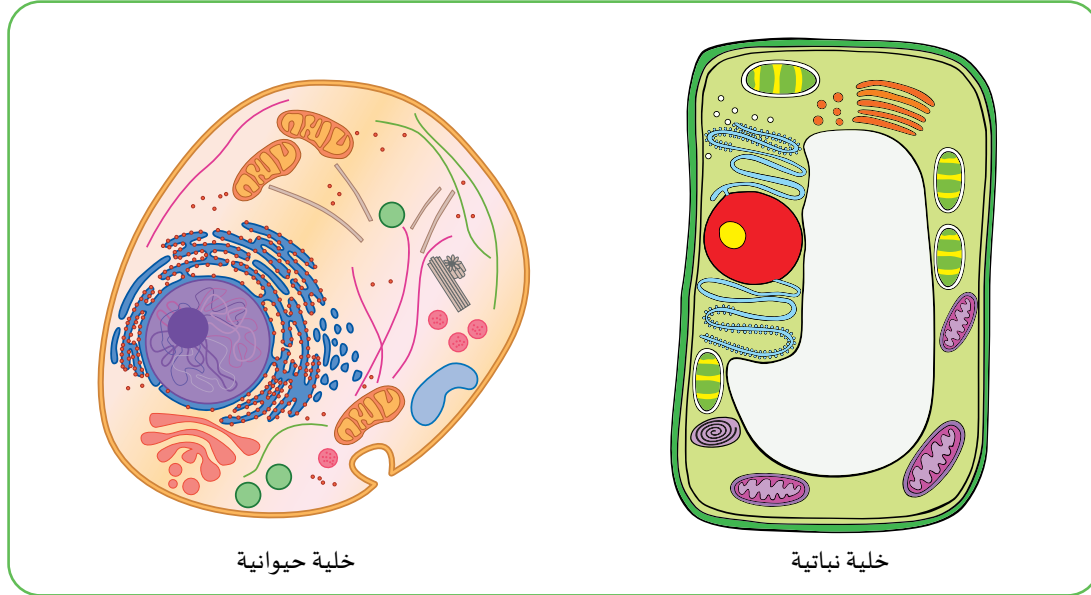
نشاط 3-1



التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة Compartmentalization in eukaryotic cells

تعلمت أن الخلايا حقيقية النواة تحتوي على العديد من الأجزاء المُحاطة بأغشية، ويُسمَّى تقسيمُ الخلية حقيقية النواة إلى أجزاء وظيفية مُختلفة بالتقسيم الداخلي للخلية **Compartmentalization** انظر الشكل (4-1) ويمكن تشبيه التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة بتقسيم المهام في السيارة، فمثلما تحتوي السيارة على العديد من الأجزاء، وكلُّ جزءٍ يقوم بوظيفة مُحدَّدة تُساهم في حركة السيارة، كذلك الخلايا حقيقية النواة مُقسَّمة إلى أجزاء وظيفية مختلفة، وكلُّ جزءٍ يقوم بوظيفة مُحدَّدة خاصة به تُساهم في

وظيفة الخلية، وتُسمى هذه الأجزاء (العُضَيَّات **Organelles**) وأيُّ جزءٍ في الخلية حقيقية النواة له تركيبٌ ووظيفةٌ خاصةٌ به يُعدُّ عُضَيًّا، ولا يعني وجود هذه العضيات أن الخلية مجموعةٌ أجزاءٍ مُنفصلة، بل يعني مبدأ تقسيم العمل بين هذه العُضَيَّات وتكامل وظائفها في الخلية الواحدة لتبقى الخلية حية.. فما أهمية التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة؟



الشكل 1-4: شكل يوضح التقسيم الداخلي للخلايا حقيقية النواة إلى أجزاء محاطة بأغشية.

أهمية التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة:

- يزيد التقسيم الداخلي في الخلايا حقيقية النواة من كفاءة عمل الخلية؛ لأنه:
 - يَسمحُ بأداء وظائف الخلية المختلفة في الوقت نفسه: تحدث آلاف التفاعلات الكيميائية وبشكل مستمرٍ في الخلايا حقيقية النواة. والكثير من هذه التفاعلات يؤثر بعضها في بعض، ومع ذلك فإنها تحدث في نفس الوقت؛ لأن الخلايا حقيقية النواة مقسمةٌ إلى عُضَيَّاتٍ مُحاطةٍ بأغشية.
 - يُوفر البيئة الملائمة لعمل العُضَيَّات بكفاءة عالية: يُمكن تقسيم الخلية إلى أجزاء من توفير تراكيز عالية للمواد المطلوبة داخل العضيات، كما يزيد تقسيم الخلية إلى أجزاء مساحة السطح لبعض العُضَيَّات؛ مما يزيد من كفاءة عملها.
 - يُؤمِّنُ حمايةً لمُكوِّنات الخلية: قد تُنتج التفاعلات المختلفة موادَّ في العُضَيَّات تُسبب تلفَ مُكوِّنات عُضَيَّات أخرى، فمثلاً يفصل الغلاف النووي الحمض النووي (DNA) عن بقية الخلية؛ هذا الفصل يحمي الـ (DNA) من الأنزيمات التي قد تُحطِّمها.

كيف يزيد التقسيم الداخلي للخلايا حقيقية النواة من كفاءة عمل العُضَيَّات؟



اختبر نفسك

مراجعة الدرس الأول

الأفكار الرئيسة:

- الخلية هي: الوحدة الأساسية للتركيب والوظيفة لجميع الكائنات الحية، وقد مَكَّنَ تَطَوُّرُ المِجْهِرِ من معرفة التركيب الدقيق لها.
- تشملُ نظريةُ الخليةِ المبادئَ الثلاثَ الآتية: (1) تتكوَّن جميعُ الكائناتِ الحيةِ من خليةٍ واحدةٍ أو أكثر. (2) الخليةُ هي الوحدةُ الأساسيةُ للتركيب والوظيفة لجميع الكائنات الحية. (3) تنشأ جميع الخلايا من انقسام خلايا سابقة لها.
- يُوجد نوعان رئيسان من الخلايا هما: الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.
- تحتوي الخلايا حقيقية النواة على نواةٍ وعُضَيَّاتٍ مُحاطةٍ بأغشية، بينما تفتقر الخلايا بدائية النواة إلى وجود نواةٍ وعُضَيَّاتٍ مُحاطةٍ بأغشية.
- التقسيم الداخلي للخلية الحقيقية هو: تقسيمُ الخلية الحقيقية النواة إلى أجزاءٍ وظيفيةٍ مختلفةٍ تُسمَّى العُضَيَّاتِ؛ 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 الحية؟

(a) الجدار الخلوي.

(b) الغشاء الخلوي.

(c) الميتوكوندريا.

(d) النواة.

2. من أول عالم استخدم كلمة خلية؟

(a) هوك.

(b) شوان.

(c) فيرشو.

(d) ليفنهوك.

تابع تقويم الدرس الأول

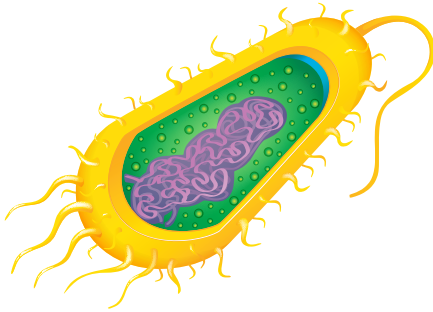
3. أي العبارات الآتية لا تتضمنها نظرية الخلية؟

- (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 الخلية التالية تدعم عملية الإنقسام الخلوي؟

- (a) الخلايا هي الوحدات الأساسية للحياة.
- (b) تأتي كل خلية من خلية موجودة مسبقاً.
- (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 عُضَيَّاتٍ 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، وقدّم 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 مُستقبلاً؟ برّر إجابتك.

3. ماذا يحدث لو لم تكن الخلايا حقيقية النواة مُقسمة إلى أجزاء داخلية؟

4.  مُستعيناً بشبكة المعلومات (الانترنت) لخص دور جهود العلماء (شلايدن وشفان وفيرشو) في تطور نظرية الخلية وفهم تركيب الخلية، وأثر ذلك على خدمة البشرية، ثم اعرض الملخص على زملائك وتناقش معهم حوله.

التقنية في بيولوجيا الخلية Technology in Cell Biology

الدرس الثاني 2-3



مجهر ليفينهوك

وُلِدَ العالمُ (أنطوني فان ليفينهوك) في هولندا عام 1632م، عمل في أحد متاجر الأقمشة وعُمُرُهُ 16 سنة، وكان يهتم بصناعة العدسات ويستخدمها لمعرفة أجود الخيوط، وفي سنة 1674م لاحظ وجود كائناتٍ عَصَوِيَّةٍ الشكل بين ألياف القماش، وكان لهذا الاكتشاف أهمية كبيرة في تاريخ البشرية فيما بعد، ولمَّا استمرَّ ليفينهوك بتفحُّص الأشياء من حوله، لاحظ كائناتٍ مُتعدِّدة في بِرَكَّة ماء، وخلايا في عَيِّنَةٍ من الدم.

كان ليفينهوك صبورًا ومثابرًا وقويَّ الملاحظة؛ قام بتسجيل ملاحظاته بدقة، كما أَتَقَنَ رَسَمَ مُشاهداته، وقد ساعده صديقُه الطبيبُّ البارزُ في الجمعية الملكية بنشر أبحاثه واكتشافاته في المجالات العلمية.

فما هي المجاهر؟ وكيف مَكَّنَتْ علماء الأحياء من دراسة الخلية دراسةً دقيقةً وشاملةً؟

المفردات الرئيسية



Compound light Microscope	المجهر الضوئي المركب
Magnification power	قوة التكبير
Resolution power	قوة الفصل
Electron microscope	المجهر الإلكتروني
Transmission Electron Microscope	المجهر الإلكتروني النافذ
Scanning Electron Microscope	المجهر الإلكتروني الماسح
Scanning Tunneling Microscope	المجهر النفقي الماسح
Centrifugation	الطرد المركزي

التجارب والأنشطة:

- 4-1 أثر قوة تكبير المجهر في دراسة تركيب الخلايا.
- 5-1 قياس الحجم الفعلي للعينة المفحوصة بالمجهر.
- 6-1 مُخطّط زمني لتطور المجاهر.
- 7-1 زيارة إلى جامعة قطر.

مُخرجات التعلم:

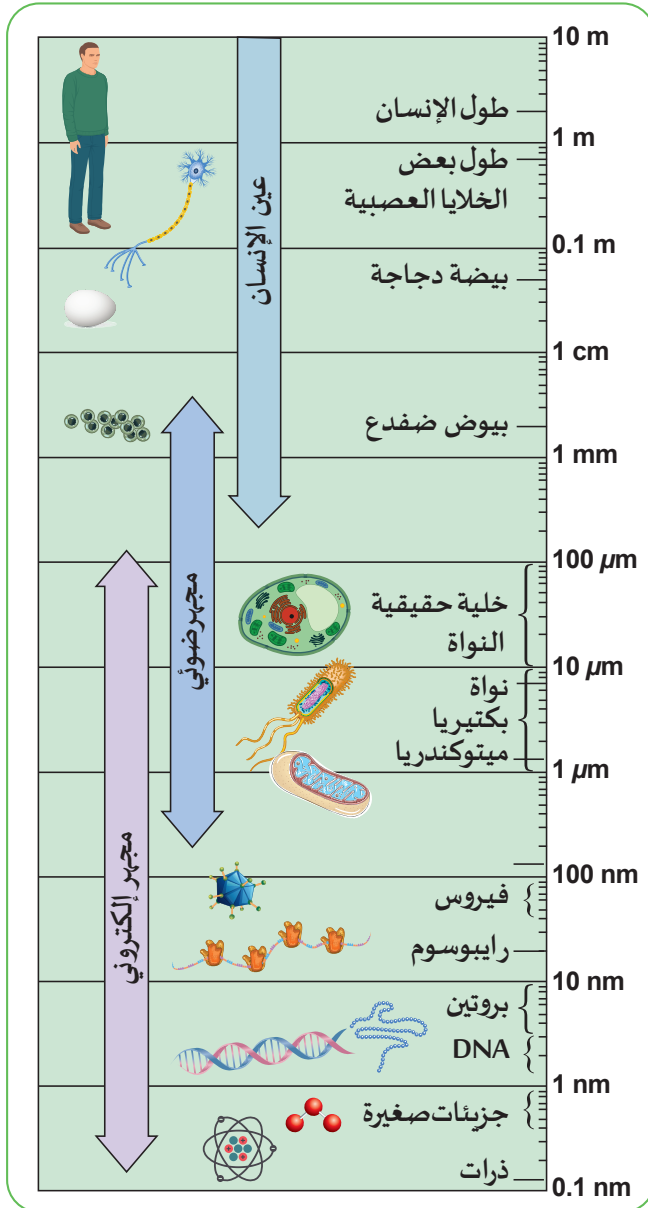
- يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:
- يشرح كيف ساهمت المجاهر الضوئية في معرفتنا بتركيب الخلية.
 - يُعرِّف قوة الفصل، ويحسب قوة التكبير للمجاهر الضوئية.
 - يشرح كيف ساهمت المجاهر الإلكترونية في معرفتنا بالتركيب الدقيق للخلية.



يستخدم العلماء وحدتين للقياس عند دراسة الخلايا هما:

$$1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$$



الشكل 1-5: مقارنة الأحجام الحيوية

تعلمت في الدرس السابق أن الخلايا تختلف في الشكل والحجم وأن معظمها صغيرة جدًا ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة؛ حيث يبلغ متوسط قطر الخلايا من 10 إلى 20 ميكرومتر (μm)؛ مما يجعل فهم تركيب الخلية عملية صعبة ومعقدة. أدرس الشكل (1-5) الذي يقارن بين مجموعة من الأحجام الحيويّة. أيّ الأحجام يمكن رؤيتها بالعين المجردة وأيها لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة؟ هل يمكن دراسة تركيب الخلية بالعين المجردة؟

ستلاحظ أن عدد الأشياء التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة أكثر بكثير من الأشياء التي يمكن رؤيتها، وأنه لا يمكن دراسة تركيب الكثير من الأشياء بالعين المجردة؛ لذا بدأ العلماء بصنع العدسات لرؤية الأشياء من حولهم، وأدى تطوّر صناعة العدسات إلى صناعة أول مجهر في القرن السابع عشر يُكبّر الأشياء مئات المرات، وكان لصناعة المجهر أهمية كبيرة في تطوّر علم الخلية.

كيف استفاد علماء الأحياء من صناعة المجهر؟
لتتعرف على ذلك، نفّذ النشاط الآتي:



نشاط 4-1

أثر قوة تكبير المجهر في دراسة تركيب الخلايا.

الهدف:

1. يحسب قوة تكبير المجهر.
2. يستنتج أثر 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، نفذ الخطوات الآتية:

1. اختر شريحة مخبرية جاهزة لنوع من الخلايا وشريحة لكائن حي دقيق.
2. تفحص الشريحتين مستخدماً قوَى التكبير المختلفة للعدسة الشيئية لكل شريحة. أرسم ما تلاحظ.
3. احسب قوة التكبير للمجهر في كل ملاحظة.

(قوة تكبير المجهر = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية)

4. سجّل ملاحظاتك 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. قارن نتائج مجموعتك مع نتائج زملائك في المجموعات الأخرى، وناقشهم بها.

التحليل:

1. حدّد الفروقات بين رؤومات العينة الواحدة في الجدول.
2. فسّر سبب الفروقات بين رؤومات العينة الواحدة.
3. وضح أهمية قوة التكبير في الكشف عن تركيب الخلايا والكائنات الحية الدقيقة.
4. اكتب الاستنتاج الذي توصلت إليه.

قوتا التكبير والفصل Magnification and Resolution powers

أصل الكلمة



التكبير في اللغة اللاتينية **magnus**
وتعني ضخّم أو كبير

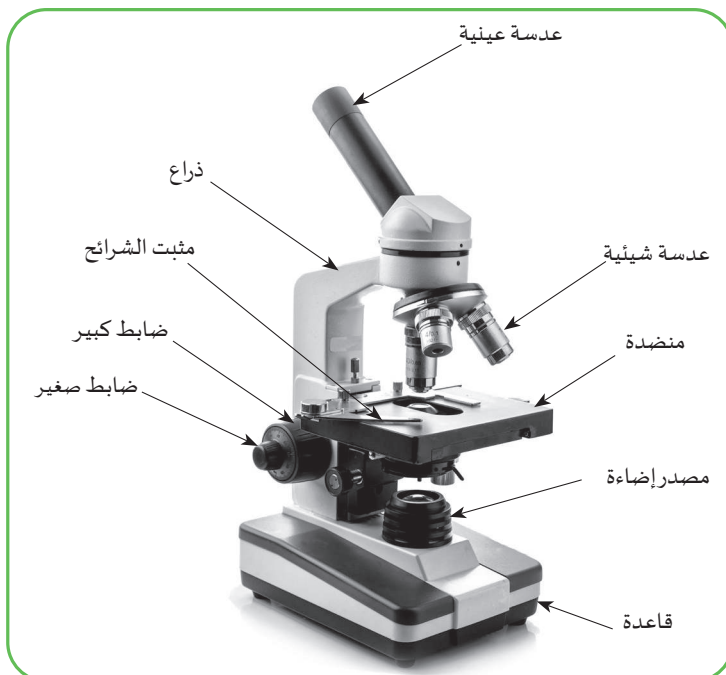
توصلت في النشاط السابق إلى أهمية استخدام المجهر لدراسة الكائنات الحية وتراكيبها، والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ولا تقتصر وظيفة المجهر على التكبير **Magnification** أي: إظهار العينة بحجم أكبر؛ مما يساعد على رؤية مكوناتها مثل تكبير كائن حي دقيق ليصبح مرئياً، بل تتعداها إلى توضيح أدق التفاصيل، وهو ما يُعرف بقوة الفصل **Resolution power** وهي القدرة على التمييز بوضوح بين نقطتين أو جسمين متقاربين، وتُحدد قوة الفصل للمجاهر من خلال أقصر مسافة يمكن تمييزها بين نقطتين، وهذا يعني أن الأجسام التي تكون المسافة بينها أقل من قوة الفصل للمجهر لا يمكن تمييزها. وتتفاوت المجاهر في قوتي التكبير والفصل... فما أنواع المجاهر؟

المجهر الضوئي المركب Compound light Microscope

تعلمت سابقاً أن المجهر الضوئي يحتوي على نوعين من العدسات الزجاجية؛ العدسة العينية والعدسة الشيئية، ويبين الشكل (1-6) أجزاء المجهر الضوئي المختلفة. تُحسب قوة التكبير للمجهر الضوئي من خلال العلاقة الآتية:

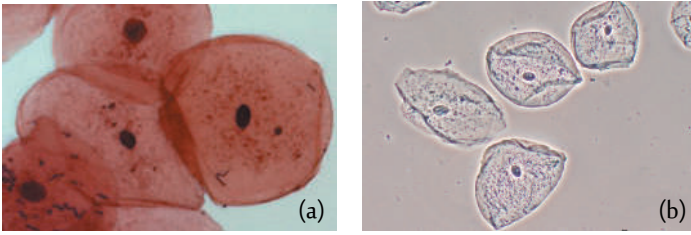
$$\text{قوة تكبير المجهر} = \text{قوة تكبير العدسة العينية} \times \text{قوة تكبير العدسة الشيئية.}$$

يعتمد المجهر الضوئي في عمله على مرور الضوء خلال عينة رقيقة، ويتميز بقدرته على التكبير حوالي $1000\times$ ؛



حيث إن ($\times$) تعني عدد مرات التكبير، كما يتميز بقوة فصل $0.2\mu\text{m}$ ، وبما أن قطر الخلايا الحية أكبر بكثير من قوة الفصل للمجهر الضوئي؛ فإننا نستطيع باستخدام المجهر الضوئي مشاهدة الكثير من الخلايا والكائنات الحية الدقيقة، لكن لا يمكننا مشاهدة التفاصيل الدقيقة داخل الخلية؛ لأنها أصغر من قوة الفصل للمجهر الضوئي. ولكن لماذا يكون مدى التفاصيل التي يمكن مشاهدتها بالمجهر الضوئي محدودة بالرغم من تطوّر صناعة العدسات؟

الشكل 1-6: المجهر الضوئي المركب



إن طبيعة موجات الضوء الطويلة المستخدمة في المجهر الضوئي تحد من قوة فصله؛ فنجد أن قدرة المجهر على تمييز التفاصيل الدقيقة للعينة تزداد كلما كان الطول الموجي للضوء أقصر.

حاول العلماء زيادة وضوح العينة للمجهر الضوئي من خلال طرُقٍ عدةٍ منها صبغُ العينة. انظر الشكل (7-1) الذي يوضح أثر استخدام الصبغة في توضيح صور الخلايا.

• احسب قوة تكبير مجهر ضوئي يحتوي على عدسة عينية $10\times$ وعدسة شبيئية $40\times$ ؟

• هل يمكن رؤية عضية خلوية طولها $1\mu m$ بواسطة المجهر الضوئي؟ ادمع إجابتك بدليل

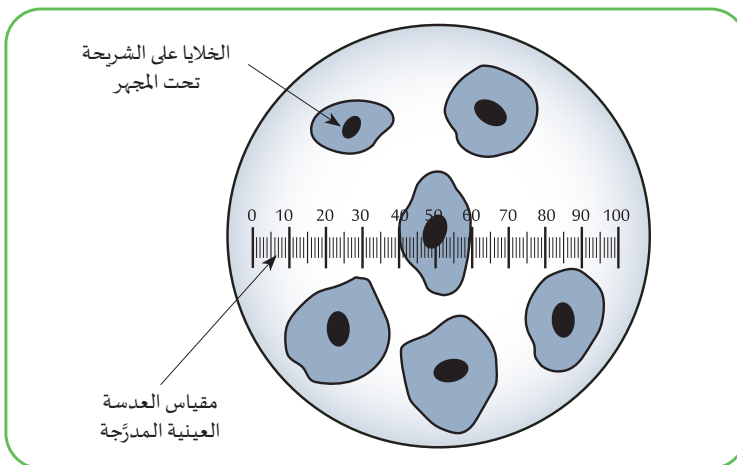


اختبر نفسك

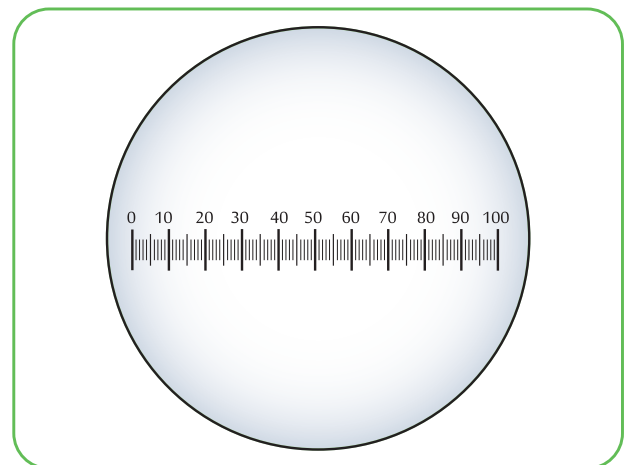
وبعد أن تعرفت على خصائص المجهر الضوئي وأهميته في معرفة تركيب الخلية، وتعلمت حساب قوة تكبير المجهر، هل يمكن معرفة القياس الفعلي للخلايا والعُصَيَّات التي تراها تحت المجهر؟

الأبعاد الحقيقية للخلايا

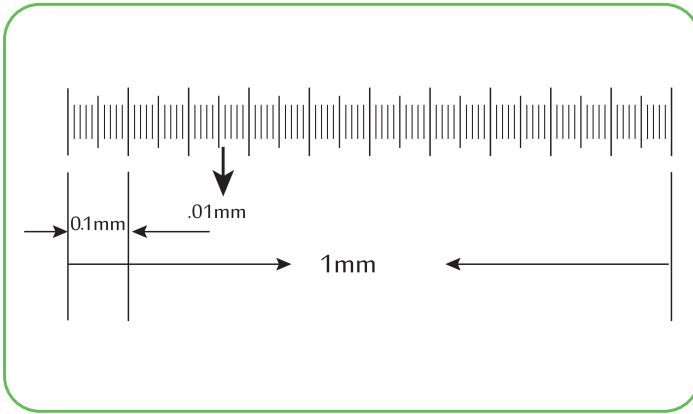
يمكن معرفة القياس الفعلي للخلايا والعُصَيَّات باستخدام مقياس العدسة العينية المُدرَّجة **A graticule**؛ وهو قرص زجاجي أو بلاستيكي شفاف يوضع في العدسة العينية (انظر الشكل 8-1) هذا المقياس مقسّم إلى 100 جزء أو وحدة، ويمكن رؤية هذا المقياس مع الشيء المراد قياسه في نفس الوقت، (انظر الشكل 9-1) الذي يُظهر أن قياس خلية باطن الخد في الإنسان تساوي 20 وحدة، ولكن القيمة الحقيقية لهذه الوحدات غير معروفة، ويمكن معرفة ذلك من خلال مُعايرة العدسة العينية المدرجة، فكيف يتم ذلك؟



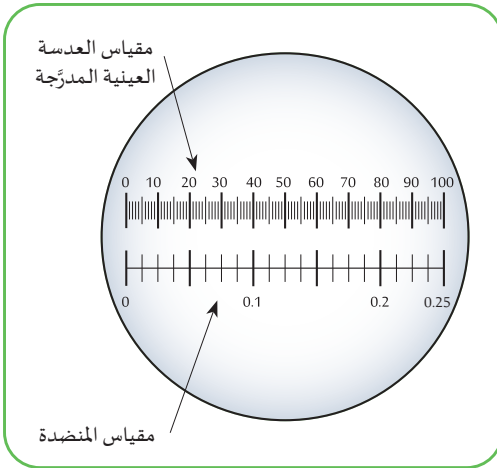
الشكل 9-1: صورة خلايا باطن الخد ومقياس العدسة العينية المدرجة



الشكل 8-1: مقياس العدسة العينية المدرجة



الشكل 10-1: مقياس المنضدة



الشكل 11-1: معايرة مقياس العدسة العينية والشيئية

تتم معايرة العدسة العينية المدرجة باستخدام مقياس المنضدة **Stage micrometer**؛ وهو مسطرة صغيرة شفافة محفورة على شريحة زجاجية، ومقسمة عادة إلى أجزاء بقيمة 0.1mm و 0.01mm، انظر الشكل (10-1). تُوضع المسطرة على منضدة المجهر تحت العدسة الشيئية، وتتم المعايرة بوضع مقياس العدسة المدرجة ومقياس المنضدة بشكل متطابق كما في الشكل (11-1)، والذي يُظهر

أن قيمة 100 وحدة للعدسة العينية يساوي 0.25mm؛ لذلك يمكن حساب قيمة الوحدة الواحدة في العدسة العينية المدرجة بوحدة المايكرومتر μm :

$$0.25 \div 100 = 0.0025\text{mm} = 0.0025\text{mm} \times 1000 = 2.5\mu\text{m}$$

وبما أن قياس الخلية الظاهرة في الشكل (9-1) يساوي 20 وحدة؛ بالتالي فإن القياس الحقيقي للخلية يساوي:

$$2.5\mu\text{m} \times 20 = 50\mu\text{m}$$

جدول المقاييس وما يعادلها

1 millimetre (mm)	$= 10^{-3}\text{ metre (m)}$	$= 1/1000\text{ m}$
1 micrometre (μm)	$= 10^{-6}\text{ metre (m)}$	$= 1/1000\ 000\text{ m}$
1 nanometre (nm)	$= 10^{-9}\text{ metre (m)}$	$= 1/1000\ 000\ 000\text{ m}$
1 metre (m) = 10^3 mm = $10^6\ \mu\text{m}$ = 10^9 nm ; 1 kilometre (km) = 10^3 m		



نشاط 5-1

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:

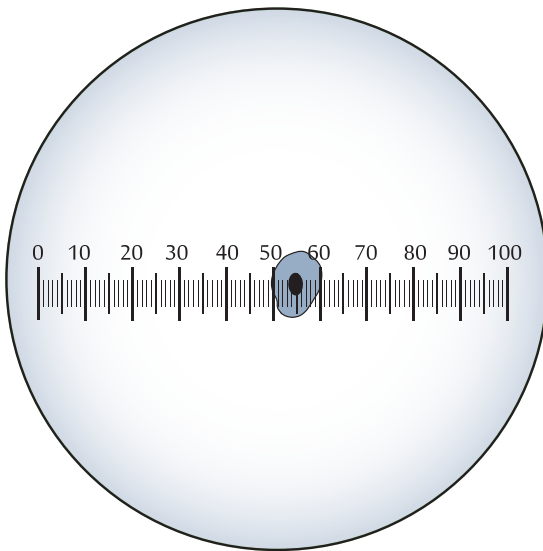
بالتعاون مع زملائك في المجموعة، نفذ الخطوات الآتية:

1. ضَعْ مقياس المنضدة (الشريحة التي تحتوي على مسطرة) على منضدة المجهر.
2. قُمْ بمعايرة مقياس العدسة العينية مع مقياس المنضدة مستخدماً العدسة الشيئية ذات التكبير المنخفض.
3. احسب قيمة الوحدة في مقياس العدسة العينية بوحدة μm .
4. اختر شريحة لخلايا حقيقية النواة، ثم ضعها مكان الشريحة المدرجة، واحسب القياس الفعلي للأنسجة أو الخلايا.

التحليل:



احسب القياسَ الفعلي للخلية في الشكل الآتي،
إذا علمت أن قيمة الوحدة في العدسة العينية
تساوي $4.9\mu\text{m}$.



المجاهر الإلكترونية Electron Microscopes

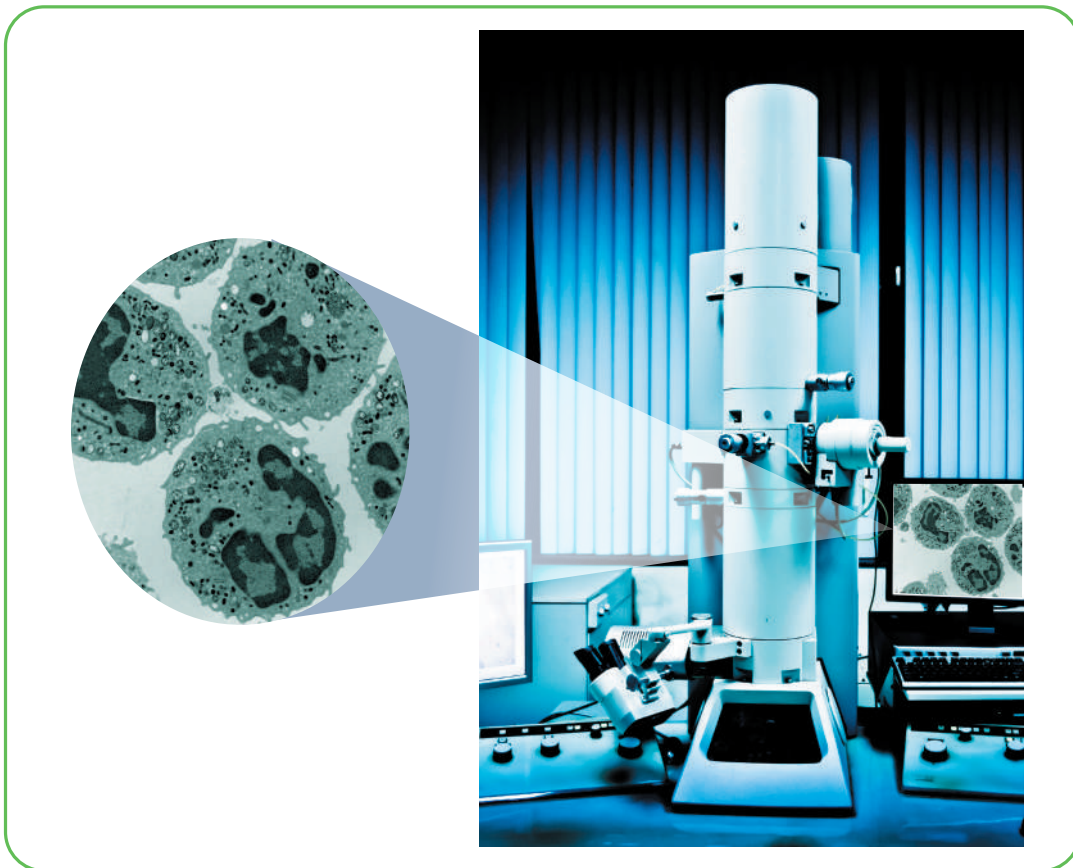
عرفت أن طبيعة موجات الضوء الطويلة المستخدمة في المجهر الضوئي المركب تحدد من قوة فصله، وأنه لا يمكننا رؤية التراكيب الدقيقة داخل الخلية بواسطة المجهر الضوئي المركب... فكيف يمكن حل هذه المشكلة؟

تُعدُّ المجاهر الإلكترونية أهمَّ الأدوات لاستكشاف تركيب الأشياء المجهرية الدقيقة، وعلى عكس المجاهر الضوئية التي تستخدم الأشعة الضوئية والعدسات الزجاجية لتكبير الأشياء، استخدم العلماء في المجاهر الإلكترونية أشعة الإلكترونات والملفات المغناطيسية؛ مما مَكَّن المجاهر الإلكترونية من تكبير التراكيب الخلوية بشكل أكبر من المجاهر الضوئية، وهناك أنواعٌ عدَّة من المجاهر الإلكترونية، من بينها:

1. المجهر الإلكتروني النافذ (Transmission Electron Microscope (TEM)

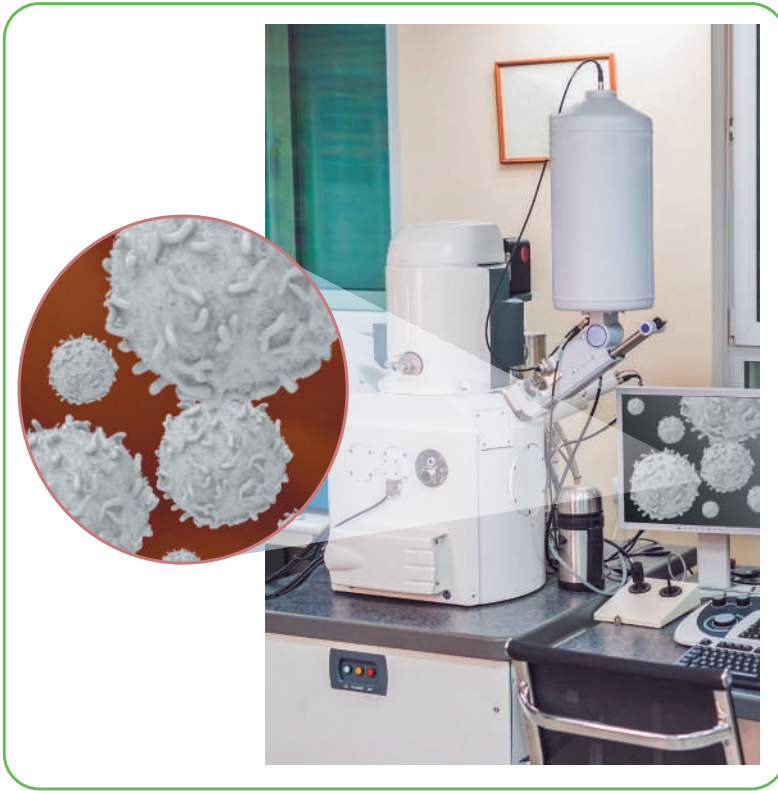
يُستخدم هذا النوع من المجاهر لدراسة التراكيب الداخلية للخلايا وتفصيلها، وتصلُّ قوة التكبير في هذا النوع من المجاهر إلى مليوني مرة، وقوة فصل 0.5nm ويعتمد مبدأ عمل هذا المجهر على تمرير شعاع إلكتروني يَنْقُذُ خلالَ عَيِّنَةٍ رقيقةٍ جدًّا، وعندما تصطدمُ الإلكتروناتُ التي نَفَذَتْ من خلال العينة بشاشة مُقْلَوَرَةٍ، تُضيء مُكوَّنَةً صورةً بيضاء وسوداء للعينة يتمُّ تلوينها بواسطة الحاسوب، وتظهرُ صورةُ العينة ثنائية الأبعاد (2D) ومفصلة. انظر الشكل (a12-1).

ومن مساوئ استخدام هذا المجهر أنه يسمح فقط بمشاهدة خلايا وأنسجة ميتة، وأنه يحتاج إلى تقطيع العينة إلى شرائح دقيقة جدًا يبلغ سُمُكُها 50nm، لتتمكن الإلكترونات من النفاذ منها.. فهل يُمكن رؤية العينة دون تقطيعها؟



الشكل a12-1: خلية دم بيضاء كما تظهر بالمجهر الإلكتروني النافذ

2. المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) Scanning Electron Microscope

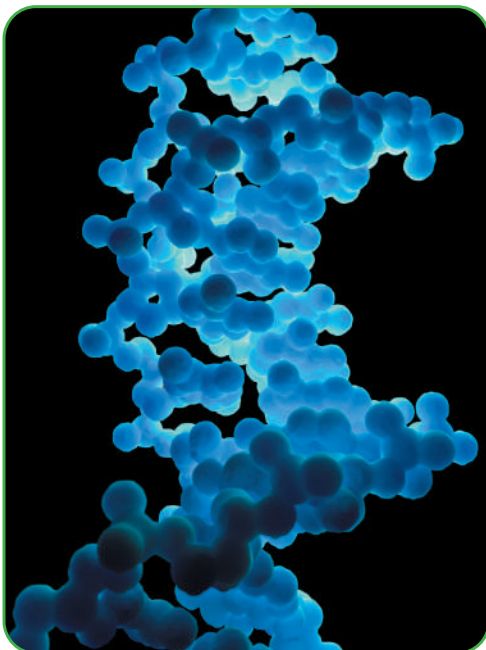


الشكل b12-1: خلية دم بيضاء كما تظهر بالمجهر الإلكتروني الماسح

يُستخدم هذا النوع من المجاهر لدراسة سطح الخلايا وأشكال العضيات وأحجامها، وتصل قوة التكبير في هذا النوع من المجاهر إلى 900000 مرة، وقوة فصل 5nm، ويعتمد مبدأ عمله على تمرير الإلكترونات على سطح العينة دون الحاجة لتقطيعها، وتُسمى هذه العملية المَسح، وتُسجل شاشة جهاز الحاسوب هذه الإلكترونات، وتظهر صورة العينة ثلاثية الأبعاد (3D)، انظر الشكل (b12-1). ومن مساوئ استخدام هذا المجهر أنه يسمح فقط بمشاهدة الأنسجة غير الحية لأن حزم الإلكترونات تؤدي إلى قتل الخلايا الحية.. فكيف يمكن مشاهدة خلايا حية بالمجهر الإلكتروني؟

3. المجهر النفقي الماسح (STM) Scanning Tunneling Microscope

يُستخدم هذا المجهر لبيان المظهر الخارجي لسطح العينة وتكبيره مائة مليون مرة تقريباً، وقوة فصل تصل إلى 0.1nm، ويمكن استخدامه لدراسة عينات حية عكس ما هو متاح في المجهر الإلكتروني الماسح والنافذ. ويعتمد مبدأ عمله على استخدام إلكترونات من العينة نفسها بدلاً من مصدر خارجي، حيث تغادر بعض إلكترونات المادة السطح وتُشكل سحابة حولها، وللمجهر مسبار يُمرّر على سطح العينة ويتصل بحاسوب يعمل على تحليل المعلومات الواردة إليه لتظهر الصورة ثلاثية الأبعاد (3D) على شاشة الحاسوب.



الشكل 13-1: منظر للحمض النووي في الإنسان استناداً إلى بيانات الميكروسكوب

ويمكن استخدام هذا المجهر لرؤية سطوح الجزيئات وترتيب الذرات في المواد، مثل جزيء (DNA)، انظر الشكل (13-1)، ويعمل هذا المجهر في الهواء أو في السوائل، وبالتالي يمكن رؤية الأشياء في الظروف الطبيعية.

نلاحظُ مما سبق أن المجاهر الإلكترونية أتاحت المجال لتوضيح تراكيب خلوية دقيقة لم تكن معروفة من قبل، ومعرفة تفاصيل أدق من التي كانت معروفة باستخدام المجهر الضوئي، بالإضافة إلى إنتاج صور عالية الدقة والوضوح؛ مما ساعد في تطوُّر عِلْمِ الخلية والعلوم المتصلة به، مثل علم الوراثة المعني بدراسة المادة الوراثية، وعلوم الطب والأمراض.

ولم تتوقف جهود العلماء عند استخدام الأنواع السابقة من المجاهر، حيث تمكنوا في الآونة الأخيرة من إمكانية الحصول على صورٍ للذرات بواسطة مجهر القوة الذرية (**Atomic Force Microscope (AFM)**).

- لماذا تكون قوة تكبير المجهر الإلكتروني أعلى بكثير من قوة تكبير المجهر الضوئي المركب؟
- قارن بين أنواع المجاهر الإلكترونية الثلاث من حيث: (الاستخدام- العينة- صورة العينة- ومساوي كل منها)



استخدم شبكة المعلومات (الإنترنت) لإعداد خط زمني يظهر كيف ساهمت المجاهر الضوئية والإلكترونية في معرفتنا بتركيب الخلية على مر السنين.

نشاط 6-1



تقنية الطرد المركزي Centrifuge technology

بعد تطوُّر صناعة المجاهر الإلكترونية، احتاج العلماء إلى دراسة كلِّ عُضَيَّةٍ من عُضَيَّات الخلية بشكل منفصل، وقد تمكنوا من فصل عُضَيَّات الخلية باستخدام تقنية الطرد المركزي **Centrifugation**، وهي



الشكل 14-1: جهاز الطرد المركزي

عملية فصل المواد بالاعتماد على اختلاف كثافتها بواسطة جهاز خاص يُسمَّى جهاز الطرد المركزي، انظر الشكل (14-1). يدور الجهاز بسرعات عالية جداً؛ مما يؤدي إلى ترسب المواد الأكثر كثافة في الأسفل يليها الأقل كثافة، وكون عُضَيَّات الخلية مختلفة الكثافة، استطاع العلماء فصلها؛ مما سهَّلَ دراستها.

تُستخدم أجهزة طرد مركزي ذات سرعات عالية لفصل عُضَيَّات الخلية الكبيرة والمتوسطة الكثافة، لكن هذه السرعات غير كافية لفصل العُضَيَّات الخلوية الدقيقة مثل الرايبوسومات، لأن كثافتها صغيرة جداً؛ لذلك تُستخدم أجهزة طرد مركزي فائقة السرعة لفصلها.

مستعينا بمعلمك فمُ زيارة إلى جامعة قطر لرؤية المجهر الإلكتروني أو جهاز الطرد المركزي، اكتب تقريراً حول الزيارة.

نشاط 7-1



مراجعة الدرس الثاني

الأفكار الرئيسة:

- التكبير هو إظهار الشيء بحجم أكبر.
- قوة الفصل هي القدرة 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.
- يُستخدم في المجهر الضوئي المركب الأشعة الضوئية والعدسات الزجاجية لرؤية الكائنات الحية الدقيقة ومعرفة تركيب الخلية.
- قوة تكبير المجهر الضوئي = قوة تكبير العدسة العينية $\times$ قوة تكبير العدسة الشيئية.
- تُستخدم المجاهر الإلكترونية أشعة الإلكترونات والملفات المغناطيسية لمعرفة التركيب الدقيق للخلية.
- يوجد ثلاثة أنواع من المجاهر الإلكترونية هي: المجهر الإلكتروني النافذ، المجهر الإلكتروني الماسح، المجهر النفقي الماسح.
- تُستخدم تقنية الطرد المركزي في فصل الخلايا وعُضَيَّاتها لتسهيل دراستها.

تقويم الدرس الثاني



أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. أي المجاهر الآتية يمكن استخدامه لملاحظة حركة كائن حي دقيق؟

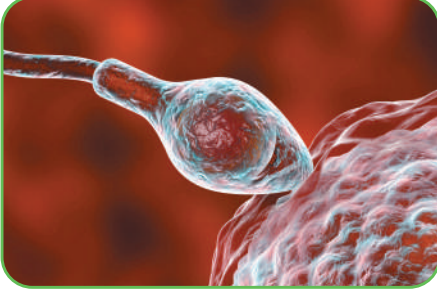
- (a) الضوئي المركب.
- (b) الإلكتروني النافذ.
- (c) الإلكتروني الماسح.
- (d) الإلكتروني النفقي الماسح.

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 الشكل المجاور صورة حيوان منوي ... أي المجاهر الآتية أُستخدمت لالتقاط هذه الصورة؟



- (a) الإلكترون النافذ؛ لأنها ثنائية الأبعاد.
- (b) الإلكترون الماسح؛ لأنها ثلاثية الأبعاد.
- (c) الإلكترون النافذ؛ لأنها تظهر التركيب الخارجي.
- (d) الإلكترون الماسح؛ لأنها تظهر التركيب الداخلي.

4. ما تكبير مجهر يحتوي عدسة عينية $10\times$ ، وعدسة شبيئية $4\times$ ؟

- (a) $4\times$
- (b) $14\times$
- (c) $40\times$
- (d) $400\times$

أجب عن الأسئلة الآتية:

1.  احسب الطول الفعلي لخلية نباتية، إذا علمت أنها تمتد لتشمل 35 وحدة، وأن قيمة الوحدة للعدسة العينية المدرجة تساوي $3.7\mu\text{m}$.

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 الإلكترونية كما في الجدول الآتي.

المجهر الإلكتروني	قوة التكبير	نوع الصورة	العينة
النافذ			
الماسح			
النقي الماسح			

التركيب الدقيق للخلية Cell Ultrastructure

الدرس الثالث 3-3

الخلية هي ذلك المصنع العِملاق الذي لا يرى غالبًا بالعين المجردة، فكما يقوم عمال المصنع بتنظيم دخول وخروج المواد للمصنع، واستخدام الآلات وتوفير الطاقة اللازمة لإنتاج المواد وتغليفها وشحنها خارج المصنع، والتخلص من النفايات وإخراج الفضلات، تحت إدارة وإشراف دقيق ليخرج المنتج على درجة عالية من الجودة، كذلك تقوم الخلية الحية بتنظيم دخول وخروج المواد من وإلى الخلية، وتوفير الطاقة اللازمة لإنتاج المواد وتغليفها وتخزينها وشحنها، والتخلص من الفضلات وبدقة عالية. ولكن هل يستطيع الإنسان بناء مصنع لا يرى بالعين المجردة؟ قال تعالى: ﴿هَذَا خَلْقُ اللَّهِ فَأَرُونِي مَاذَا خَلَقَ الَّذِينَ مِنْ دُونِهِ﴾ بَلِ الظَّالِمُونَ فِي ضَلَالٍ

مُبِينٍ [سورة لقمان - 11]

ما هي التراكيب الموجودة في الخلية التي مكَّنها الله من القيام بهذه المهام؟

المفردات الرئيسية



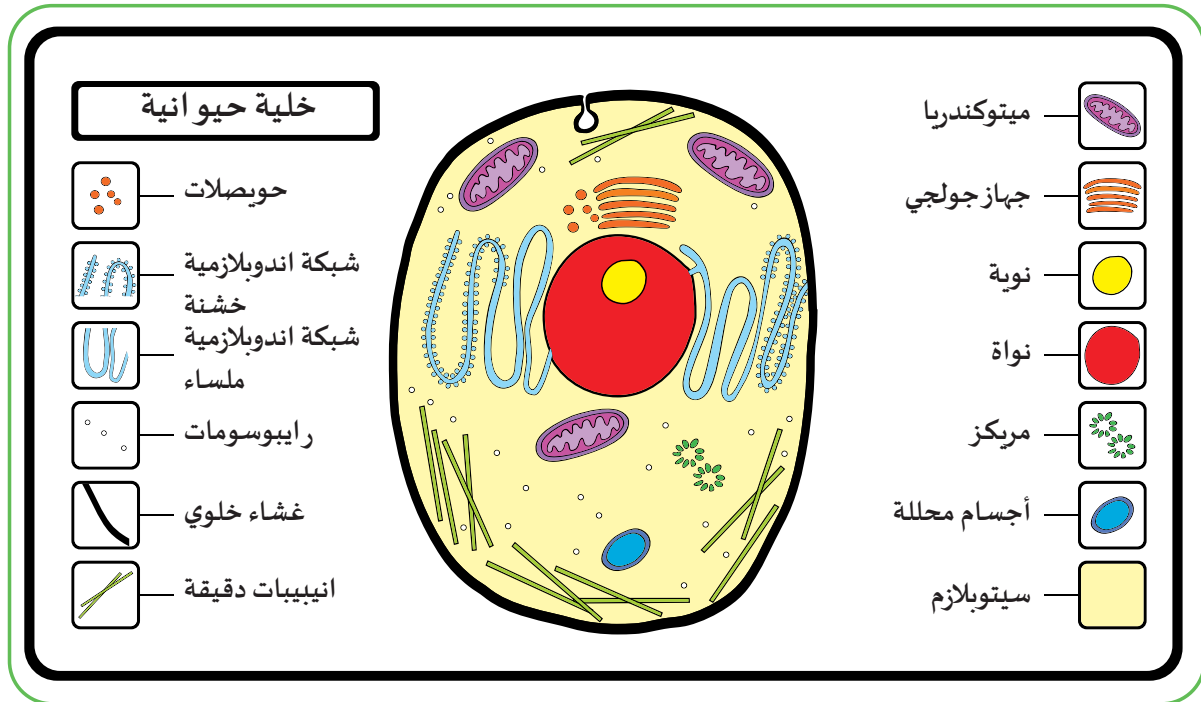
Surface area to volume ratio	نسبة مساحة السطح إلى الحجم
Cell membrane	الغشاء الخلوي
Cell wall	الجدار الخلوي
Nucleus	النواة
Cytoplasm	السيتوبلازم
Cytoskeleton	الهيكل الخلوي
Ribosomes	الرايبوسومات
Endoplasmic reticulum (ER)	الشبكة الإندوبلازمية
Golgi Apparatus	جهاز جولجي
Lysosomes	الأجسام المحللة
Vacuoles	الفجوات
Plastids	البلاستيدات
Mitochondria	الميتوكوندريا
Centrosome	المركز
Cilia	الأهداب
Flagella	الأسواط

التجارب والأنشطة:

- 8-1 نسبة مساحة السطح إلى الحجم.
- 9-1 تصميم نموذج للميتوكوندريا أو البلاستيدة الخضراء.
- 10-1 جمع صور لتراكيب الخلية حقيقية النواة.

مُخرجات التعلم:

- يُتوقع في نهاية الدرس أن يكون الطالب قادرًا على أن:
- يتذكر مبادئ نسبة المساحة السطحية إلى الحجم، ويحسب نسبة المساحة السطحية إلى الحجم لخلايا نموذجية وكائنات حية.
 - يصف التركيب الدقيق للخلايا حقيقية النواة.
 - يربط تركيب العضيات الخلوية بوظائفها، متضمنًا الإشارة إلى نسبة المساحة السطحية إلى الحجم بطريقة ملائمة.



• كيف تُمثل الخلية الحية بمكوناتها مصنعًا متكاملًا؟



نسبة مساحة السطح إلى الحجم Surface area to volume ratio

تعلمت في الدرس السابق أن معظم الخلايا صغيرة جدًا ولا تُرى إلا تحت المجهر، ولكن لماذا يكون حجم الخلية صغيرًا جدًا؟ أيهما أفضل للخلية: أن تستمر في النمو والزيادة في الحجم أو تنقسم وتبقى صغيرة؟ لتعرف على ذلك، نفذ النشاط الآتي:

نشاط 8-1


نسبة مساحة السطح إلى الحجم

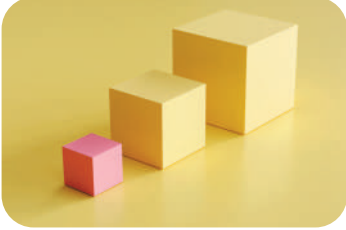
الهدف:

1. يحسب نسبة مساحة السطح إلى الحجم.
2. يستنتج أثر حجم الخلية على كفاءتها في تبادل المواد مع البيئة المحيطة.

المواد الأدوات:

ثلاث مكعبات من البلاستيك أو الخشب بأحجام مختلفة.

الخطوات:



(1) احسب مساحة سطح (SA) المكعبات الثلاثة.

[مساحة سطح المكعب = $6 \times (\text{طول الضلع})^2$].

(2) احسب حجم المكعبات الثلاثة (V). [حجم المكعب = $(\text{طول الضلع})^3$].

(3) احسب نسبة مساحة السطح إلى الحجم للمكعبات الثلاثة SA/V. (مساحة السطح ÷ الحجم)

(4) سجل البيانات في الجدول الآتي:

الكبير	المتوسط	الصغير	المكعب
			العملية الحسابية
			مساحة السطح (SA)
			حجم المكعب (V)
			نسبة مساحة السطح إلى الحجم (SA/V)

(5) تناقش مع زملائك في المجموعة حول ما توصلتم إليه من بيانات، وقارنوها مع نتائج المجموعات الأخرى.

التحليل: 

- (1) قارن بين المكعبات الثلاثة من حيث نسبة مساحة السطح إلى الحجم.
- (2) ما العلاقة بين حجم المكعب ونسبة مساحة السطح إلى الحجم؟
- (3) إذا افترضنا أن كل مكعب يمثل خلية ما، أي المكعبات الثلاثة يُعتبر أكثر كفاءة في عملية تبادل المواد مع البيئة المحيطة؟ ادعم إجابتك بدليل.

توصلت في النشاط السابق إلى أن ما يُحدّد كفاءة الخلية لأداء وظيفتها في تبادل المواد مع بيئتها هو نسبة مساحة سطح الخلية إلى حجمها؛ حيث تنخفض هذه النسبة كلما زاد حجم الخلية، وعند بلوغها حجمًا معينًا، تصبح نسبة مساحة السطح الخارجي إلى الحجم صغيرةً إلى حدٍّ لا تعود تسمح بمرور المواد بالسرعة الكافية لتلبية حاجات الخلية، وهذا يعني صعوبة حصول الخلية على المواد اللازمة للقيام بالعمليات الحيوية، وصعوبة التخلص من الفضلات، أما إذا بقيت الخلية صغيرة الحجم فتكون نسبة مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة، وبذلك تزيد كفاءتها في تبادل المواد.

التركيب الداخلي للخلية

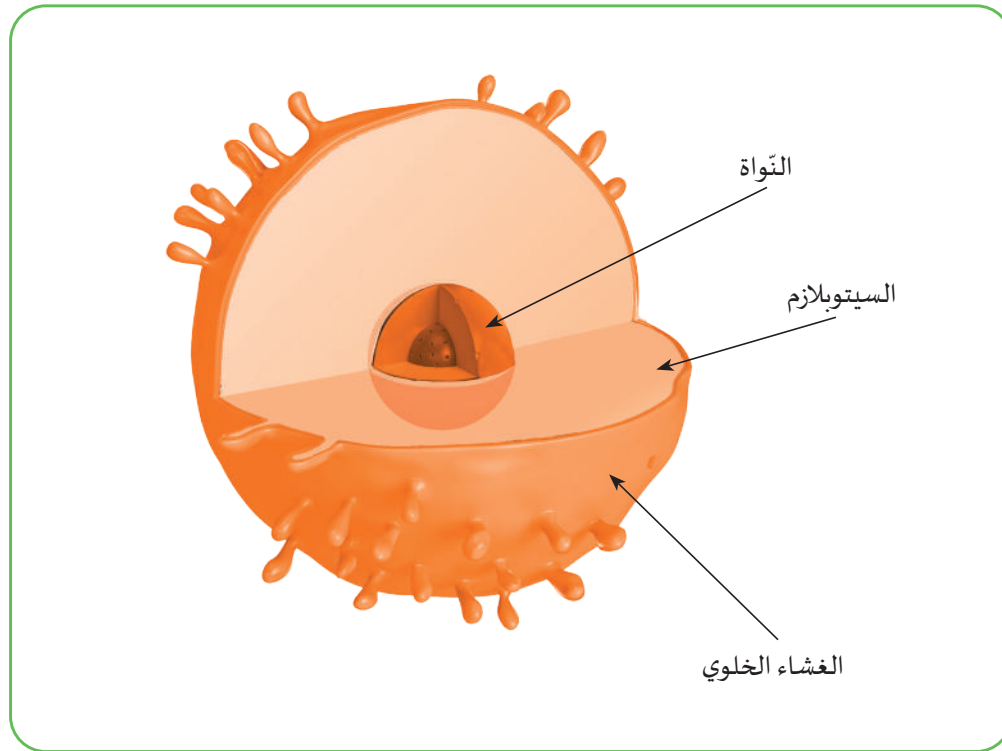
تتكون الخلايا حقيقية النوى بصورة أساسية من ثلاثة أجزاء رئيسية، هي: الغشاء الخلوي، النواة، والسيتوبلازم. لاحظ الشكل (1-15)، ويحتوي السيتوبلازم على مجموعة من التراكيب الخلوية تُسمى عُضَيَّات الخلية.

أصل الكلمة

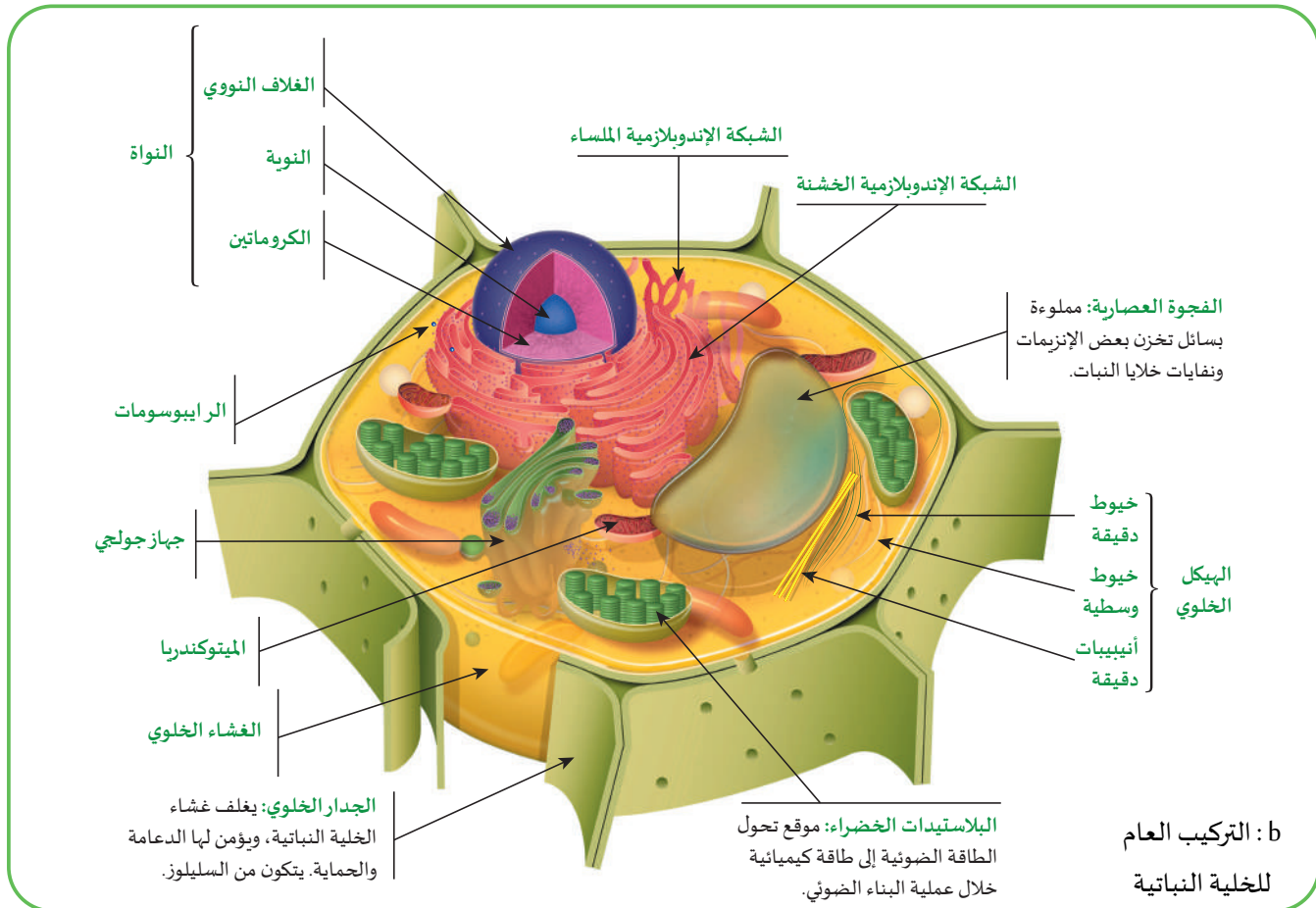
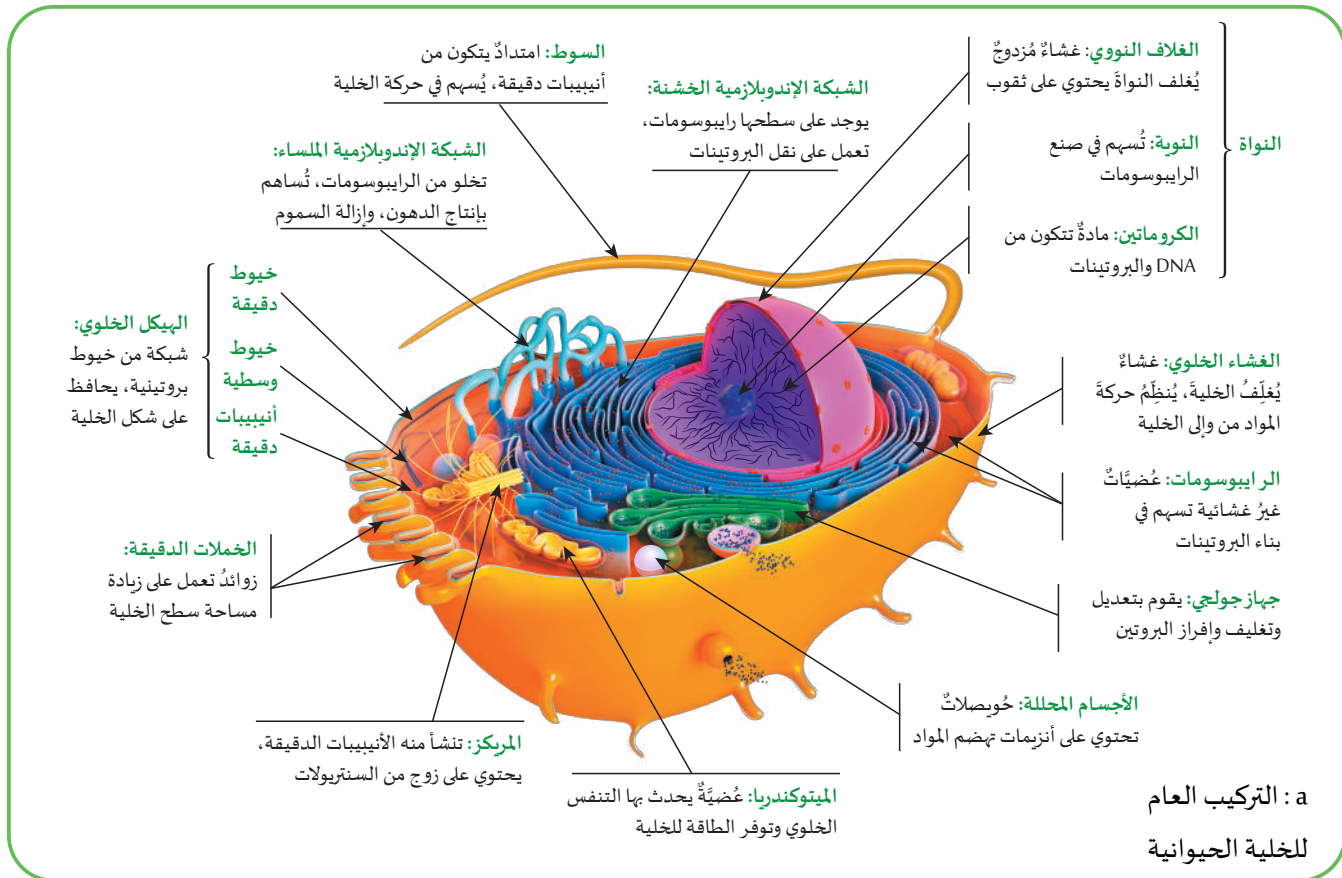


Organ: كلمة لاتينية تعني جزء وظيفي
elle: كلمة لاتينية تعني صغير

قبل البدء بدراسة التركيب الدقيق للخلية حقيقية النواة، تَفَحَّصِ الرسم في الشكل (1-16)، الذي يُبين التراكيب المختلفة لخلية حيوانية وخلية نباتية، إرجع إلى الشكل عند دراسة كلِّ تركيبٍ من تراكيب الخلية.



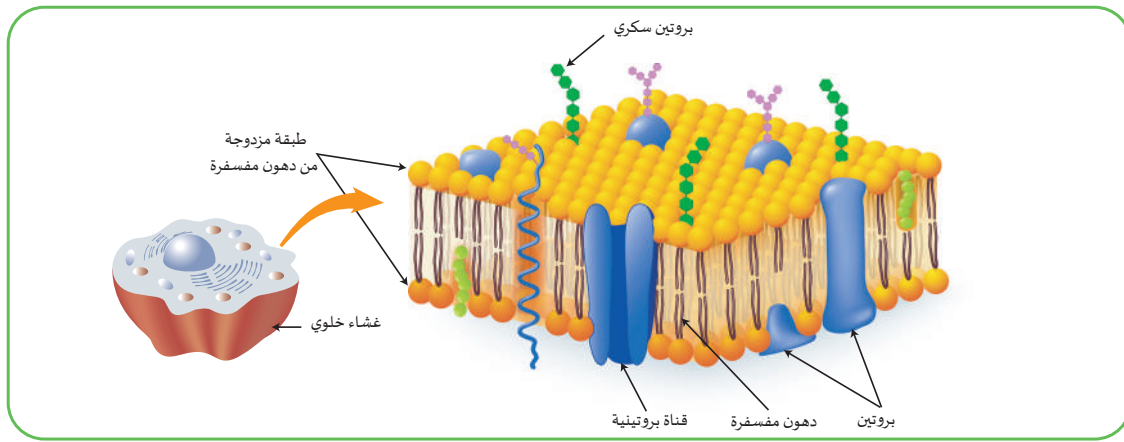
الشكل 1-15: المكونات الرئيسية للخلية



الشكل 16-1: a: التركيب العام للخلية الحيوانية و b: التركيب العام للخلية النباتية.

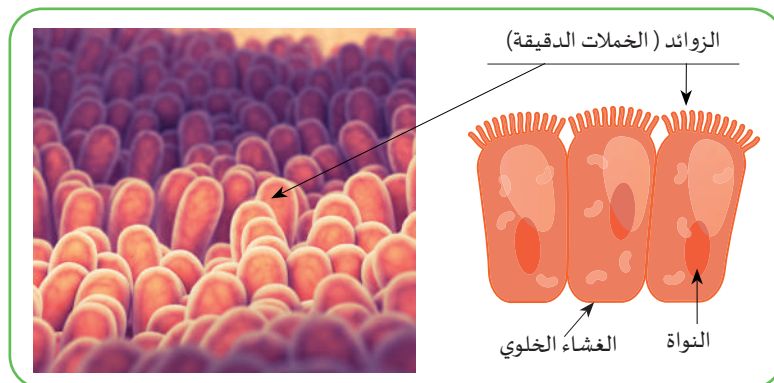
أولاً: الغشاء الخلوي والجدار الخلوي Cell membrane and Cell wall

تلاحظ أن مدرستك مُحاطةً بسورٍ يَمْنَعُ غيرَ المَعْنِيَيْنَ من دخولِ المدرسة، في حين يُسَمَحُ بدخولِ الطلابِ والعاملينَ والآباءِ عبر بوابةٍ متصلةٍ بالسور، كذلك الخلايا مُحاطةٌ بغشاءٍ يَتَحَكَّمُ بدخولِ الموادِ منها وإليها، يُسَمَّى الغشاءُ الخلوي **Cell membrane** وهو غشاءٌ حيٌّ رقيقٌ مُزدوجٌ يُحيطُ بالخلايا بدائيةِ النواةٍ وحقيقيةِ النواةٍ ويُفصلُ مُكوناتها عن البيئةِ الخارجية. ويتكوَّنُ الغشاءُ الخلوي بشكلٍ أساسيٍّ من طبقةٍ مُزدوجةٍ من الدهونِ المفسفرةِ وبروتينات، لاحظِ الشكل (1-17)، ويمتازُ الغشاءُ بأنه اختياريٌّ النفاذية؛ يسمحُ بمرورِ الموادِ اللازمةِ إلى الخليةِ كالأكسجينِ والغذاءِ والماءِ ويمنعُ مرورَ موادٍّ أخرى، كما يسمحُ بخروجِ الفضلاتِ من خلاله إلى خارجِ الخلية. ويتميزُ تركيبُ الغشاءِ الخلوي بخصائصٍ حيويةٍ، فهو ينمو مع نُموِّ الخليةِ وازديادِ حجمها، ولديه القدرةُ على التَّجَدُّدِ في المناطقِ التي يتعرض فيها للتمزقِ وغيرها من الخصائص.



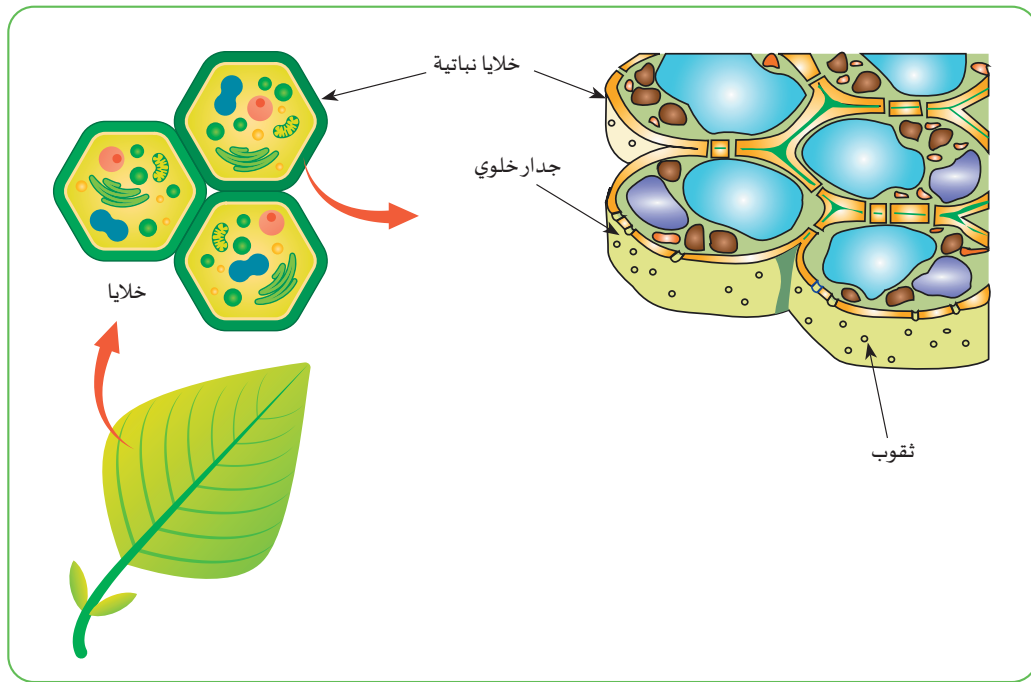
الشكل 1-17: تركيب الغشاء الخلوي

يتلاءمُ تركيبُ الغشاءِ الخلوي مع وظيفته في تبادُلِ الموادِ بين الخليةِ وبيئتها من خلالِ زيادةِ مساحةِ سطحِ الغشاءِ الخلوي. على سبيلِ المثال، في الخلايا المتخصصةِ في الامتصاصِ كالخلايا المُبطَّنةِ للسطحِ الداخليِ للأمعاءِ الدقيقة، حيثُ تنطوي أغشيةُ الخلايا لِتشكِّلَ زوائدَ تُسَمَّى الخملاتِ الدقيقة تعمل على زيادةِ امتصاصِ الموادِ الغذائية من خلالِ زيادةِ مساحةِ سطحِ غشاءِ الخلية، لاحظِ الشكل (1-18).



الشكل 1-18: خملات خلايا السطح الداخلي للأمعاء

يُغَلِّفُ الجدارُ الخلويُّ **Cell wall** الغشاءَ الخلويَّ في النباتات، الطحالب، الفطريات، وبعضِ أنواعِ البكتيريا، ويتكوَّنُ الجدارُ الخلوي في الفطريات من الكيتين وفي البكتيريا من مادة ببتيدوجلايكان أما في النباتات يتكوَّن الجدار الخلوي من ألياف السليلوز التي تُعْطِيهِ خاصيَّة الصَّلابة؛ مما يُساهم في دعم وحماية الخلايا والنبات، كما يساعد على وصول النبات إلى ارتفاعات مختلفة. لاحظ الشكل (1-19)، ويحتوي الجدارُ الخلويُّ على ثقبوب؛ لذا يَسمح بمرورِ الماءِ والموادِّ الذائبةِ إلى الخلية والخروج منها.



الشكل 1-19: رسم توضيحي لجدار الخلية النباتية

• قارن بين الجدار الخلوي والغشاء الخلوي في الخلايا النباتية من حيث التركيب والوظيفة؟



اختبر نفسك

ثانيًا: النواة Nucleus

أصل الكلمة

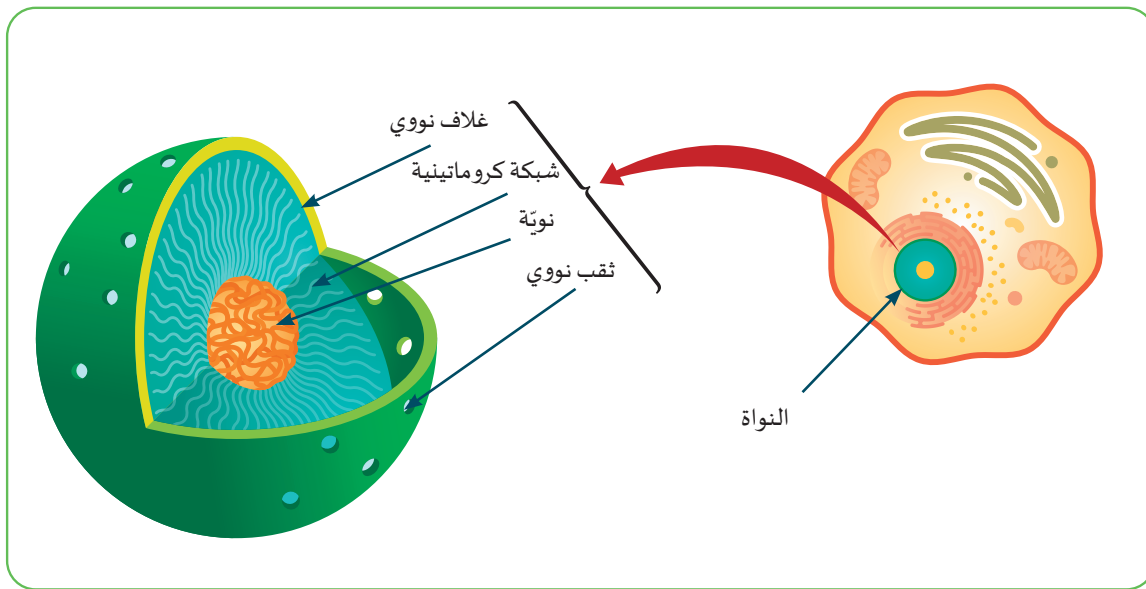


Nucleus: كلمة لاتينية تعني مركز أو قلب

افترض أن لديك وثيقة تحمل معلوماتٍ مهمة جدًا تخص حياتك، من المؤكد أنك ستحتفظ بها في مكان آمن، هذا ما تفعله الخلايا حقيقية النواة بالمادة الوراثية (DNA)، فما أهمية المادة الوراثية؟ وأين يتم تخزينها؟

تمثل النواة أهم مكونات الخلية، وهي ذات أشكال متعددة كبيرة نسبيًا، كما أن حجمها يعتمد على مدى تخصص الخلايا ونشاطها، لاحظ الشكل (1-20) وتتكوَّن من الأجزاء الآتية :

- **الغلاف النووي:** غشاء رقيق مزدوج يُغلف النواة، ويمتاز بخاصية النفاذية الاختيارية، ويحتوي على ثقبٍ تُنظَّم مرور المواد بين النواة والسيتوبلازم.
- **الشبكة الكروماتينية:** تراكيب خيطية متداخلة تتكوّن من الحمض النووي (DNA) يرتبطُ بروتين، تُشكّل خيوط الشبكة الكروماتينية -أثناء الانقسام الخلوي- الكروموسومات، التي يتمُّ بواسطتها نقلُ الصفات الوراثية من جيلٍ إلى آخر.
- **النُويّة:** جسيمٌ كرويٌّ يُسهم في صنع الرايبوسومات المسؤولة عن بناء البروتينات، وقد تحوي النواة أكثر من نوية وبخاصة في الخلايا النشطة بتكوين وإفراز المواد البروتينية.



الشكل 1-20: تركيب نواة الخلية

• صفّ تركيب النواة.



اختبر نفسك

ثالثاً: السيتوبلازم Cytoplasm

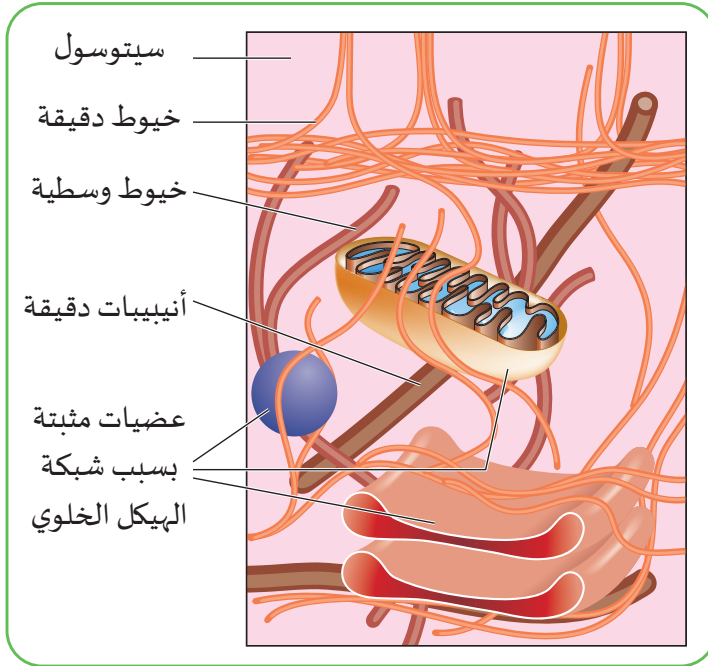
أصل الكلمة



Cyto: كلمة لاتينية تعني خلية
Plasm: كلمة لاتينية تعني شكل
أو محتوى

السيتوبلازم مادة هلامية حيّة تملأ الحيز الموجود بين الغشاء الخلوي والنواة. ويتكوّن السيتوبلازم من وسط هلامي يدعى السيتوسول Cytosol ومجموعة من التراكيب المتنوعة تُعرف بعُضَيّات الخلية، بعض هذه العُضَيّات غير مُحاطٍ بغشاء، ومن أمثلتها الرايبوسومات والمريكز، والبعض الآخر مُحاطٌ بغشاء، ومن أمثلتها الشبكة الإندوبلازمية، جهاز جولجي، الميتوكوندريا، الأجسام المحللة، البلاستيدات، والفجوات. تُؤدي كلّ من هذه العُضَيّات وظيفة معينة في السيتوبلازم فما تركيب هذه العُضَيّات؟ وما وظائفها؟

1. الهيكل الخلوي Cytoskeleton



الشكل 1-21: مكونات الهيكل الخلوي

يمكن تشبيه الهيكل الخلوي بالهيكل العظمي، فمثلما يعتمد الجسم على الهيكل العظمي للحفاظ على شكله وحجمه، كذلك تحتاج الخلية إلى تركيب يحفظ لها شكلها وحجمها.

الهيكل الخلوي شبكة معقدة من الخيوط والأنابيبات الدقيقة تنتشر داخل السيتوبلازم، ويتلاءم تركيب الهيكل الخلوي مع وظيفته، فوجود هذه الشبكة من الأنابيب منتشرة في السيتوبلازم يجعل منها طريقاً تنتقل عبرها المواد المختلفة من مكان إلى آخر داخل السيتوبلازم، كما يُثبت الهيكل الخلوي العضيات في المواقع المناسبة داخل الخلايا، ويساعد في حركة بعض الخلايا، ويعطي الخلية شكلها وقوامها.

يتكون الهيكل الخلوي من ثلاثة أنواع من الألياف البروتينية هي: خيوط دقيقة، خيوط وسطية، وأنابيبات دقيقة. لاحظ الشكل (1-21)، تُساهم الخيوط الدقيقة في حركة الخلية، وتلعب دوراً في انقباض الخلايا العضلية، كما تساهم الخيوط الوسطية في دعم الخلية وإعطائها شكلاً ثابتاً، أما الأنابيبات الدقيقة فتقوم بدور مهم في حركة الخلية وعملية الانقسام الخلوي بالإضافة لعملها في دعم الخلية.

• اكتب مكونات الهيكل الخلوي.

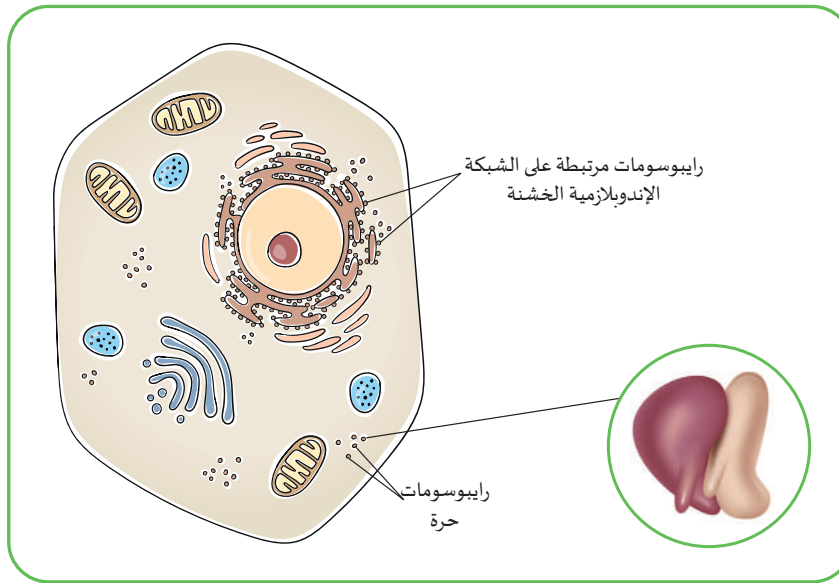


اختبر نفسك

2. الرايبوسومات Ribosomes

جسيمات كروية دقيقة كثيرة العدد غير مُحاطة بأغشية. تتكوّن من الحمض النووي (RNA) والبروتين. تتصل معظم الرايبوسومات بالسطح الخارجي للشبكة الإندوبلازمية، وبعضها يكون حراً في السيتوبلازم، لاحظ الشكل (1-22).

ويمكنُ تشبيهُ الرايبوسوماتِ بالعمَّالِ في المصنع، فكما يقومُ العمالُ باستخدامِ الآلاتِ لتصنيعِ المواد، كذلك تقومُ الرايبوسوماتُ الحرةُ باستخدامِ الأحماضِ الأمينيةِ الموجودةِ في السيتوبلازمِ لإنتاجِ البروتينِ الذي تحتاجُ إليه الخليةُ في عملياتها الحيوية، مثل النمو والتجديد، وأيضًا تقومُ الرايبوسوماتُ المرتبطةُ بالشبكةِ الإندوبلازميةِ بإنتاجِ البروتينات. إلى أين تذهبُ هذه البروتينات؟



الشكل 1-22: الرايبوسومات الحرة والرايبوسومات المرتبطة على الشبكة الإندوبلازمية الخشنة

3. الشبكة الإندوبلازمية (ER) Endoplasmic reticulum

هي مجموعة أكياسٍ وقنواتٍ مملوءةٍ بسائلٍ ومُحاطةٌ بأغشيةٍ لها تركيبُ الغشاءِ الخلوي نفسه.

وتحتوي الخليةُ عادةً على نوعين من الشبكةِ الإندوبلازمية، يختلفان من حيث التركيبِ والوظيفة، وهما:

• الشبكةُ الإندوبلازميةُ الخشنةُ (RER): شبكةٌ يُوجدُ على سطحِها

رايبوسوماتٌ؛ مما يعطيها مظهرًا خشنًا. تعملُ الشبكةُ الإندوبلازميةُ الخشنةُ على نقلِ البروتيناتِ المُصنَّعةِ بفعلِ الرايبوسوماتِ إلى جهازِ جولجي داخلِ الخلية، ونقلِ البروتيناتِ التي يحتاجُها الغشاءُ الخلوي، ونقلِ بعضِ البروتيناتِ المُعدَّةِ للإفرازِ إلى الخارجِ بعد إدخالِ بعضِ التعديلاتِ عليها؛ لذا تكثرُ الشبكةُ الإندوبلازميةُ الخشنةُ في الخلايا المُتخصِّصةِ بإفرازِ البروتيناتِ كخلايا بطانة المعدة، لاحظِ الشكل (1-23).

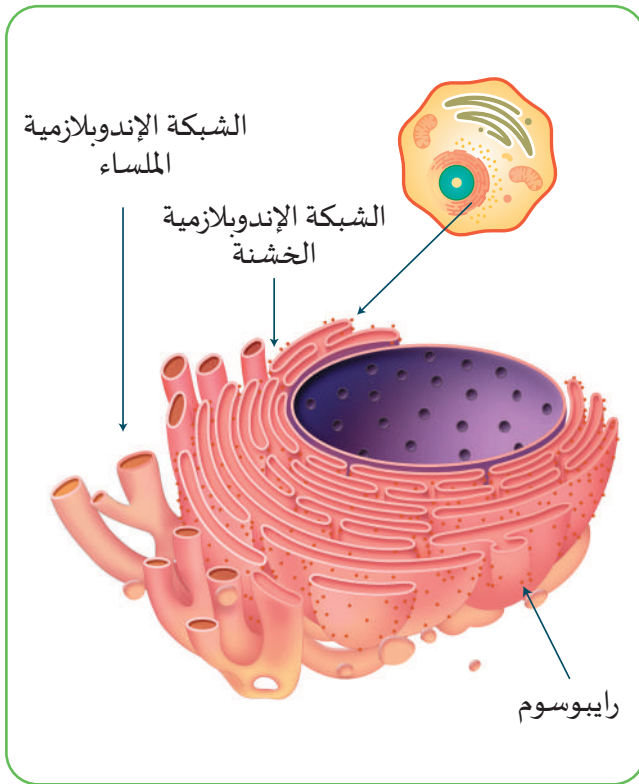
أصل الكلمة



Endo: كلمة لاتينية معناها داخل

plasm-: كلمة لاتينية معناها شكل

Reticulum: كلمة لاتينية معناها شبكة



الشكل 1-23: الشبكة الإندوبلازمية الخشنة والملساء

• الشبكة الإندوبلازمية الملساء (SER): شبكة لا يوجد على سطحها رايبوسومات، وتحتوي الشبكة الإندوبلازمية الملساء على إنزيمات تساهم بإنتاج الدهون والهرمونات الجنسية وتخزينها؛ لذلك فهي تكثر في خلايا الخصية والمبيض، كما تعمل على إزالة سمية بعض المواد الكيميائية في الخلية؛ لذا تكثر الشبكة الإندوبلازمية الملساء أيضاً في خلايا الكبد.

ويتلاءم تركيب الشبكة الإندوبلازمية مع وظيفتها؛ إذ تزيد الانثناءات والصفائح الموجودة بها من مساحة السطح اللازمة لحدوث التفاعلات، كما إن موقع الشبكة الإندوبلازمية بين الغشاء النووي والغشاء الخلوي يجعل منها جهاز نقل بين العضيات في السيتوبلازم من جهة، وبين الخلية والبيئة الخارجية من جهة أخرى. لاحظ الشكل (1-23).

• قارن بين الشبكة الإندوبلازمية الخشنة والملساء من حيث التركيب والوظيفة.



اختبر نفسك

4. جهاز جولجي Golgi Apparatus

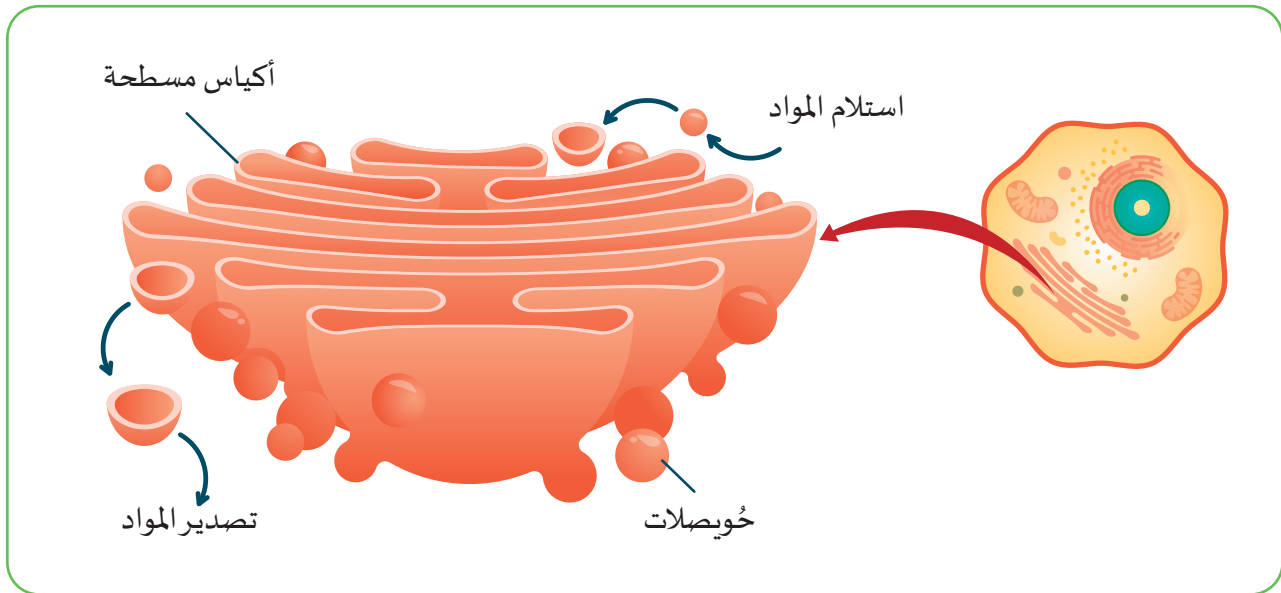
تقوم معظم المصانع بتغليف وتعبئة منتجاتها تمهيداً لشحنها، وكذلك تقوم الخلية بالعمل نفسه، فكيف تقوم الخلية بتغليف وشحن منتجاتها؟

تحتوي الخلية على عضوية تسمى جهاز جولجي وهو مجموعة من أكياس غشائية مسطحة ومرتبة بشكل مواز لبعضها ومن حوصلات مستديرة تقع عند حافة الأكياس. كما في الشكل (1-24).

أصل الكلمة



سُمي جهاز 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، ويُعدِّلُ تركيبَها ويُغلفُها، ويوزِّعُها إلى أماكنِ استخدامها في الخلية أو يُغلفُها داخلَ حويصلاتٍ إفرازية، تَنفصلُ عن جهازِ جولجي وتلتحمُ مع غشاءِ الخلية، وتُطلقُ محتوياتها خارجَ الخلية؛ لتؤثرَ على أجزاءٍ أخرى من الجسم، كما في خلايا الغُدِّ اللَّعَابِيَّةِ التي تَفَرِّزُ الإنزيماتِ الهاضمةَ، أو تبقى المواد قريبةً من الغشاءِ الخلوي مُخزَّنةً ما بها لإفرازها حين الحاجة، مثل هُرمونِ الأنسولين في خلايا البنكرياس؛ لذا يَكثُرُ جهازُ جولجي في الخلايا الغُدِّيَّة والإفرازية.

• كيف يتكاملُ دورُ كلِّ من الرايبوسوماتِ والشبكةِ الإندوبلازمية وجهازِ جولجي في تصنيعِ البروتين؟



اختبر نفسك

5. الأجسامُ المُحلَّلة Lysosomes

أصل الكلمة



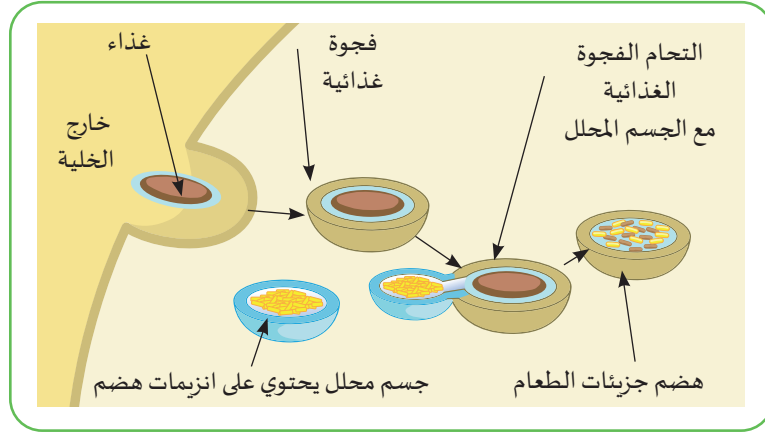
lyse: كلمة لاتينية تعني تحلل

soma: كلمة لاتينية تعني جسم

كيف تُحلِّلُ خلايا الدم البيضاء الأجسامَ الغريبةَ كالـبكتيريا والفيروسات؟ وكيف تهضم الأميبا الغذاء الذي تبتلعه؟ إن الإجابة على هذه الأسئلة أصبحت مُمكنةً بعد اكتشافِ الأجسامِ المُحلَّلة، فما تركيب هذه العضيات الخلوية؟

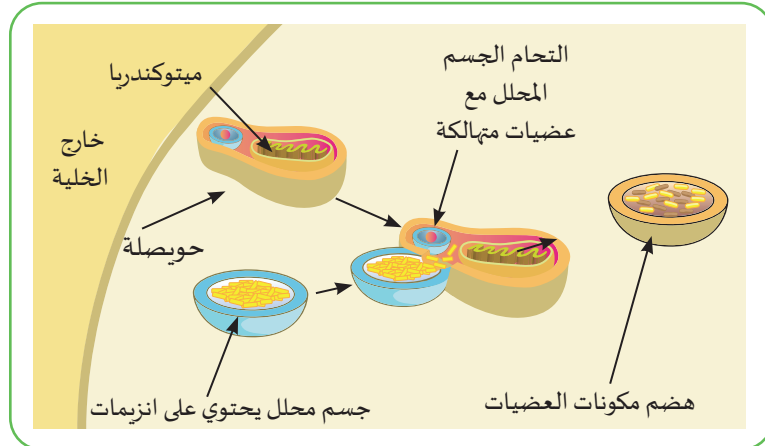
الأجسامُ المُحلَّلة هي حويصلاتٌ صغيرةٌ محاطة بغشاء مفرد تنشأ من جهازِ جولجي في الخلايا الحيوانية، تحتوي على تركيزٍ عالٍ من إنزيماتِ التحللِ المائي، وتقومُ الأجسامُ المُحلَّلة بالعديدِ من الوظائفِ منها:

- هضمُ جزيئاتِ الغذاء؛ يتحدُّ الجسمُ المُحلَّلُ مع الحويصلاتِ الغذائية التي تدخلُ الخلية، ويُحلَّلُ مكوناتُها بفعل الإنزيمات الهاضمة إلى موادَّ بسيطةٍ تخرج للسيتوبلازم لتستفيدَ منها الخلية، كما في الأميبا، لاحظِ الشكل 1-25.



الشكل 1-25: هضم جزيئات الغذاء بفعل الجسم المحلل

- هضمُ وتحليل الأجسام الغريبة كالـبكتيريا والفيروسات والمساهمة في التَّخلصِ منها؛ لذلك تكثرُ الأجسامُ المُحلَّلة في خلايا الدم البيضاء.
- هضمُ التراكيبِ والعُضَيَّاتِ القديمة والمتهالكة لتتمكنَ الخلية من إعادة استخدام جزيئاتها، لاحظِ الشكل (1-26).



الشكل 1-26: هضم العضيات المتهالكة بفعل الجسم المحلل

- كما تساهمُ في تحلُّل أجسام الكائنات الحية بعد موتها؛ مما يُساهمُ في تدويرِ العناصرِ في الطبيعة؛ لذلك تُسمَّى الأجسامُ المُحلَّلة أحياناً بمصنعِ إعادة التدوير. ولا تتأثرُ الخلية بالإنزيمات الهاضمة لأنَّ الأجسامَ المُحلَّلة مُحاطةٌ بغشاءٍ مُفرِّدٍ يعزلُها عن مُكوّناتِ الخلية.

• علَّل: الليسوسومات لا تهضم الخلية بالرغم من وجود الإنزيمات المحللة فيها.



اختبر نفسك

6. الفَجَوَات Vacuoles

حُويصلاتٌ غِشائيةٌ توجدُ في الخلايا النباتية والحيوانية والطلائعيات، تُصنَّفُ حَسَبَ الوظيفة التي تؤديها إلى أنواعٍ منها:

أصل الكلمة



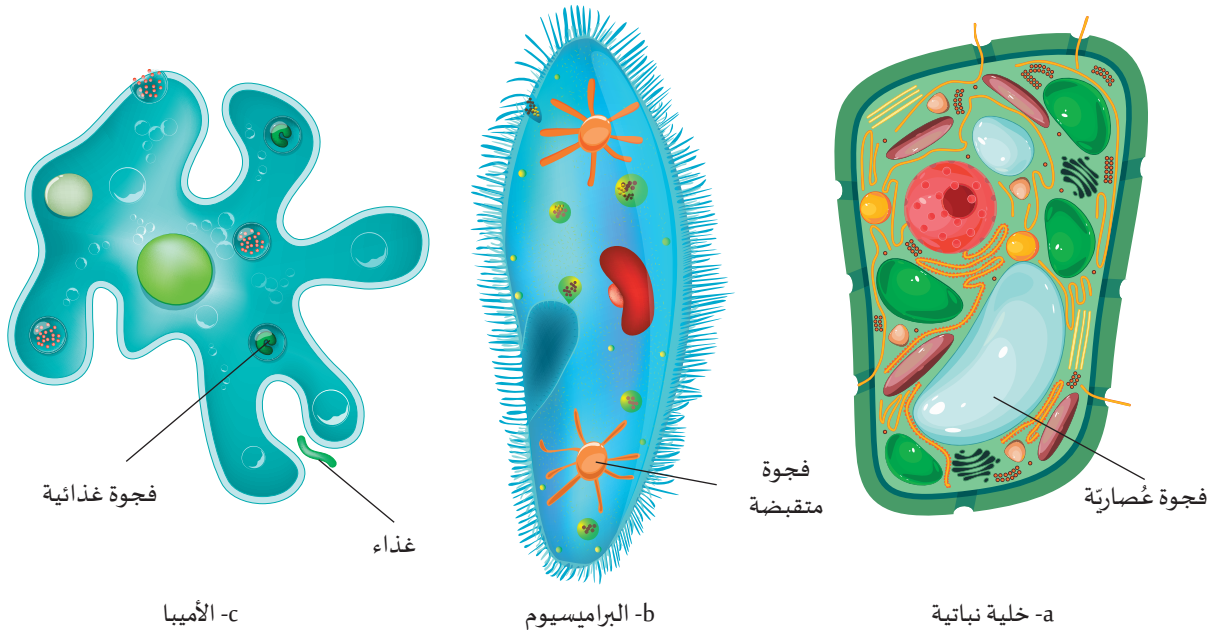
Vacuo: كلمة لاتينية تعني فارغ

ole: كلمة لاتينية تعني صغير

• **الفَجَوَاتُ العُصَارِيَّةُ (المركزية):** توجد الفجوة العُصَارِيَّةُ في الخلية النباتية وتتميزُ بِكَبَرِ حجمِها، لاحظِ الشكل (a27-1)، تقومُ الفجوة العُصَارِيَّةُ بوظائفَ متعددةٍ في النباتات، منها: تَخزينُ الماءِ والأملاحِ، المحافظةُ على ضغطِ الامتلاءِ للخلايا النباتية، وقد تُخزنُ الفجوة العُصَارِيَّةُ الفضلاتِ، أو الموادَّ السَّامةَ، أو الإنزيماتِ المُحلِّلة.

• **الفَجَوَاتُ المُتَقَبِضَةُ:** تعملُ على تخليصِ الخلية من الماءِ الزائدِ كما في الأميبا والبراميسيوم، لاحظِ الشكل (b27-1).

• **الفَجَوَاتُ الغِذائية:** تتكونُ بشكلٍ مؤقتٍ عند دخولِ الموادِّ الغذائيةِ للخلية، ويتمُّ هضمُ الغذاءِ داخل هذه الفجواتِ من خلالِ إنزيماتِ الأجسامِ المُحلِّلةِ التي تتَّحدُ مع الفجوة وتُحلَّلُ مُكوناتُها. ارجع للشكل (c27-1).



الشكل 27-1: أنواع الفجوات في الخلايا

• ما أهمية وجود الفَجَوَات في الخلايا الحية؟

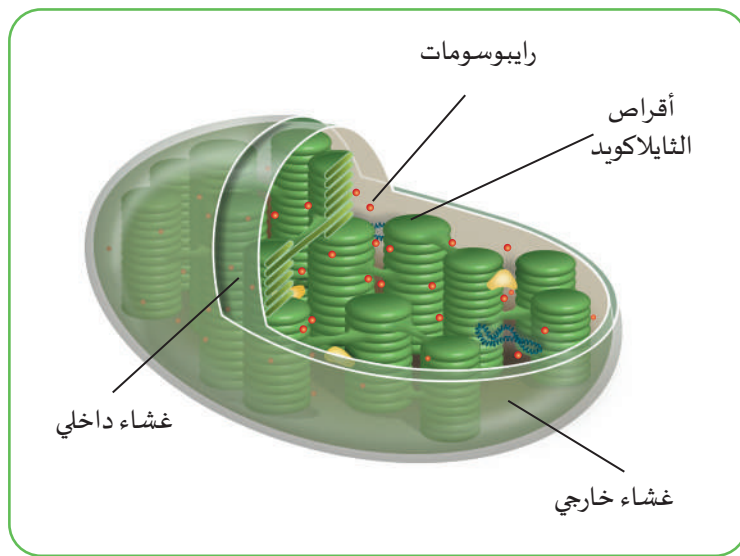


اختبر نفسك

7. البلاستيدات Plastids

عُضَيَّاتٌ خلويةٌ مُحاطَةٌ بغشاءٍ مزدوجٍ توجدُ في خلايا النباتاتِ والطحالب، وتُصنَّفُ البلاستيداتُ تبعاً لنوعِ الصبغةِ الموجودةِ فيها إلى ثلاثة أنواع، هي:

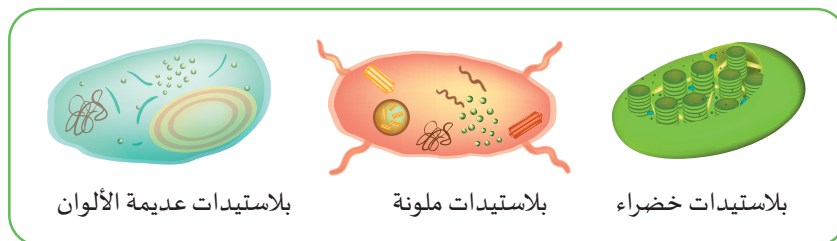
- **البلاستيدات الخضراء Chloroplast:** تحتوي على صبغة الكلوروفيل التي تُعطي الأوراق والسيقان في النبات لونه الأخضر، وتقوم البلاستيدات الخضراء بإنتاج الغذاء بفعل امتصاص الضوء وتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تُخزَّنُ في مُركَّبَاتٍ عضويةٍ (سكريات) خلال عملية البناء الضوئي. تُعتبرُ هذه المركباتُ العضوية مصدراً للطاقة التي تحتاجها الكائنات الحية.



الشكل 28-1: تركيب البلاستيدات الخضراء في النبات

يتلاءم تركيبُ البلاستيدات الخضراء مع وظيفتها؛ حيثُ تُحاطُ بغشاءين يعملُ الغشاءُ الخارجيُّ على تنظيمِ تبادلِ الموادِ بين البلاستيدة وخارجها، وتحوي داخلها طبقاتٍ مُتراصةٍ من الأغشية الداخلية على هيئة أقراص تُسمى الثايلاكويدات، وتنظمُ هذه الأقراصُ بطريقةً تزيدُ مساحةَ السطحِ المُعرَّضِ لأشعة الشمس؛ مما يسمحُ لها بامتصاصِ الحدِّ الأقصى من ضوء الشمس بواسطة صبغة الكلوروفيل الخضراء الموجودة في أغشية الثايلاكويدات. لاحظ الشكل (28-1).

- **البلاستيدات الملونة Chromoplast:** تحتوي على أصباغٍ ملونةٍ كالصفراء والحمراء والبنية إضافةً إلى صبغة الكلوروفيل، وإليها يُعزى اللونُ في الجزر وثمرات الطماطم وألوان الأزهار وبعض الأوراق؛ لذا تكثرُ البلاستيدات الملونة في بتلات الأزهار وفي الثمار.



الشكل 29-1: أنواع البلاستيدات

- **البلاستيدات عديمة اللون Leucoplast:** تخلو من الأصباغ، وتُخزَّنُ الموادُ الغذائية (النشا)، مثل البلاستيدات الموجودة في البطاطا، لاحظ الشكل (29-1).

• قارن بين الأنواع الثلاثة للبلاستيدات من حيث: الصبغة والوظيفة.



اختبر نفسك

8. الميتوكوندريا Mitochondria

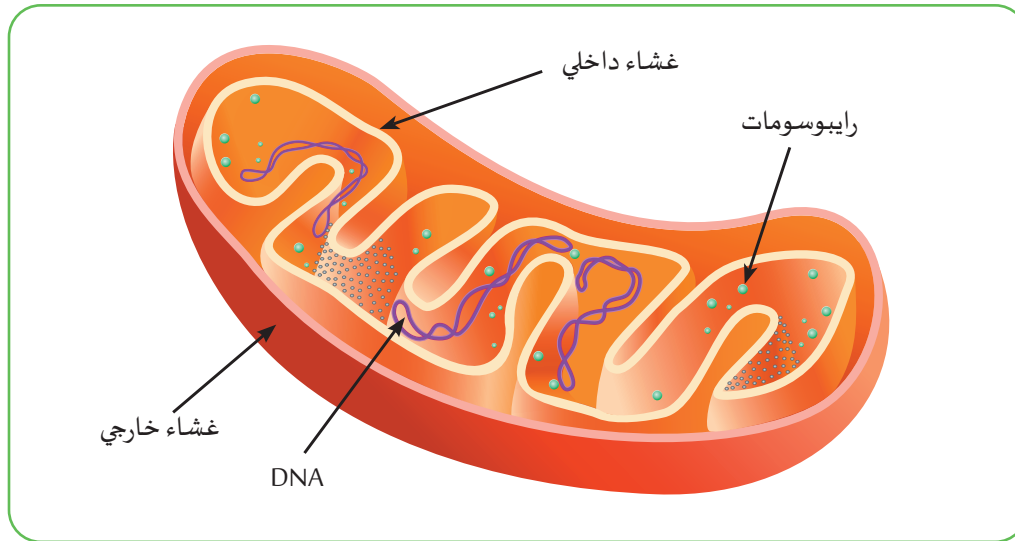
إثراء

تشبه الميتوكوندريا في مبدأ عملها محطات توليد الطاقة؛ فكلاهما يُحوّلان الطاقة من شكلٍ إلى آخر قابلٍ للاستخدام، فمثلاً تعملُ محطاتُ الطاقة على تحويل الطاقة المخزونة في النفط والغاز إلى طاقة كهربائية قابلة للاستخدام في المنازل والمصانع، كذلك الميتوكوندريا تُحوّل الطاقة المخزونة في الطعام إلى مُركّباتٍ غنية بالطاقة يُمكنُ للخلية استخدامها في العمليات الحيوية كالنمو والتكاثر والحركة.

كيف تحصل الكائنات الحية على الطاقة المخزونة من المُركّبات العضوية في الغذاء؟

الميتوكوندريا عُضَيَّاتٌ غِشائيةٌ كبيرةٌ نسبياً تنتشرُ في السيتوبلازم، تقومُ بتحليل جُزيئات المواد العضوية أثناء عملية التنفس الخلوي وإنتاج جزيءٍ يحمل الطاقة (ATP) ويخزن الطاقة الناتجة ضمن روابط كيميائية والتي تستخدمها الخلايا عند الحاجة؛ لذا سُمّيت الميتوكوندريا "بيت الطاقة" في الخلية.

يتلاءمُ تركيبُ الميتوكوندريا مع وظيفتها؛ تحتوي الميتوكوندريا على غشاءٍ خارجيٍّ وغشاءٍ داخليٍّ كثيرٍ الانثناءات، وتعملُ هذه الانثناءاتُ (الأعراف) على زيادةٍ كبيرةٍ لمساحة السطح الذي تحدث عليه تفاعلات التنفس الخلوي؛ مما يساعدُ على زيادة معدل إنتاج الطاقة. لاحظ الشكل (1-30)، ويختلفُ أعداد الميتوكوندريا في الخلايا باختلاف النشاط الحيوي للخلية؛ تكثرُ الميتوكوندريا في الخلايا التي تحتاج طاقةً أكثر، مثل الخلايا العُضليّة والخلايا العُصبية.



الشكل 1-30: تركيب الميتوكوندريا

• كيف يتلاءمُ تركيبُ البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا مع وظائفها؟



اختبر نفسك

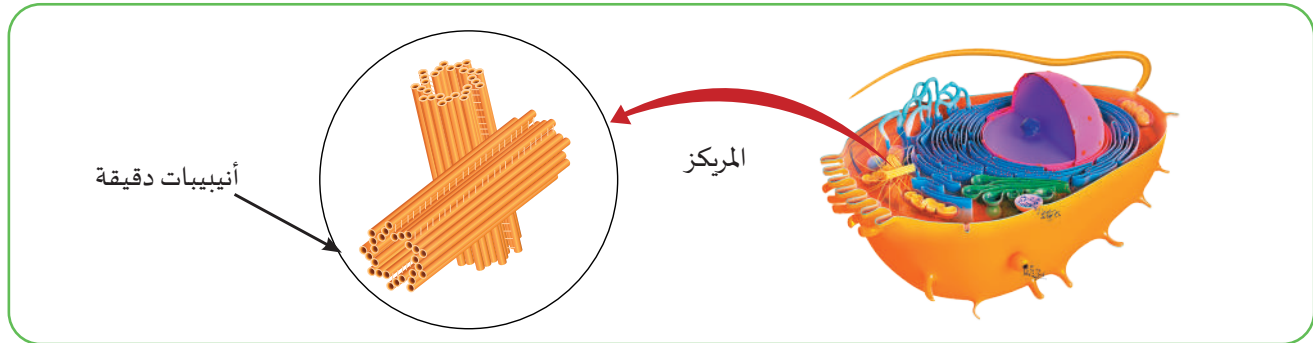
بالتعاون مع أفراد مجموعتك، صمّم نموذجاً للميتوكوندريا أو البلاستيدة الخضراء موضحاً كيف يتلاءمُ تركيبها مع وظيفتها، من حيث زيادة مساحة السطح بالنسبة للحجم.

نشاط 1-9



9. المريكز Centrosome

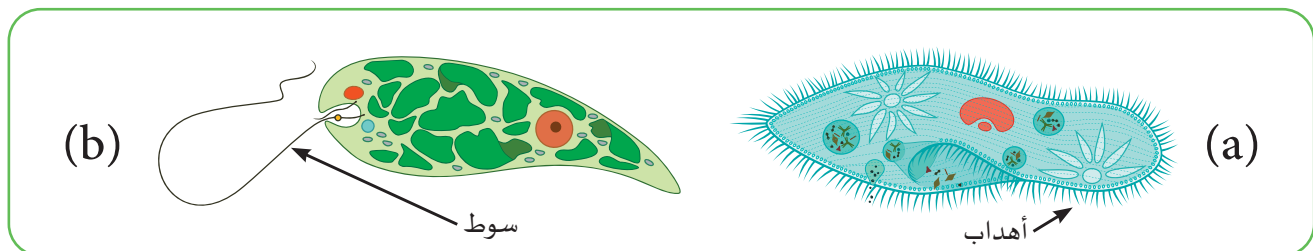
تحتوي أغلب الخلايا الحيوانية على مريكز، وهو المنطقة التي تنشأ منها خيوط المغزل والتي لها دور مهم في انقسام الخلايا الحيوانية كما ستدرس لاحقاً. ويتكوّن المريكز من جسمين دقيقين يُعرفان بالسنتريولين **Centrioles**، وكلُّ سنتريول عبارة عن أسطوانة مُكوّنة من تسع مجاميع ثلاثية الأنابيبات الدقيقة، ويقع السنتريولان عادةً بالقرب من النواة ويكوّنان متعامدين. لاحظ الشكل (1-31).



الشكل 1-31: تركيب المريكز

10. الأهداب والأسواط Cilia and Flagella

الأهداب والأسواط زوائد شعرية على سطح بعض الخلايا تمتد خارج الغشاء الخلوي وتتكوّن من الأنابيبات الدقيقة. تكون الأهداب قصيرة وكثيرة العدد، أما الأسواط فيوجد عادةً في الخلية سوطاً أو سوطان وهي طويلة نسبياً. لاحظ الشكل (1-32). تتحرك الأهداب بطريقة تشبه حركة المجداف أما الأسواط فتتحرك حركة موجية وهذا يتلاءم مع وظيفتها؛ حيث تساعد الأهداب والأسواط على تحريك الخلية بأكملها مثل اليوجلينا والبراميسيوم التي تعيش في وسط مائي، وتحريك الحيوان المنوي عند الإنسان، كما تبطّن الأهداب السطوح التي تنقل المواد مثل بطانة المجاري التنفسية لدفع الأجسام الغريبة إلى الخارج.



الشكل 1-32: (a) براميسيوم يحتوي على أهداب، (b) يوجلينا تحتوي على سوط

• قارن بين السوط والهدب من حيث: الطول، العدد، والوظيفة.



اختبر نفسك

ابحث في شبكة المعلومات (الإنترنت) عن صور مجهرية إلكترونية لتركيب الخلية حقيقية النواة، بما في ذلك: النواة، السيتوبلازم، الغشاء الخلوي، الجدار الخلوي، الهيكل الخلوي، جهاز جولجي، الميتوكوندريا، البلاستيدات الخضراء، المريكز، الجسم المحلل، الشبكة الإندوبلازمية، الرايبوسوم، الفجوات العصارية... أرسمها وحدّد أجزاءها.

نشاط 10-1



مراجعة الدرس الثالث

الأفكار الرئيسة:

- تُحدّد نسبة المساحة السطحية إلى الحجم مدى الحجم الذي يمكن أن تبلغه الخلية حتى تؤدي وظائفها بكفاءة عالية.
- يرتبط تركيب العضيات الخلوية بوظائفها، كما يختلف نوع العضيات وعددها باختلاف الخلايا.
- تتكوّن الخلايا الحقيقية من ثلاثة أجزاء رئيسة، هي: الغشاء الخلوي، والنواة، والسيتوبلازم.
- الغشاء الخلوي ذو نفاذية اختيارية، يتكوّن من الدهون والبروتين، ويُنظّم حركة المواد من وإلى الخلية.
- الجدار الخلوي يُغلّف غشاء الخلية النباتية، ويؤمّن لها الدعامة والحماية، ويتكوّن من السليلوز.
- النواة مركز التحكم في الخلية، تحتوي على المادة الوراثية (DNA) التي تُخزّن المعلومات الوراثية.
- الهيكل الخلوي يتكوّن من خيوط وأنيبيبات دقيقة مصنوعة من بروتينات تُساعد الخلية على الحركة، وتُحافظ على شكلها.
- الرايبوسومات تُسهّم في بناء البروتينات. مُعظمها يرتبط بالشبكة الإندوبلازمية الخشنة، وبعضها يكون حرّاً داخل السيتوبلازم.
- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة تنقل البروتينات إلى داخل وخارج الخلية، ويُوجد على سطحها رايبوسومات، أما الشبكة الإندوبلازمية الملساء فتخلو من الرايبوسومات وتقوم بتصنيع الدهون.
- جهاز جولجي يقوم بتعديل وتغليف وإفراز المواد المُصنّعة.
- الأجسام المحللة تحتوي على إنزيمات محللة تهضم المُركّبات العضوية، والأجزاء القديمة من الخلية ومواد أخرى.
- الفجوات العصارية تُخزّن بعض الإنزيمات وفضلات خلايا النبات.
- البلاستيدات تُخزّن النشا والدهون والأصباغ في خلايا النبات، والبلاستيدات الخضراء موقع تحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية خلال عملية البناء الضوئي.
- الميتوكوندريا تتحوّل داخلها طاقة المُركّبات العضوية إلى جزيء يحمل الطاقة (ATP) خلال عملية التنفس الخلوي.
- الأهداب والأسواط تُساعد الخلية على الحركة.
- خلايا النبات تحتوي على ثلاثة تراكيب غير موجودة في خلايا الحيوان هي: الجدران الخلوية، الفجوات العصارية، والبلاستيدات، وتحتوي الخلايا الحيوانية على تركيبين غير موجودين في الخلايا النباتية هما: الأجسام المحللة والمريكزات.

تقويم الدرس الثالث



أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

1. ما وظيفة البلاستيدات الخضراء في الخلية النباتية؟

- (a) البناء الضوئي.
- (b) إنتاج الطاقة.
- (c) تخزين الغذاء الزائد.
- (d) إفراز البروتين.

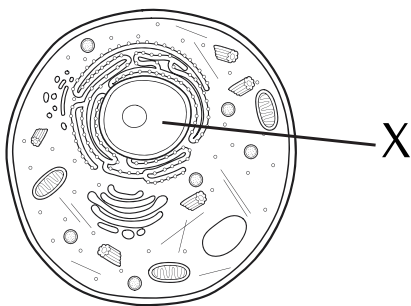
2. ما المكونات الأساسية للغشاء الخلوي؟

- (a) دهون وسليولوز.
- (b) بروتينات وسليولوز.
- (c) دهون وبروتينات.
- (d) دهون وبروتينات وسليولوز.

3. أي المجموعات الثنائية الآتية ليس صحيحاً فيما يتعلق بالتركيب والوظيفة؟

- (a) النوية - إنتاج الرايبوسومات.
- (b) الجسم المحلل - الهضم الخلوي.
- (c) جهاز جولجي - تغليف المواد ونقلها.
- (d) الأنبيبات الدقيقة - انقباض العضلات.

4. أي من العبارات الآتية تُحدّد بشكل صحيح وظيفة العضية X في الشكل المجاور؟



- (a) إنتاج الطاقة.
- (b) تخزين المادة الوراثية.
- (c) تغليف المواد.
- (d) هضم المواد غير الضرورية.

تابع تقويم الدرس الثالث

5. أيُّ الوظائفِ الآتيةِ لا تُساهمُ بها الشبكةُ الإندوبلازمية؟

- (a) تغليف البروتين.
- (b) توصيل المواد بين أجزاء الخلية.
- (c) إنتاج بعض أنواع الدهون.
- (d) نقل بعض المواد البروتينية.

6. أيُّ العُضَيَّاتِ الخلوية الآتية يوجد في الخلايا النباتية والحيوانية؟

- (a) البلاستيدات.
- (b) الجدار الخلوي.
- (c) المريكز.
- (d) الميتوكوندريا.

أسئلة الإجابات القصيرة

1. اكتب المكونات الرئيسة للخلية حقيقيّة النواة.

2. وضح التلائم بين تركيب ووظيفة كلٍّ من

- (a) الهيكل الخلوي.
- (b) البلاستيدة الخضراء.

3.  ما العضيات الخلوية التي تقوم بأدوار المصنع الآتية: الإدارة، إنتاج الطاقة، التصنيع، التغليف، التخلص من الفضلات؟

4.  فسّر:

- (a) يكثر جهاز جولجي في الخلايا الغدية.
- (b) تكثر عضيات الميتوكوندريا في الخلايا العضلية في الإنسان.
- (c) يُعتبر الغشاء الخلوي اختياري النفاذية.

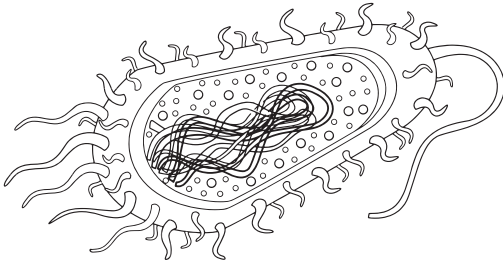
تقويم وحدة الأحياء



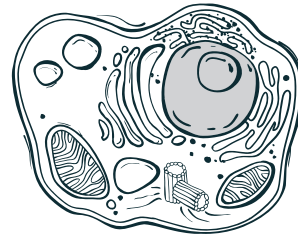
1. مَن العَالَمُ الذي تَوَصَّلَ إلى أَنَّ كَلَّ النباتاتِ مُكوَنَةٌ من خلايا؟

- (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. البراميسيوم كائنٌ حيٌّ حقيقيُّ النواةٍ يعيشُ في البرِّك والمياه العذبةِ كالأنهار والبحيرات، ويتغذى على البكتيريا والأوليات الصغيرة، أي الميزات الآتية تجعل البراميسيوم مختلفاً عن جميع بدائيات النوى؟

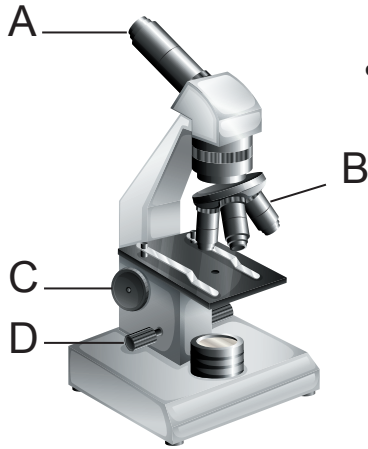


- (a) البراميسيوم أحادي الخلية.
- (b) يملك البراميسيوم نواة.
- (c) يحوي البراميسيوم على السيتوبلازم.
- (d) يملك البراميسيوم غشاء خلوي.

تابع تقويم وحدة الأحياء

4. أيُّ المجاهر 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 المجاهر يُستخدم 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 النباتيةِ يمكن أن تقومَ بعملٍ يُماثلُ عملَ الأجسامِ المحللة في خلايا الحيوانات؟

(a) البلاستيدات الخضراء.

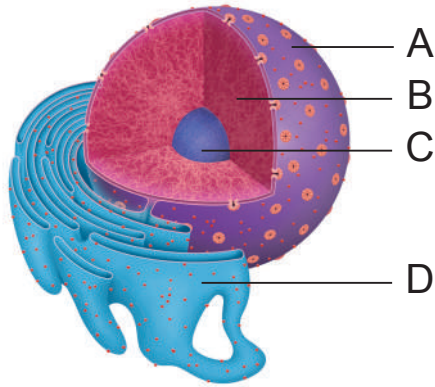
(b) البلاستيدات الملونة.

(c) الميتوكوندريا.

(d) الفجوات.

9. أيُّ الرموزِ في الشكل المجاور تُمثِّلُ المكانَ الذي يحتوي على المادة الوراثية (DNA) التي تُخزَّنُ

المعلوماتِ الوراثية؟



A (a)

B (b)

C (c)

D (d)

10. ما العُضيُّ المسؤولُ عن تكوينِ البروتينات؟

(a) الرايبوسومات.

(b) جهاز جولجي.

(c) الميتوكوندريا.

(d) الأجسام المحللة.

11. ما وظيفةُ النوية؟

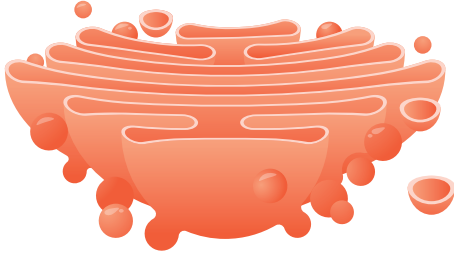
(a) مركز التحكم بالخلية.

(b) مخزن المعلومات الوراثية.

(c) موقع بناء الرايبوسومات.

(d) موقع وجود الحمض النووي DNA.

تابع تقويم وحدة الأحياء



12. ما وظيفة العُضيِّ في الشكل المجاور؟

- (a) موقع بناء الرايبوسومات.
- (b) مركز التحكم بالخلية.
- (c) مخزن المعلومات الوراثية.
- (d) تغليف البروتين.

13. أيُّ من العيّنات الآتية تحتوي خلاياها على جدار خلوي؟

- (a) جلد الإنسان.
- (b) شجر السدر.
- (c) دم من قطرة.
- (d) كبِد من فأر.

14. ممّ يتكوّن الرايبوسوم؟

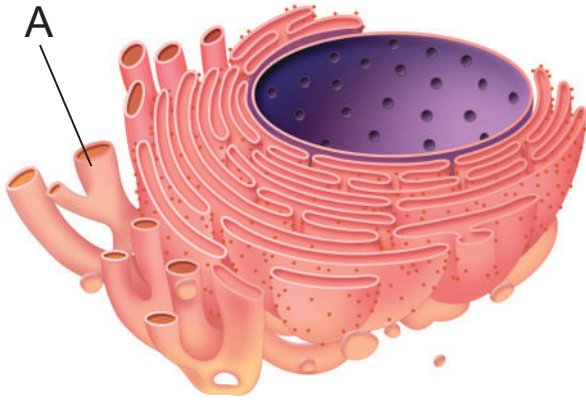
- (a) الحمض النووي RNA والبروتينات.
- (b) الحمض النووي RNA.
- (c) الحمض النووي RNA والبروتينات والدهون.
- (d) الحمض النووي RNA والدهون.

15. أيُّ مما يأتي يصفُ بشكلٍ صحيحٍ تركيبَ ووظيفةَ جدار الخلية 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 الآتية لا تساهم بها العضية المشارُ إليها بالرمز A؟



(a) إنتاج الدهون.

(b) إنتاج الهرمونات الجنسية و تخزينها.

(c) إزالة سمية بعض المواد.

(d) نقل البروتين.

17. كم عدد الأنابيبات الدقيقة في المريكز؟



3 (a)

9 (b)

54 (c)

27 (d)

18. أيُّ المسارات الآتية صحيحة لصنع بروتين وإفرازه من الخلية حقيقية النواة؟

(a) الشبكة الإندوبلازمية الخشنة - الرايبوسوم - جهاز جولجي - حويصلات تندمج مع الغشاء البلازمي.

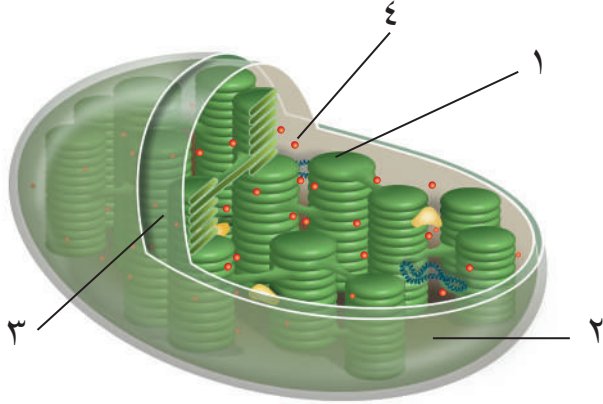
(b) الرايبوسوم - الشبكة الإندوبلازمية الخشنة - جهاز جولجي - حويصلات تندمج مع الغشاء البلازمي.

(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. يُمثِّل الشكلُ المُجاوِزُ بلاستيدهُ خضراء، ما رمزُ الجزء الذي يشير إلى تلاءم تركيبها لزيادة مساحة السطح المُعرَّضِ لأشعة الشمس؟



1 (a)

2 (b)

3 (c)

4 (d)

أسئلة الإجابات القصيرة

1. يُفضِّل أحدُ الباحثين استخدامَ قوة تكبيرٍ قليلةٍ في المجهر الضوئي لملاحظة شكل كائن حيٍّ وحيد الخلية، لماذا؟

2. قارن بين الخلايا بدائية النواة وحقيقية النواة من حيث التركيب والحجم.

3. أكتب مبادئ النظرية الخلوية.

4. فسِّر لماذا تكونُ الخلية النباتية تحت المجهر واضحة الحدود.

5. قارن بين أنواع المجاهر الإلكترونية من حيث: العينة، قوة التكبير، الاستخدام، ومبدأ العمل.

6. وَضِّحِ التَّلَاقُومَ بين التركيب والوظيفة 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. قارن بين البلاستيدهُ الخضراء والميتوكوندريا من حيث: مكان وجودها، العملية التي تتم فيها.

8. فسِّر: 

(a) لماذا قد يعاني الذكور الذين لديهم خَلَلٌ في تكوين الأنابيبات الدقيقة من عدم القدرة على الإنجاب؟

(b) ماذا يحدث إذا تمَّ إزالة أغشية الأجسام المحللة داخل الخلية الحية؟

تابع تقويم وحدة الأحياء

9.  يتناقش محمد وجاسم حول أهمية استخدام المجاهر في دراسة علم الخلية، يرى محمد: إن المجاهر الإلكترونية أكثر أهمية من المجاهر الضوئية في دراسة تركيب الخلية، لأنها تمكن من معرفة التركيب الدقيق للخلية ومكوناتها، ولا يتفق جاسم مع فكرة محمد ويرى: إن المجاهر الضوئية أكثر أهمية من المجاهر الإلكترونية في دراسة تركيب الخلايا، لأنها سهلة الاستخدام ومتوفرة وتُمكن من معرفة تركيب الخلية أيضاً... الجدول أدناه يحتوي على بيانات مجموعة تراكيب خلوية ومقاساتها، علماً بأن قوة الفصل للمجهر الإلكتروني 0.5nm، وللمجهر الضوئي 0.2μm.

الغشاء البلازمي	النواة	الأنبيبات الدقيقة	المحلل الجسم	الجسم المركزي	الميتوكوندريا	البلاستيدة
0.004μm	5-10μm	0.0025μm	0.25-0.5 μm	0.15μm	0.5-1μm	0.5-1μm

بعد الاطلاع على الجدول، والتفكير فيما تعرفه عن المجاهر، أجب عن الأسئلة الآتية:

(a) هل تتفق مع فكرة محمد أم مع فكرة جاسم؟ قدّم دليلاً على إجابتك.

(b) لماذا لا تتفق مع الفكرة الأخرى؟ ادعم إجابتك بأدلة.

(c)  كيف تُقنع صاحب الفكرة الأخرى بفكرتك حول أهمية المجاهر في دراسة الخلية؟

10. يوضح الجدول الآتي بعض البيانات عن ثلاث خلايا مختلفة، أدرسه وأجب عن الأسئلة 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

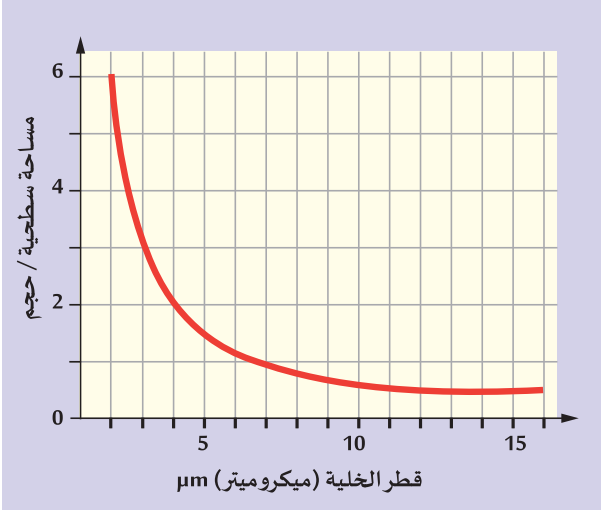
(a) صنف الخلايا الثلاث إلى: نباتية، حيوانية، وبكتيرية (بدائية النواة)

(b) أيّ الخلايا الثلاث تقوم بعملية التنفس الخلوي والبناء الضوئي؟

تابع تقويم وحدة الأحياء

11. لماذا تختلف الخلايا الحيوانية في نوع وعدد العضيات التي تحتوي عليها؟ أعط أمثلة تدعم إجابتك.

12. يظهر الرسم البياني المجاور كيف أن النسبة بين المساحة السطحية والحجم تتغير مع

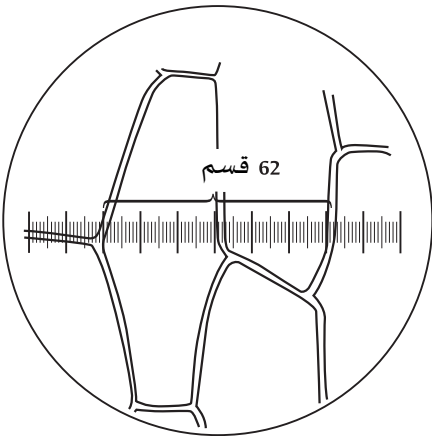


ازدياد قطر الخلايا الكروية. ادرسه واجب عما يأتي:

- (a) ما النسبة المئوية التي تتغير بها نسبة مساحة السطح إلى الحجم عندما يكبر قطر الخلية من $1\mu\text{m}$ إلى $2\mu\text{m}$ ؟
- (b) ما أكبر قطر يمكن أن تبلغه الخلية قبل أن تهبط هذه النسبة إلى قطرها دون $1\mu\text{m}$ ؟

13. كيف يزيد التقسيم الداخلي للخلايا حقيقيّة النوى من كفاءة عمل الخلية وحماية مكوناتها؟ ادمع إجابتك بأمثلة.

14. تعمل الخلية حقيقيّة النواة بمبدأ تقسيم وتكامل العمل بين عضياتها؛ مما يساعدها على إنجاز الأعمال بكفاءة أكثر، لو طلب منك المعلم أن تقوم بعملٍ ولك الخيار أن تقوم به لوحده أو بالاشتراك مع مجموعة من زملائك أيهما تختار؟ ادمع رأيك مبينا إيجابيات/سلبيات العمل الجماعي (ضمن فريق).



15. تظهر في الشكل المجاور خلايا بصلي تحت المجهر الضوئي عند تكبير $400\times$ ، إذا علمت أن قيمة كل وحدة على العدسة العينية المدرجة تساوي $2.67\mu\text{m}$ ، احسب العرض الفعلي لخلية البصل الواحدة.

16. تموت المواشي إذا أكلت عشب سامة. علماً أن المادة الكيميائية التي تحتوي عليها هذه العشب سامة للنباتات أيضاً. فكيف تحمي هذه الأعشاب نفسها من التسمم؟