تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

تجميعة صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج

موقع المناهج ⇦ المناهج الإماراتية ⇦ الصف التاسع العام ⇦ علوم ⇦ الفصل الأول ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2024-11-10 12:19:33

المزيد من مادة علوم:	ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس

التواصل الاجتماعي بحسب الصف التاسع العام

صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك					
المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات	

المزيد من الملفات بحسب الصف التاسع العام والمادة علوم في الفصل الأول

1	ملخص بدون أمثلة وفق الهيكل الوزاري منهج انسباير
2	الهيكل الوزاري الجديد المسار العام منهج بريدج
3	أسئلة مراجعة نهائية منهج انسباير
4	عرض بوربوينت درس قصة مادتين كيميائيتين
5	عرض بوربوينت درس تغيرات المادة

الصفحة	مثال/تمرين	
33	نص الكتاب , الجدول 1 textbook, table 1	يحدّد الوحدات الأساسية للنظام الدولى للكميّات المختلفة (الزمن، والطول، والكتلة، ودرجة الحرارة، وكميّة المادة، والتيار الكهربائى) entify the SI base unit for different quantities (Time, length, mass, temperature, amount of a substance and electric current)

الوحدة الاساسية هي وحدة معرّفة فى نظام القياس تعتمد على جسم أو حدث فى العالم المادى، ولا تستند إلى الوحدات الأخرى.

الجدول 1 الوحدات الأساسية للنظام الدولى

الكمية	الوحدة الأساسية
الزمن	ثانية (s)
الطول	متر (m)
الكتلة	كيلو جرام (kg)
درجة الحرارة	كلفن (K)
كمية المادة	مول (mol)
التيار الكهربائي	أمبير (A)
شِدّة الإضاءة	شمعة (cd)

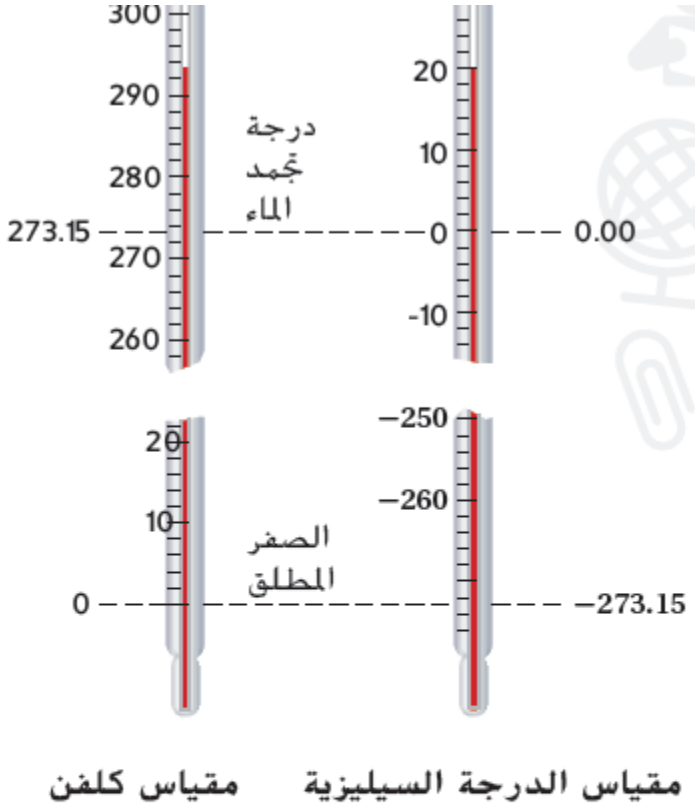
معادلة التحويل بين كلفن والدرجة السيليزية

$$K = °C + 273$$

يمثّل حرف K درجة الحرارة بالكلفن.
تُمثّل °C درجة الحرارة بالدرجات السيليزية.

تعادل درجة الحرارة بالكلفن درجة الحرارة بالدرجات السيليزية مضافًا لها 273.

$$°F = 1.8(°C) + 32$$



الشكل 3 يُعادل قياس التغيير الذي يبلغ 1 K على مقياس كلفن التغيير الذي يبلغ 1°C على مقياس الدرجات السيليزية. لاحظ أيضًا أنّ علامة الدرجة (°) لا تُستخدم في مقياس كلفن.

معادلة الكثافة

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

تساوي كثافة جسم ما أو عينة من مادة كتلتها مقسومة على حجمها.

الكتلة = الحجم X الكثافة

حل معادلة الكثافة لتحصل على الكتلة.

الكتلة = 3.0 mL x 2.7 g/mL

الكتلة = 3.0 mL x 2.7 g/mL = 8.1 g اضرب واحذف وحدات.

عوِّض الحجم = 3.0 mL والكثافة = 2.7 g/mL.

تقويم الإجابة

مثال 1

استخدام الكثافة والحجم لإيجاد الكتلة عند وضع قطعة من الألمنيوم في مخبار مدرج سعته 25 mL ويحتوي على 10.5 mL من الماء، يرتفع مستوى الماء إلى 13.5 mL. ما كتلة الألمنيوم؟

1 تحليل المسألة

إنّ كتلة الألمنيوم مجهولة. تتضمن القيم المعلومة الحجمين الأولي والنهائي وكثافة الألمنيوم. ويساوي حجم العينة حجم الماء المُزاح في المخبار المدرج. يبيّن **الجدول RH-7** أن كثافة الألمنيوم تساوي 2.7 g/mL. استخدم معادلة الكثافة لإيجاد كتلة عينة الألمنيوم.

المعطيات

الكثافة = 2.7 g/mL

الحجم الأولي = 10.5 mL

الحجم النهائي = 13.5 mL

المجهول

الكتلة = g ؟

اكتب معادلة تساعدك في الحصول على حجم العينة.

2 إيجاد القيمة المجهولة

حجم العينة = الحجم النهائي − الحجم الأولي

حجم العينة = 13.5 mL − 10.5 mL

حجم العينة = 3.0 mL

عوِّض الحجم النهائي = 13.5 mL والحجم الأولي = 10.5 mL.

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

اذكر معادلة الكثافة.

لحساب كثافة جسم غير منتظم نغمره في سائل معروف الحجم ومن ثمن نقرأ التغير في الحجم للسائل ونحسب الفرق فيكون الفرق هو حجم الجسم الغير منتظم ومن ثم نجد وزنه عن طريق الميزان
ونطبق قانون الكثافة لايجاد كثافة الجسم الغير منتظم

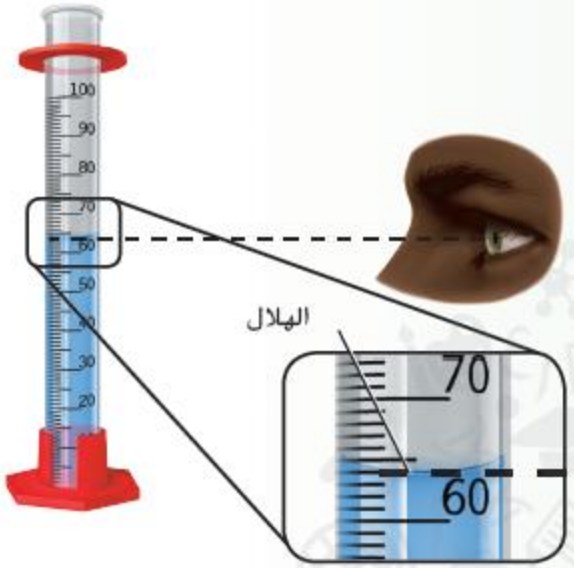
تجربة مصغرة

حدّد الكثافة

ما كثافة جسم صلب مجهول وغير منتظم؟ لحساب كثافة الجسم، ستحتاج إلى معرفة كتلته وحجمه. يمكن تحديد حجم جسم صلب غير منتظم بقياس كمية الماء التي يزيحها.

الإجراء

1. اقرأ ما عليك القيام به في هذه التجربة وحدد الإجراءات المتعلقة بالسلامة قبل البدء بتنفيذ التجربة.
2. احصل على العديد من الأجسام المجهولة من معلمك. ملحوظة: سيحدد معلمك كل جسم كالتالي *A* و *B* و *C* وما إلى ذلك.
3. أنشئ جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.
4. قِسْ كتلة الجسم مستخدماً ميزانًا. سجّل الكتلة والحرف الخاص بالجسم في جدول بياناتك.
5. أضف نحو 15 mL من الماء إلى مخبار مدرج. قس الحجم الأولي وسجله في جدول بياناتك. نظرًا إلى أنّ سطح الماء في المخبار منحنٍ، اقرأ قياس الحجم عند مستوى نظرك لأدنى نقطة في المنحنى كما هو موضّح في الشكل. يُطلق على السطح المنحني السطح الهلالي.
6. قم بإمالة المخبار واسحب الجسم إلى أسفل إلى داخل المخبار بعناية، واحرص على عدم تناثر الماء. قس الحجم النهائي وسجله في جدول بياناتك.



التحليل

1. **احسب** استخدم قراءات الحجم الأولي والنهائي لإيجاد حجم كل جسم غامض.
2. **احسب** استخدم الحجم الذي وجدته والكتلة التي قستها لاحتساب كثافة كل جسم مجهول.
3. **اشرح** لماذا لا يمكنك استخدام طريقة إزاحة الماء للحصول على حجم مكعب من السكر؟
4. **صف** طريقة تحديد حجم حلقة فلزية من دون استخدام طريقة إزاحة الماء. لاحظ أنّ الحلقة الفلزية مماثلة لأسطوانة قصيرة مثقوبة من الداخل.

يؤدي مختلف الحسابات موظفًا معاملات التحويل	نص الكتاب، تطبيقات	44, 45, 46
Perform different calculations using conversion factors	textbook, applications	

التحليل البُعدي

عند التخطيط لإقامة حفلة بيتزا لمجموعة من الأشخاص، قد ترغب في استخدام التحليل البعدي لحساب عدد علب البيتزا التي ستطلبها. يُعتبَر **التحليل البعدي** هو مقاربة نظامية لحل المسائل. يستخدم **التحليل البعدي** معاملات التحويل للانتقال، أو التحويل، من وحدة إلى أخرى. إنّ **معامل التحويل** هو نسبة لقيم متكافئة ذات وحدات مختلفة.

للتحويل من متر الى كيلو متر ⇦ $\times \frac{1\ \text{km}}{1000\ \text{m}}$

للتحويل من كيلو متر الى متر ⇦ $\times \frac{1000\ \text{m}}{1\ \text{km}}$

للتحويل من غرام الى مل ⇦ $\frac{1\ \text{mL}}{2.5\ \text{g}}$

للتحويل من مل الى غرام نضرب ب ⇦ $\frac{2.5\ \text{g}}{1\ \text{mL}}$

تطبيقات

1. اكتب معاملي تحويل لكل مما يلي:
   a. 16% (على حسب الكتلة) محلول ملح
   b. كثافة تبلغ 1.25 g/mL
   c. سرعة تبلغ 25 m/s
2. **تحفيز** جد معامل التحويل الذي تحتاج إليه لكي تحوّل:
   a. النانومتر إلى متر؟
   b. كثافة معطاة بوحدة g/cm^3 إلى قيمة بوحدة kg/m^3؟

c. سرعة تبلغ 25 m/s

$$\frac{25m}{1s}$$

a. 16% (على حسب الكتلة) محلول ملح

$$\%16 = \frac{16 \text{ ملح}}{100 \text{ محلول}}$$

b. كثافة تبلغ 1.25 g/mL

$$\frac{1.25\ g}{1mL}$$

a. النانومتر إلى متر؟

نانو	n	0.000000001	10^{-9}

$$10^{-9}m / 1nm$$

b. كثافة معطاة بوحدة g/cm^3 إلى قيمة بوحدة kg/m^3؟

نحول الكيلو غرام الى غرام

$$1kg \backslash 1000g$$

$$10^6 cm^3 \ \backslash \ 1m^3$$

استخدم الجدول 2 لحل كل مما يلي:

1. a. حوّل 360 s إلى ms.
   b. حوّل 4800 g إلى kg.
   c. حوّل 5600 dm إلى m.
   d. حوّل 72 g إلى mg.
   e. حوّل 2.45×10^2 ms إلى s.
   f. حوّل 5 μm إلى km.
   g. حوّل 6.800×10^3 cm إلى km.
   h. حوّل 2.5×10^1 kg إلى Mg.
2. **تحفيز** اكتب معاملات التحويل المطلوبة لتحديد عدد الثواني في العام الواحد.

c. حوّل 5600 dm إلى m

$$5600dm \times \frac{1m}{10dm} = 560dm$$

d. حوّل 72 g إلى mg.

$$72g \times 1000 = 72000mg$$

e. حوّل 2.45×10^2 ms إلى s.

$$2.45 \times 10^2 ms \times \frac{1s}{1000ms} = 0.245s$$

f. حوّل 5 μm إلى km.

$$5\mu m \times \frac{1km}{10^{-9}\mu m} = 5 \times 10^{-9} km$$

g. حوّل 6.800×10^3 cm إلى km.

$$6.800 \times 10^3 cm \times \frac{1km}{1000cm} = 0.068\ km$$

h. حوّل 2.5×10^1 kg إلى Mg.

$$2.5 \times 10^1 kg \times 1000000mg = 2.5 \times 10^7$$

a. حوّل 360 s إلى ms.

$$360\ s \times 1000 = 360000ms$$

b. حوّل 4800 g إلى kg.

$$4800g \times \frac{1\ kg}{1000mg} = 4.8kg$$

2. **تحفيز** اكتب معاملات التحويل المطلوبة لتحديد عدد الثواني في العام الواحد

$$1y \times 365day \times 24h \times 60min \times 60s = 31536000s$$

الدقة والضبط

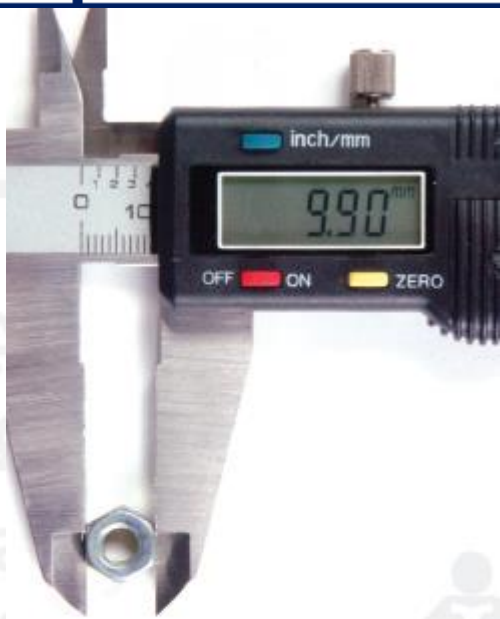
مثلما تحتوي كل ملعقة شاي تستخدمها كمقياس في المطبخ، على قدر ما من الخطأ، كذلك الأمر مع كل قياس علمي يجري تنفيذه في المختبر. عندما يجري العلماء قياسات، فإنهم يقوّمون دقة القياسات وانضباطها معًا. على الرغم من أنك قد تعتقد أنّ المصطلحين الدقة والضبط يعنيان الشيء نفسه في الأساس، إلا أنّهما يحملان معانيَ مختلفة جدًا بالنسبة إلى العالِم.

تشير **الدقة** إلى مدى قرب قيمة تم قياسها من قيمة مقبولة. ويشير **الضبط** إلى مدى قرب مجموعة من القياسات المتتالية بعضها من بعض. يوضّح هدف الرماية في **الشكل 10** الفرق بين الدقة والضبط. على سبيل المثال، تمثّل الأسهم كل قياس ومركز الهدف هو القيمة المقبولة.

الجدول 3

الكثافات التي حصل عليها الطلاب وبيانات الخطأ
(كان المجهول هو السكروز؛ الكثافة = $1.59\ g/cm^3$)

	الطالب A		الطالب B		الطالب C	
	الكثافة	الخطأ (g/cm^3)	الكثافة	الخطأ (g/cm^3)	الكثافة	الخطأ (g/cm^3)
التجربة 1	$1.54\ g/cm^3$	−0.05	$1.40\ g/cm^3$	−0.19	$1.70\ g/cm^3$ (a)	+0.11
التجربة 2	$1.60\ g/cm^3$	+0.01	$1.68\ g/cm^3$	+0.09	$1.69\ g/cm^3$	+0.10
التجربة 3	$1.57\ g/cm^3$	−0.02	$1.45\ g/cm^3$	−0.14	$1.71\ g/cm^3$	+ 0.12
المتوسط	$1.57\ g/cm^3$ (b)		$1.51\ g/cm^3$		$1.70\ g/cm^3$	



الشكل 11 تستخدم الورنية الرقمي للتحقق من قطر صامولة حتى جزء من المئة من المليمتر (0.01 mm). إنّ الـ مطلوبة لتحديد وضع الجزء في الورنية بصورة صحيحة. سيحصل الميكانيكيون أصحاب الخبرة على قراءات أكثر ضبط ودقة من الميكانيكيين غير الخبراء.

الخطأ والنسبة المئوية للخطأ إنّ قيم الكثافة الواردة في **الجدول 3** هي قيم تجريبية، ما يعني أنها قيم تم قياسها أثناء تجربة. إنّ الكثافة المعلومة للسكروز هي قيمة مقبولة، وهي قيمة تعدّ صحيحة. لتقويم دقة البيانات التجريبية، يمكنك مقارنة مدى قرب القيمة التجريبية من القيمة المقبولة. يُعرَّف **الخطأ** بأنه الفرق بين قيمة تجريبية وقيمة مقبولة. إنّ أخطاء قيم الكثافة التجريبية واردة أيضًا في **الجدول 3**.

معادلة الخطأ

خطأ = القيمة التجريبية − القيمة المقبولة

إنّ الخطأ المرتبط بقيمة تجريبية هو الفرق بين القيمة التجريبية والقيمة المقبولة.

غالبًا ما يريد العلماء معرفة النسبة المئوية للخطأ التي تتضمنها القيمة المقبولة. تُعبّر **النسبة المئوية للخطأ** عن الخطأ كنسبة مئوية من القيمة المقبولة.

معادلة النسبة المئوية للخطأ

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{|\text{الخطأ}|}{\text{القيمة المقبولة}} \times 100$$

مثال 5

حساب النسبة المئوية للخطأ استخدم بيانات التي توصل إليها الطالب A والواردة في **الجدول 3** لحساب النسبة المئوية للخطأ في كل محاولة. اكتب إجاباتك مقربة إلى منزلتين عشريتين بعد النقطة العشرية.

1 تحليل المسألة

لديك قائمة بقيم الأخطاء في قياس الكثافات. لحساب النسبة المئوية للخطأ، أنت بحاجة إلى معرفة القيمة المقبولة للكثافة والأخطاء ومعادلة النسبة المئوية للخطأ.

المعلوم

القيمة المقبولة للكثافة $= 1.59\ g/cm^3$

الأخطاء: $-0.05\ g/cm^3;\ 0.01\ g/cm^3;\ -0.02\ g/cm^3$

المجهول

النسبة المئوية للأخطاء $= ?$

2 إيجاد القيمة المجهولة

اكتب معادلة النسبة المئوية للخطأ.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{\text{الخطأ}}{\text{القيمة المقبولة}} \times 100$$

عوّض عن الخطأ $= -0.05\ g/cm^3$، وحلّ المسألة.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{|-0.05\ g/cm^3|}{1.59\ g/cm^3} \times 100 = 3.14\%$$

عوّض عن الخطأ $= 0.01\ g/cm^3$، وحلّ المسألة.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{|0.01\ g/cm^3|}{1.59\ g/cm^3} \times 100 = 0.63\%$$

عوّض عن الخطأ $= -0.02\ g/cm^3$، وحلّ المسألة.

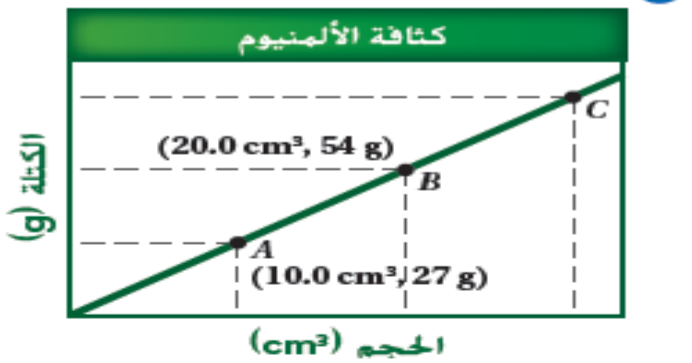
$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{|-0.02\ g/cm^3|}{1.59\ g/cm^3} \times 100 = 1.26\%$$

3 تقييم الإجابة

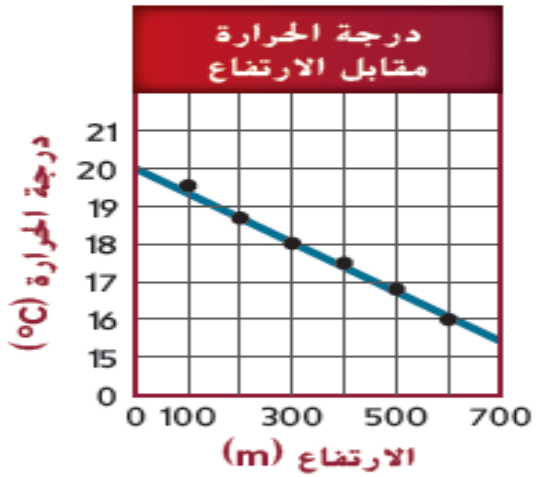
نص الكتاب، الشكل 16، مراجعة القسم س7

يصف التمثيلات البيانية بالخطوط، يفرّق ما بين التمثيل البياني بالخطوط التي تمتلك علاقة طردية أو عكسية خطيّة بما يتعلّق بالميل (إيجابي أو سلبي)

a



b



الشكل 16 يوضّح كلا التمثيلين البيانيين هذين علاقات خطية. يتم تعريف ميل كل مستقيم على أنه نسبة الارتفاع إلى المسافة.

التأكد من فهم التمثيل البياني

حدّد التمثيل البياني الذي يُظهِر علاقة طردية.

معادلة الميل

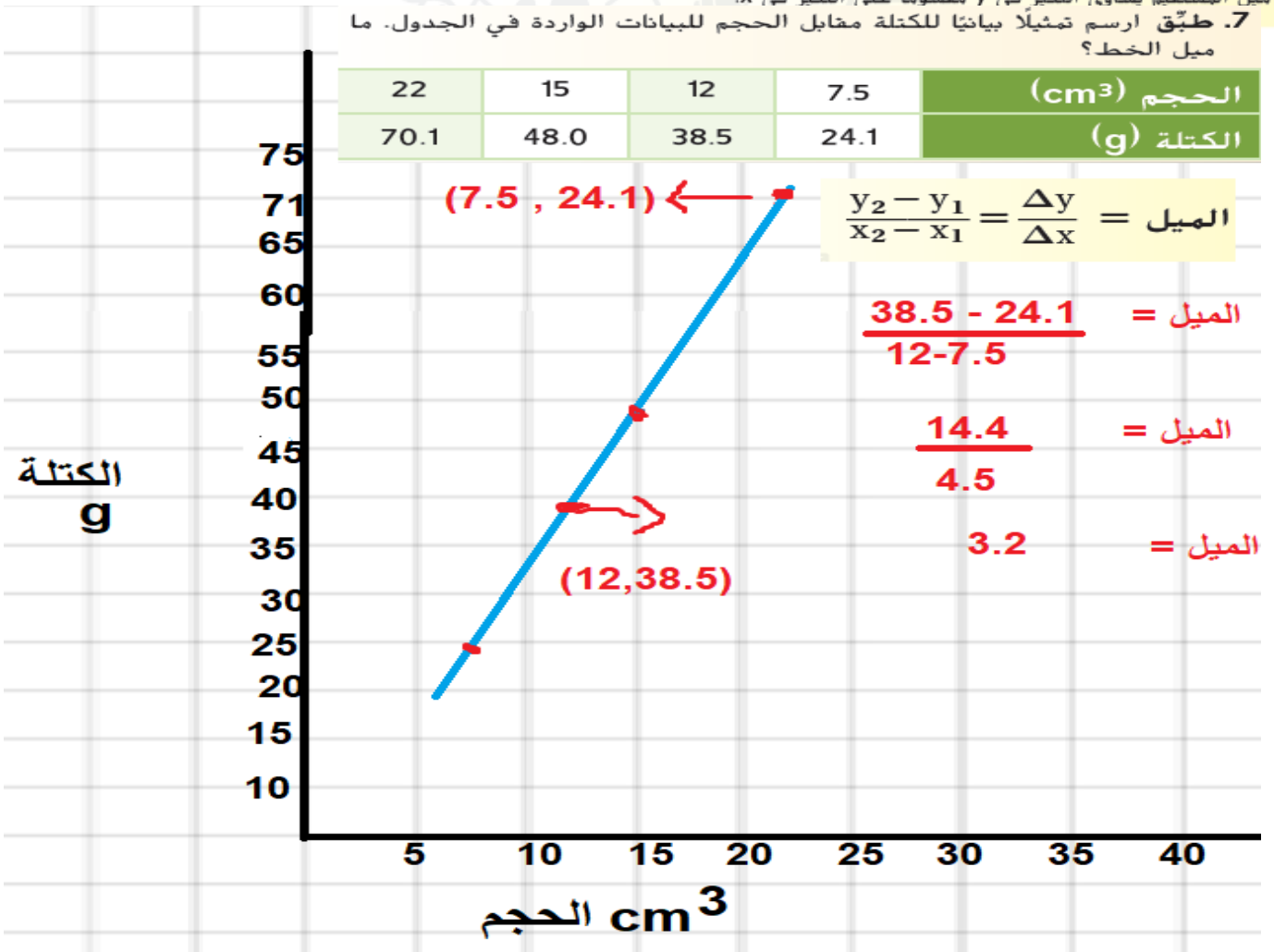
$$\text{الميل} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

إنّ y_2 و y_1 و x_2 و x_1 هي قيم من نقاط البيانات (x_1 و y_1) و(x_2 و y_2).

ميل المستقيم يساوي التغيّر في y مقسومًا على التغيّر في x.

7. طبّق ارسم تمثيلًا بيانيًا للكتلة مقابل الحجم للبيانات الواردة في الجدول. ما ميل الخط؟

الحجم (cm³)	7.5	12	15	22
الكتلة (g)	24.1	38.5	48.0	70.1



$$\text{الميل} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

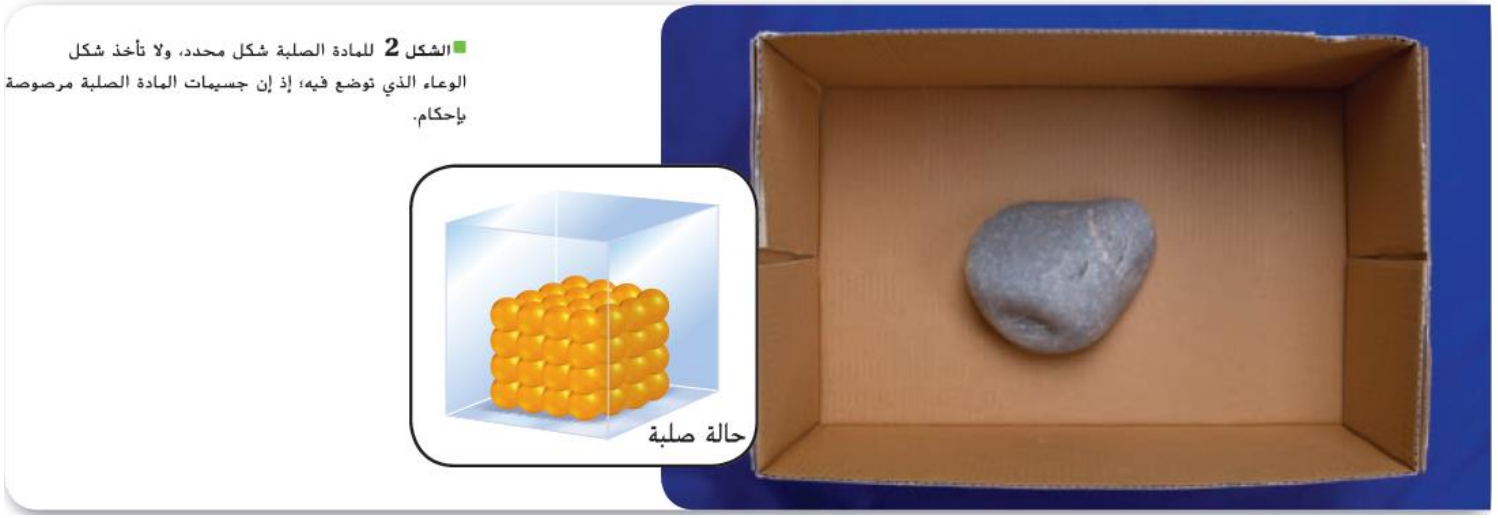
$$\text{الميل} = \frac{38.5 - 24.1}{12 - 7.5}$$

$$\text{الميل} = \frac{14.4}{4.5}$$

$$\text{الميل} = 3.2$$

يقارن ويقابل، بالإعتماد على مخطط الجسيمات، حالات المادة الأربع (الصلبة،والسائلة، والغازية، والبلازما) بالإستناد الى الخصائص الأساسية لكل من الحالات المذكور والحجم، والكثافة، والقابلية للضغط، وحركة الجزيئيات)

نص الكتاب والأشكال 2، 3 ، 4



الشكل 2 للمادة الصلبة شكل محدد، ولا تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه؛ إذ إن جسيمات المادة الصلبة مرصوصة بإحكام.

الشكل 3 يأخذ السائل شكلَ الوعاء الذي يوضع فيه، ولا تثبت جسيماته في مكانها.

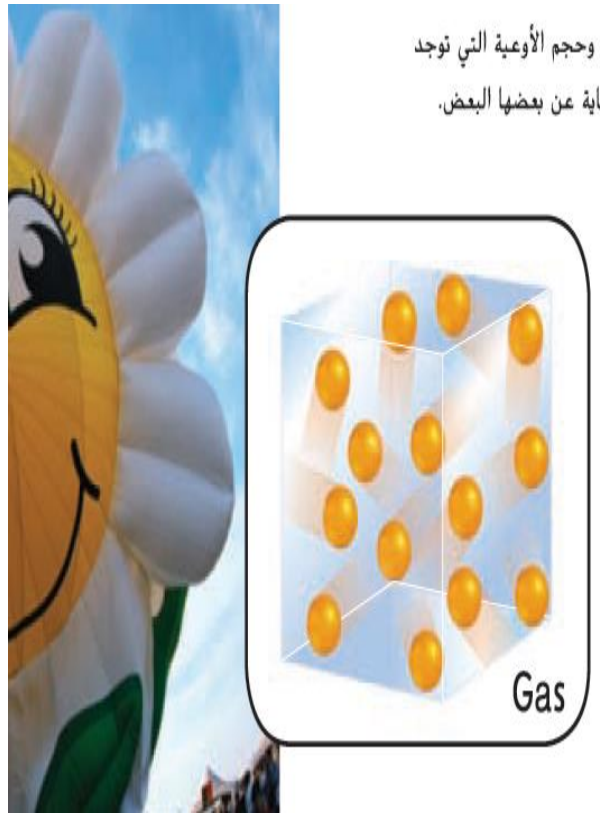
المواد الصلبة المادة الصلبة حالة من حالات المادة، لها شكل وحجم محددان. الخشب والحديد والورق والسكر جميعها أمثلة على المواد الصلبة. وجسيمات المادة الصلبة متراصة بإحكام، وعند تسخينها تتمدد لكن قليلًا. ولأن شكلها ثابت فإن المادة الصلبة لا تأخذ شكل الوعاء الذي تُوضع فيه؛ فإذا وضعت حجرًا في وعاء، فلن يأخذ شكل الوعاء، كما هو مبين في **الشكل 2**. إن التراص المحكم لجسيمات المواد الصلبة يجعلها غير قابلة للانضغاط؛ أي لا يمكن ضغطها إلى حجم أصغر. ومن الأهمية بمكان أن نعي أن المادة الصلبة لا تحدَّد بمدى تماسكها أو قساوتها؛ فعلى سبيل المثال، على الرغم من أن الخرسانة قاسية والشمع لين، كلاهما مادة صلبة.

السوائل المادة السائلة حالة من حالات المادة، يتسم بالانسياب والحجم الثابت، ويأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه. ومن أمثلة السوائل الشائعة: الماء والدم والزئبق. الجسيمات في السائل ليست ثابتة في مكانها، وهي أقل تراصًا من جسيمات المادة الصلبة، وهذا يجعلها قادرة على الحركة وتجاوز بعضها بعضًا. هذه الخاصية تتيح للسائل بالانسياب ليأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه، كما هو مبين في **الشكل 3** ، رغم أنه قد لا يملأ الوعاء تمامًا.

حجم السائل ثابت؛ بغض النظر عن حجم وشكل الوعاء الذي يحتويه، يظل حجم السائل دون تغير. نظرًا للطريقة التي ترتبط بها جسيمات السائل فإنه غير قابل للانضغاط، لكنه كالمواد الصلبة قابل للتمدد عند تسخينه.

الغازات **الغاز** حالة من حالات المادة، لا ينساب فحسب ليأخذ شكل الوعاء الذي يملؤه، بل يشغل حجم الوعاء بالكامل، كما هو مبين في**الشكل 4**. إذا سمحت بانسياب الغاز في وعاء ما وأغلقت الوعاء، سيتمدد الغاز ليملأ الوعاء كاملًا. بالمقارنة بجسيمات المواد الصلبة والسائلة، فإن جسيمات الغازات متباعدة للغاية بعضها عن بعض. للفراغات الكبيرة بين الجسيمات،، فإن الغازات تنضغط بسهولة.

ربما تكون كلمة بخار مألوفة لديك، نظرًا لصلتها بكلمة غاز، لكن الغاز والبخار —رغم التشابه بينهما— لا يعنيان الشيء نفسه، ولا يمكن استخدامهما بالتبادل. تشير كلمة غاز إلى مادة توجد طبيعيًا في الحالة الغازية في ظل درجة حرارة الغرفة، أما كلمة **بخار** فتشير إلى الحالة الغازية لمادة توجد بصورة صلبة أو سائلة في ظل درجة حرارة الغرفة. فبخار الماء، على سبيل المثال، يسمى بخارًا لوجود الماء في صورة سائلة في ظل درجة حرارة الغرفة.



الشكل 4 تأخذ الغازات شكل وحجم الأوعية التي توجد فيها، وجسيمات الغاز بعيدة للغاية عن بعضها البعض.

76 , 77	نص الكتاب، الشكل 9 textbook, fig.9	يميز بين التغير الفيزيائي و التغير الكيميائي للمادة Distiguish between a physical change & chemical change of matter

77	نص الكتاب textbook	يستدل على حدوث تغير كيميائي باستخدام مخطط الجسيمات inferring the occurance of a chemical change using particle diagrams

التغيرات الكيميائية

عملية تتضمن تغيرات تطرأ على مادة واحدة أو أكثر بحيث تتحول إلى مواد جديدة وتسمى **التغير الكيميائي** والذي يشار إليه غالبًا باسم التفاعل الكيميائي. تتألف المواد الجديدة التي تتشكل في التفاعل من تراكيب وخصائص مختلفة عن المواد الموجودة قبل حدوث التفاعل. على سبيل المثال، يعتبر تكون الصدأ عند تفاعل الحديد مع الأكسجين في الجو الرطب من التغيرات الكيميائية. الصدأ، المبين في **الشكل 9** عبارة عن تركيبة كيميائية من الحديد والأكسجين.

في التفاعلات الكيميائية، تسمى المواد البادئة للتفاعل بالمواد المتفاعلة، والمواد الجديدة التي تشكلت من التفاعل تسمى بنواتج التفاعل. عمومًا، تشير مصطلحات مثل يتحلل، ينفجر، يصدأ، يتأكسد، يتآكل، يبهت، يتخمر، يحترق، أو يتعفن إلى التفاعلات الكيميائية.

التأكد من فهم النص عرّف التغير الكيميائي.

الدليل على حدوث تفاعل كيميائي كما يوضح **الشكل 9** فإن الصدأ عبارة عن مادة تكون في صورة مسحوق ولونها ما بين البني والبرتقالي، والتي تبدو مختلفة جداً عن الحديد والأكسجين. لا ينجذب الصدأ إلى المغناطيس، على العكس من الحديد. تعتبر ملاحظة أن ناتج التفاعل (الصدأ) لديه خصائص مختلفة عن المواد المتفاعلة (الحديد والأكسجين) دليلاً على حدوث التفاعل الكيميائي. ينتج عن التفاعل الكيميائي دائمًا تغيراً في الخصائص. الغذاء الفاسد، مثل الفاكهة والخبز المتعفن، مثال آخر على التفاعلات الكيميائية. تختلف خصائص الغذاء الفاسد، مثل مذاقه وقابليته للهضم، عن الغذاء الطازج. أمثلة على الغذاء الذي مر بتفاعلات كيميائية موضحة في **الشكل 9**.

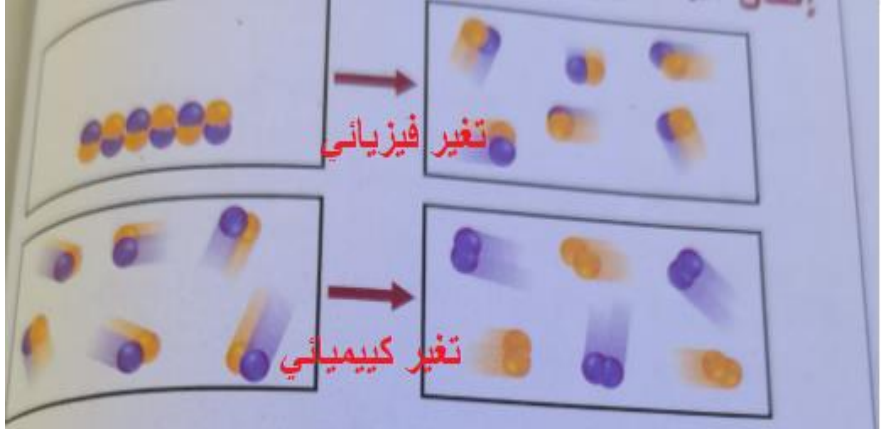
الشكل 9 عندما يصدأ الحديد ويتعفن الغذاء، تتشكل مواد جديدة بسبب التغير الكيميائي.

حدد المواد المتفاعلة ونواتج التفاعل في تشكيل الصدأ.

في قانون علمي. **قانون حفظ الكتلة** ينص على أن الكتلة لا تستحدث أثناء تفاعل كيميائي ولا تفنى بسببه–إنما يتم الحفاظ عليها. بمعنى آخر، كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة النواتج من التفاعل.
وتكون معادلة قانون حفظ الكتلة كالتالي:

قانون حفظ الكتلة

كتلة المواد المتفاعلة = **كتلة** المواد الناتجة



■ الشكل 22

42. أي الرسوم في **الشكل 22** تغير فيزيائي وأيها تغير كيميائي؟
43. صنّف كل تغير من التالية إلى تغير فيزيائي أو تغير كيميائي
a. كسر القلم إلى نصفين فيزيائي
b. تجمد الماء وتشكل الثلج فيزيائي
c. قلي البيض كيميائي
d. حرق الخشب كيميائي
e. تغير ألوان أوراق الشجر في الخريف. كيميائي

التغيرات الفيزيائية

غالبًا ما تمر المادة بالتغيرات التي ينتج عنها مظهرًا مختلفًا بشكل ملحوظ، إلا أن تركيب المادة لا يتغير. مثال على ذلك هو تجعد ورق الألمنيوم. حيث يتحول ورق الألمنيوم من الشكل المصقول، المسطح، الشفاف مثل المرآة إلى شكل الكرة المضغوطة، وذلك دون أن يتغير التركيب الفعلي–حيث يظل ورق ألمنيوم. مثل ذلك التغير، والذي يطرأ على المادة دون أن يغير من تركيبها، يسمى **التغير الفيزيائي**. ويعتبر قطع ورقة وكسر بلورة أمثلة أخرى على تعرض المادة لتغيرات فيزيائية.

تغير الحالة كما هو الحال مع خصائص فيزيائية أخرى، فإن حالة المادة تعتمد على درجة الحرارة والضغط في الأجواء المحيطة. وحيث أن درجة الحرارة والضغط يتغيران، فإن معظم المواد تمر بتغير من حالة واحدة (أو طور) إلى حالة أخرى.

تغير الحالة هو انتقال المادة من حالة إلى حالة أخرى.

الخواص الفيزيائية للمادة

ربما تكون معتادًا على التعرف على المواد من خلال خصائصها—سماتها وسلوكها؛ فيمكنك مثلًا أن تتعرف على القلم الرصاص في حقيبة ظهرك من شكله ولونه ووزنه أو إحدى الخواص الأخرى. وهذه السمات جميعها خصائص فيزيائية للقلم الرصاص. **الخاصية الفيزيائية** إحدى خصائص المادة التي يمكن ملاحظتها أو قياسها دون تغيير تركيب العينة. كما تصف الخصائص الفيزيائية المواد النقية؛ لأن المواد ذات تركيب منتظم وثابت، وخصائصها الفيزيائية ثابتة. تعد الكثافة واللون والرائحة والقساوة ودرجة الانصهار ودرجة الغليان من الخصائص الفيزيائية المألوفة التي يعدها العلماء سمات تمكنهم من التعرف على المادة. يتضمن **الجدول 1** قائمةً ببعض المواد المألوفة وخصائصها الفيزيائية.

☑ **التأكد من فهم النص** **عرّف** الخاصية الفيزيائية وأعط أمثلةً عليها.

الخصائص التوسعية والمكثفة يمكن تصنيف الخواص الفيزيائية إلى نوعين: **الخواص التوسعية** وهي التي تعتمد على كمية المادة الموجودة، ومنها الكتلة والطول والحجم، على سبيل المثال. أما الكثافة فهي مثالٌ على الخاصية المكثفة للمادة. **الخواص المكثفة** وهي التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة، ومنها الكثافة ودرجة الانصهار ودرجة الغليان. فكثافة مادة ما عند درجة حرارة وضغط ثابتين هي نفسها مهما كانت كمية المادة الموجودة.

غالبًا ما يمكن التعرف على المادة بالاعتماد على خصائصها المكثفة. وفي بعض الحالات قد تكفي خاصية مكثفة واحدة لتحديد المادة. فعلى سبيل المثال، معظم التوابل المبينة في **الشكل 5** يمكن التعرف عليها من خلال رائحتها.

الخواص الكيميائية للمادة

لا تظهر الخواص الكيميائية لمادة ما إلا بتغير تركيب هذه المادة، نتيجة اتحادها مع مواد أخرى أو تعرضها لمؤثر ما، كالطاقة الحرارية أو الكهربائية. وتسمى قدرة مادة ما أو عدم قدرتها على الاتحاد مع غيرها أو التحول إلى مادة أخرى أو أكثر **الخاصية الكيميائية**.

تَكوُّن الصدأ نتيجة اتحاد الحديد مع الأكسجين في الهواء مثالٌ على الخاصية الكيميائية للحديد. وبالمثل فإن عدم قدرة مادة ما على التحول إلى مادة أخرى مثالٌ آخر على الخاصية الكيميائية. على سبيل المثال، حينما يوضع الحديد في غاز النيتروجين عند درجة حرارة الغرفة، لا يحدث تغير كيميائي.

ملاحظة خواص المادة

لكل مادة خواصها الفيزيائية والكيميائية الفريدة. ويبين **الشكل 6** بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لفلز النحاس. فبإمكان النحاس أن يتشكل في عدة صور، وهذه خاصية فيزيائية. وعندما يتعرض النحاس للهواء مدة طويلة، فإنه يتفاعل مع المواد الموجودة في الهواء ويصير لونه أخضر، وهذه خاصية كيميائية. ويبين **الجدول 2** الخواص الفيزيائية والكيميائية لفلز النحاس.

الجدول 2 خواص النحاس

الخواص الفيزيائية	الخواص الكيميائية
• بني محمر، لامع • سهلٌ تشكيله في صورة صفائح (قابل للطرق) ويُسحب أسلاكًا (قابل للسحب) • موصلٌ جيد للحرارة والكهرباء • الكثافة = $8.96\ g/cm^3$ • درجة الانصهار = 1085°C • درجة الغليان = 2562°C	• يكوِّن مركب كربونات النحاس الأخضر حينما يتعرض للهواء الرطب. • يكوِّن مواد جديدة حينما يتحد مع حمض النيتريك وحمض الكبريتيك. • يكوِّن محلولًا شديد الزرقة حينما يتفاعل مع الأمونيا.

مثال 1

حفظ الكتلة في إحدى التجارب، تم وضع 10.00 g من مسحوق أكسيد الزئبق (II) الأحمر في دورق مفتوح وتم تسخينه حتى تحول إلى زئبق سائل وغاز الأكسجين. كتلة الزئبق السائل 9.26 g فما هي كتلة الأكسجين الناتج من التفاعل؟

1 حلل المسألة

معروف لديك كتلة المادة المتفاعلة وكتلة أحد النواتج من تفاعل كيميائي. وبحسب قانون حفظ الكتلة، فإن الكتلة الكلية لنواتج التفاعل يجب أن تساوي الكتلة الكلية للمواد المتفاعلة.

معلوم	مجهول
$m_{\text{أكسيد الزئبق(II)}} = 10.00\ g$	$m_{\text{الأكسجين}} = ?g$
$m_{\text{الزئبق}} = 9.26\ g$	

2 حساب المجهول

اكتب قانون حفظ الكتلة.

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة نواتج التفاعل

$m_{\text{أكسيد الزئبق(II)}} = m_{\text{الزئبق}} + m_{\text{الأكسجين}}$

عدل في المعادلة لإيجاد m الأكسجين.

$m_{\text{الأكسجين}} = m_{\text{أكسيد الزئبق(II)}} - m_{\text{الزئبق}}$

عوض m أكسيد(II) الزئبق = 10.00g و m الزئبق = 9.26g.

$m_{\text{الأكسجين}} = 10.00\ g - 9.26\ g$

$m_{\text{الأكسجين}} = 0.74\ g$

تطبيق

كتلة المركب = 10.3 + 100 =110.3g

كتلة البروم المتفاعلة = 100-8.2 = 91.8

5. استخدم بيانات الجدول للإجابة عن الأسئلة التي تليه.

تفاعل الألمنيوم و البروم السائل

المادة	قبل التفاعل	بعد التفاعل
الألمنيوم	10.3 g	0.0 g
البروم السائل	100.0 g	8.2 g
المركّب	0.0 g	

كم كتلة البروم المتفاعلة؟ كم كتلة المركب الناتج؟

6. من خلال تجربة مختبرية صممت لفصل الماء إلى هيدروجين وأكسجين، قام أحد الطلاب بجمع 10.0g من الهيدروجين و79.4g من الأكسجين. ما مقدار الماء بالضبط الذي تم استخدامه في هذه التجربة؟ 89.4 g

7. وضع أحد الطلاب وبحرص 15.6g من الصوديوم في وعاء به كمية زائدة من غاز الكلور. عندما تم التفاعل، حصل الطالب على 39.7g غم من كلوريد الصوديوم. احسب عدد الجرامات التي تفاعلت من غاز الكلور. كم عدد الجرامات المتفاعلة في الصوديوم

8. عينة كتلتها 10.0 g من المغنسيوم تتفاعل مع الأكسجين لتشكل 16.6 g من أكسيد المغنسيوم. كم عدد الجرامات المتفاعلة في الأكسجين؟ 6.6g

9. تحدي 106.5g من HCl تتفاعل مع مقدار غير معلوم من NH_3 لينتج عنه 156.3g من $NH_4Cl(s)$. كم عدد جرامات NH_3 المتفاعلة؟ هل يمكن ملاحظة قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟ علل إجابتك.

7. استُخدم 24.1 g من غاز الكلور في التفاعل. ولأن الصوديوم يتفاعل مع الكلور الزائد، تُستخدم كمية الصوديوم بالكامل (15.6 g) في التفاعل.

9. 156.3 g − 106.5 g = 49.8 g.

نعم. كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة المواد الناتجة

المخاليط

قد قرأنا بالفعل أن للمادة النقية تركيب منتظم وثابت. ماذا يحدث عندما تمتزج مادتين أو أكثر؟ الخليط مركب من مادتين نقيتين أو أكثر تحتفظ كل واحدة منها بخصائصها الكيميائية المنفردة. تركيب المخاليط متغير، وعدد المخاليط التي يمكن تكوينها من المواد غير محدود. ومع أن أغلب التركيز في الكيمياء يكون على سلوك المواد، إلَّا أنه من المهم تذكر أن أغلب المواد التي تتعامل معها يوميًا هي عبارة عن مخاليط. فالمواد تميل للامتزاج طبيعيًا؛ إذ من الصعب إبقاء أي مادة في حالتها النقية.

أنواع المخاليط كل من مزيجا المواد النقية في الشكل 11 مخاليط، بغض النظر عن الفروقات البصرية الواضحة. يمكن تحديد المخاليط بعدة طرق كما أنها تصنف كونها إما متجانسة أو غير متجانسة.

المخاليط غير المتجانسة مزيج لا تختلط مكوناته تمامًا بحيث يمكن تمييزها بشكل واضح. وستجد أن خليط تتبيلة السلطة مثال جيد على المخاليط غير المتجانسة. فتركيبته غير موحدة — إذ إن مكوناته لم تمتزج مع بعضها بشكل منتظم وبقيت متميزة. في مثال آخر، عصير البرتقال الطازج خليط غير متجانس من العصير ولب الثمرة. فمكون اللب يطفوا فوق سطح مكون العصير. لذلك، يمكننا قول أن وجود مكونين متميزين أو أكثر يحدد الخليط غير المتجانس.

المخاليط المتجانسة مزيج ذو تركيب ثابت ومتماثل في جميع أجزائه. إذا قطعت مملغم الزئبق والفضة إلى قطعتين. فستجد أنهما يتألفان من نفس الكميات النسبية من الفضة والزئبق، بصرف النظر عن حجم كل قطعة.

الترشيح تتكون المخاليط غير المتجانسة من مواد صلبة وسائلة يسهل فصلها بالترشيح. الترشيح تقنية تستخدم حاجز مسامي لفصل المادة الصلبة عن السائلة. **يبين الشكل 13** خليط يُسكب عبر ورقة ترشيح على شكل مخروط. يمر السائل، مخلفًا المادة الصلبة محاصرة في ورقة الترشيح.

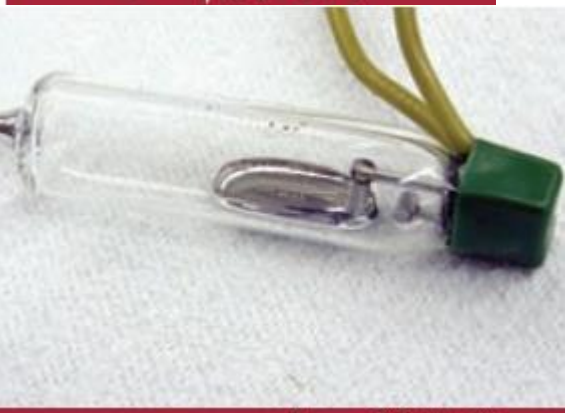
التقطير يمكن فصل معظم المخاليط المتجانسة بالتقطير. التقطير هو تقنية فصل فيزيائية تعتمد على الاختلافات في درجة غليان المواد التي يراد فصلها. في التقطير، يسخن الخليط حتى تتبخر المادة ذات درجة الغليان الأدنى، مما يتيح حينها إمكانية تكثيفها إلى سائل وجمعها. عند التحكم الدقيق، يمكن للتقطير فصل مواد ذات درجات غليان متباينة فقط ببضع درجات.

التبلور تعد صناعة حلوى السكر من محلول السكر مثال على الفصل بالتبلور. **التبلور** تقنية فصل تقوم بتشكيل جسيمات صلبة نقية من المادة المذابة في محلول. عندما يصل محتوى المحلول لأقصى قدر يمكن استيعابه من المادة المذابة، فقد يترتب على إضافة ولو كمية ضئيلة خروج المادة المذابة وتجمعها على هيئة بلورات على أي سطح متوفر.ففي مثال حلوى السكر، يتبخر الماء من محلول السكر والماء، ويصبح المحلول أكثر تركيزًا. وهذا ما يعادل إضافة الكثير من المادة المذابة للمحلول. وفي حين يتبخر الكثير من الماء، فإن السكر يشكل بلورات صلبة على شكل سلسلة، كما هو موضح في **الشكل 14.** ينتج التبلور مواد صلبة عالية النقاء.

التسامي يمكن فصل المخاليط أيضًا **بالتسامي**، وهي العملية التي تحدث عندما تتغير المادة الصلبة للحالة الغازية دون المرور في الحالة السائلة. يمكن استخدام التسامي لفصل مادتين صلبتين في خليط ، بشرط أن تكون إحدى المادتين تتسامى والأخرى لا تتسامى.

الاستشراب **الاستشراب** تقنية تفصل مكونات خليط سواء غاز أو سائل (يطلق عليها الطور المتحرك) معتمد على قدرة كل مكون على الانتقال أو الانجذاب لسطح مادة أخرى (والتي يطلق عليها الطور الثابت). على سبيل المثال، في الاستشراب الورقي الطور الثابت مادة صلبة. خلال الاستشراب الورقي، يحدث الفصل بسبب انتشار المكونات المتنوعة للخليط في الطور المتحرك السائل عبر الورقة بمعدلات مختلفة. المكونات ذات قوى الجذب الأقوى تجاه الورقة تنتقل بنحو أبطأ.

بالون هيليوم – غاز


مفتاح الزئبق – سائل

وعاء نحاس – صلب

الأساسية المكونة لها، والتي يُطلق عليها عناصر. **العنصر** مادة نقية لا يمكن فصلها إلى مواد أبسط بطرق فيزيائية أو كيميائية. على سطح الأرض، يوجد أكثر من 90 عنصرًا في الطبيعة. النحاس

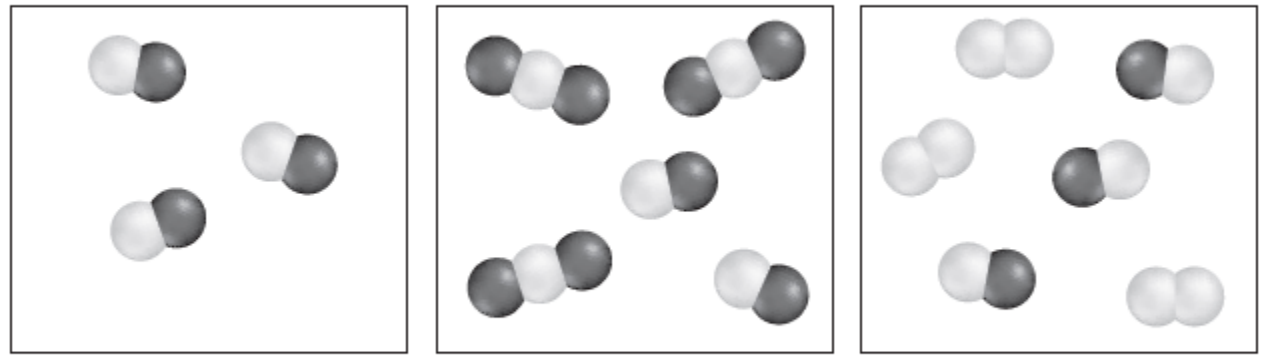
الجدول الدوري للعناصر. ينظم **الجدول الدوري العناصر** في شبكة من الصفوف الأفقية التي تدعى "دورات" والأعمدة الرأسية التي تسمى "مجموعات" أو "عائلات". حيث تضم المجموعة الواحدة العناصر التي تتشابه في خواصها الكيميائية. وقد سُمي الجدول بالدوري نظرًا لتكرار نمط الخواص المتشابهة من دورة لأخرى. ويمكنك إيجاد الجدول الدوري في نهاية هذا الكتاب والذي سوف تدرسه بتفصيل أكبر خلال العام الدراسي.

المُركبات

يمكن تصنيف العديد من المواد النقية كمركبات. **المركب** يتكون من عنصرين مختلفين أو أكثر متحدين كيميائيًا. وتوجد معظم المواد في الكون في شكل مركبات.

يتكون ملح الطعام، والذي يُطلق عليه كلوريد الصوديوم، من ذرة واحدة من الصوديوم (Na) وذرة واحدة من الكلور (Cl)، وصيغته الكيميائية NaCl. ويتكون الماء من ذرة واحدة هيدروجين (H) وذرة أكسجين (O)، وصيغته الكيميائية H_2O ويُشير الرمز السفلي 2 إلى ذرتي الهيدروجين المتحدة مع ذرة أكسجين لتشكيل الماء.

استخدم الرسم أدناه للإجابة عن السؤالين 6 و7.



A B C

6. أي مما يلي يصف الشكل A؟

A. عنصر **C.** محلول

B. خليط **D.** مركب

7. أي من العبارات التالية غير صحيحة؟

A. يتألف الشكل B من مركبين مختلفين.

B. يتألف الشكل C من جزيئين مختلفين.

C. يوجد في الشكل B 13 ذرة.

D. توجد ثلاث أنواع مختلفة من العناصر ممثلة في الشكل C.

قانون النسب الثابتة

من أحد السمات المهمة للمركبات هي أن العناصر التي تضمها دومًا ما تكون متحدة في نسب مئوية كتلية ثابتة. هذه الملاحظة جوهرية للغاية ومهمة، حيث أنها لُخصَت في قانون النسب ثابتة. وينص **قانون النسب ثابتة** على أن المركب يتكون دومًا من نفس العناصر بنفس النسبة الكتلية، بغض النظر عن مدى كبر العينة أو صغرها. فكتلة المركب تساوي مجموع كتل العناصر المكونة للمركب.

ويمكن التعبير عن الكميات النسبية للعناصر في المركب **بالنسبة المئوية الكتلية**. والتي تعرف على أنها نسبة كتلة كل عنصر في المركب إلى كتلة المركب معبر عنها بالنسبة المئوية.

النسبة المئوية الكتلية

$$\text{النسبة المئوية الكتلية (\%)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

جدول 4 تحليل السكروز

العنصر	20.00 g سكر مائدة		500.0 g من قصب السكر	
	تحليل كتلي (g)	نسبة مئوية كتلية %	تحليل كتلي (g)	نسبة مئوية كتلية %
كربون	8.44	$\frac{8.44\ g\ C}{20.00\ g\ sucrose} \times 100 = 42.20\%$	211.0	$\frac{211.0\ g\ C}{500.0\ g\ sucrose} \times 100 = 42.20\%$
هيدروجين	1.30	$\frac{1.30\ g\ H}{20.00\ g\ sucrose} \times 100 = 6.50\%$	32.5	$\frac{32.50\ g\ H}{500.0\ g\ sucrose} \times 100 = 6.500\%$
أكسجين	10.26	$\frac{10.26\ g\ O}{20.00\ g\ sucrose} \times 100 = 51.30\%$	256.5	$\frac{256.5\ g\ O}{500.0\ g\ sucrose} \times 100 = 51.30\%$
المجموع	20.00	100%	500.0	100%

لا، لا يمكنك التأكد من ذلك. كون ان لهما نفس النسبة المئوية لكتلة عنصر واحد، فإن ذلك لا يضمن أن تركيبة كل من المركبين هي نفسها.

23. **تحدي** مركبان غير معروفان لا تعلم عنهما إلا أن لديهما نفس النسبة المئوية الكتلية للكربون. هل يمكنك التأكد من تشابه المركبين فقط من خلال هذه المعلومة؟ فسر إجابتك.

19. 78.0 g من مركب غير معروف يحتوي على 12.4 g من الهيدروجين. ما النسبة المئوية الكتلية للهيدروجين في المركب؟

المعطيات :

كتلة المركب المجهول : 78.0g

كتلة الهيدروجين = 12.4g

النسبة المئوية الكتلية

$$\text{النسبة المئوية الكتلية (\%)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{12.4}{78.0} \times 100 = 15.9\%$$

20. 1.0 g من الهيدروجين يتفاعل تمامًا مع 19.0 g من الفلور. ما النسبة المئوية الكتلية للهيدروجين في المركب المشكل؟

المعطيات

كتلة الهيدروجين = 1.0g

كتلة الفلور = 19.0

كتلة المركب = كتلة الفلور + كتلة الهيدروجين =19.0+1.0=20.0g

النسبة المئوية الكتلية

$$\text{النسبة المئوية الكتلية (\%)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين $= \frac{1.0}{20} \times 100\% = 5\%$

21. إذا كان 3.5 g من عنصر X يتفاعل مع 10.5 g من عنصر Y لتكوين المركب XY، فما النسبة المئوية الكتلية للعنصر X في المركب؟ والنسبة المئوية الكتلية للعنصر Y؟

كتلة العنصر x = 3.5g

كتلة العنصر Y= 10.5g

كتلة المركب XY= 3.5+10.5= 14g

النسبة المئوية الكتلية

$$\text{النسبة المئوية الكتلية (\%)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

النسبة المئوية بالكتلة للعنصر $x = \frac{3.5}{14} \times 100\% = 25\%$

النسبة المئوية بالكتلة للعنصر $Y = \frac{10.5}{14} \times 100\% = 75\%$

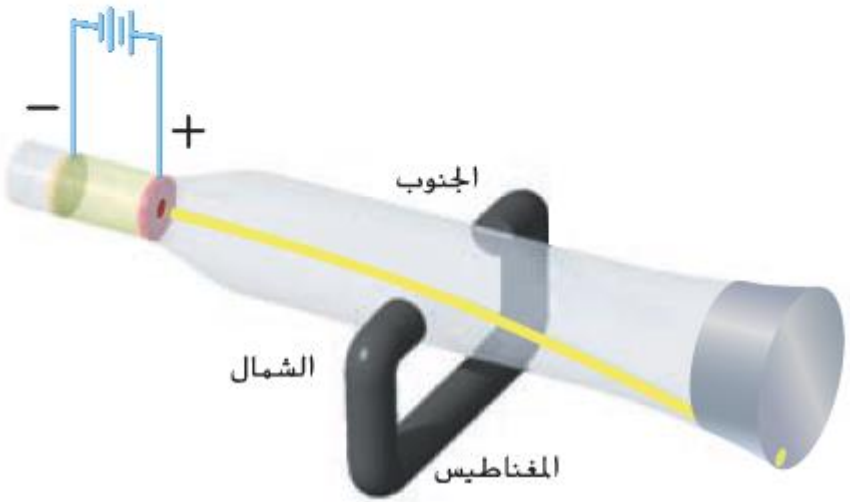
22. خضع مركبان غير معروفان للاختبار. مركب 1 يحتوي على 15.0 g من الهيدروجين و 120 g من الأكسجين. والمركب 2 يحتوي على 2.0 g من الهيدروجين و 32.0 g من الأكسجين. فهل المركبان متشابهان؟ فسر إجابتك.

مركب 1: النسبة المئوية لكتلة الهيدروجين = 11.1%

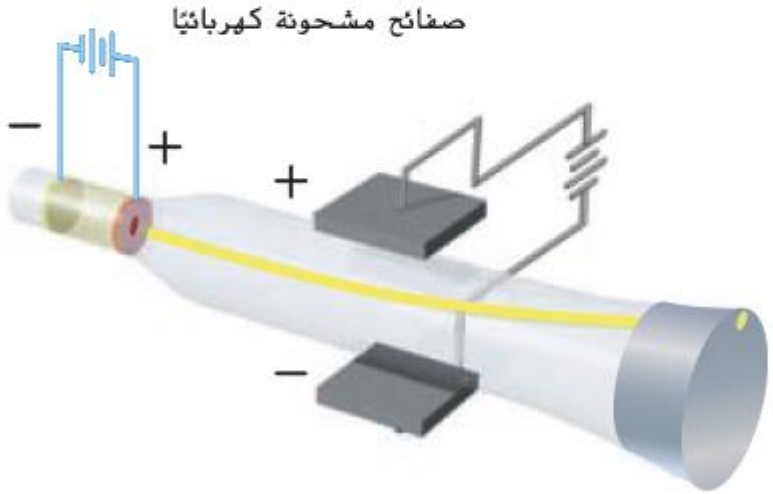
مركب 2: النسبة المئوية لكتلة الهيدروجين = 5.9%، يجب أن تكون المركبات مختلفة لأن تركيبات الكتل للمركبات مختلفة.

■ **الشكل 7** عند عمل فتحة صغيرة في مركز الأنود ينتج شعاعًا رفيعًا من الإلكترونات. يتيح الطلاء الفوسفوري إمكانية تحديد موقع الشعاع عندما يصطدم بنهاية الأنبوب.

أ نظرًا إلى أن أشعة الكاثود تنحرف ضمن مجال حقل مغناطيسي، فلا بد أن تكون الجسيمات في الأشعة مشحونة



ب نظرًا إلى أن أشعة الكاثود تنحرف باتجاه الصفيحة المشحونة بشحنة موجبة في المجال كهربائي، فلا بد أن تملك الجسيمات في الأشعة شحنةً سالبةً



السير ويليام كروكس أثناء عمل الفيزيائي الإنجليزي السير ويليام كروكس في معمل مظلم، لاحظ وميضًا من الضوء داخل أحد أنابيب أشعة الكاثود. كان هناك وميض أخضر ناتج عن نوع ما من الإشعاع الذي يصطدم بطلاء من كبريتيد الخارصين تم وضعه على طرف الأنبوب. أوضح المزيد من التحري أنه كان هناك شعاع (إشعاع) يمر عبر الأنبوب. هذا الإشعاع الصادر من الكاثود والواصل إلى الأنود يُسمى **أشعة الكاثود**. أدى الاكتشاف العارض لأشعة الكاثود إلى اختراع التلفاز. التلفاز التقليدي ليس شيئًا سوى أنبوب أشعة كاثود.

واصل العلماء أبحاثهم باستخدام أنابيب أشعة الكاثود واقتنعوا تمامًا في نهاية القرن التاسع عشر بما يلي:

- أشعة الكاثود كانت سيل من الجسيمات المشحونة.
- حملت الجسيمات شحنة سالبة. (لم تكن القيمة الدقيقة للشحنة السالبة معروفة.)

بما أن تغيير الفلز الذي يشكّل الأقطاب أو تغيير الغاز (عند ضغط منخفض جدًا) في أنبوب أشعة الكاثود لا يؤثر على أشعة الكاثود الناتجة، استنتج الباحثون أن جسيمات الأشعة السالبة كانت موجودة في كل أشكال المادة. هذه الجسيمات المشحونة بشحنة سالبة والتي تمثل جزءًا من كل أشكال المادة معروفة الآن باسم **الإلكترونات**. تظهر بعض التجارب التي تم استخدامها لتحديد خواص أشعة الكاثود في **الشكل 7**.

كتلة الإلكترون وشحنته على الرغم من التقدم الذي تحقق في كل التجارب على أنبوب أشعة الكاثود، لم ينجح أحد في تحديد كتلة الجسيم. بسبب عدم قدرة الفيزيائي الإنجليزي تومسون (1856–1940) على قياس كتلة الجسيم مباشرة، بدأ في سلسلة من تجارب على أشعة الكاثود في جامعة كامبريدج في أواخر تسعينات القرن التاسع عشر لتحديد نسبة شحنته إلى كتلته.

نسبة الشحنة إلى الكتلة عن طريق القياس الدقيق لآثار كل من المجالين المغناطيسي والكهربائي في أشعة، تمكن تومسون من تحديد نسبة الشحنة إلى الكتلة للجسيم المشحون. ثم قارن النسبة بالنسب المعروفة الأخرى.

استنتج تومسون أن كتلة الجسيم المشحون أقل بكثير من كتلة ذرة هيدروجين، وهي أخف ذرة معروفة. كان الاستنتاج صادمًا لأنه يعني أن هناك جسيمات أصغر من الذرة. بعبارة أخرى، كان دالتون مخطئًا - فالذرات قابلة للتقسيم إلى جسيمات دون ذرية أصغر وبما أن نظرية دالتون كانت قد أصبحت مقبولة على نطاق واسع وكان استنتاج تومسون ثوريًا جدًا، وجد الكثير من العلماء الآخرين أنه من الصعب قبول هذا الاكتشاف الجديد. لكن تومسون كان محقًا. لقد حدد أول جسيم دون ذري - الإلكترون، وحصل على جائزة نوبل عام 1906 على هذا الاكتشاف.

يستخدم العدد الذري لتحديد هوية ذرة ويحسب عدد الالكترونات والبروتونات والنيوترونات في ذرة بالنظر الى العدد الكتلي والعدد الذري

mber to identify an atom and calculate the number of electrons, protons and neutrons in an atom given its mass and atomic

نص الكتاب

textbook

115, 117

العدد الذري

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

يتساوى العدد الذري لذرة مع عدد البروتونات وعدد الإلكترونات فيها.

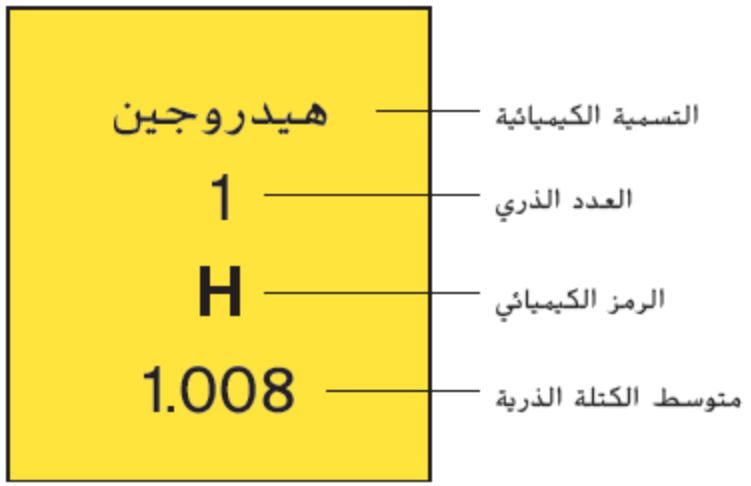
العدد الكتلي

العدد الكتلي = العدد الذري + عدد النيوترونات

العدد الكتلي لذرة هو مجموع عددها الذري وعدد نيوتروناتها.

الشكل 15 في الجدول الدوري، يتم تمثيل كل عنصر باسمه الكيميائي وعدده الذري ورمزه الكيميائي ومتوسط كتلته الذرية.

حدّد عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة الذهب.



تركيب بعض العناصر

	العنصر	العدد الذري	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات
a	Pb	82		
b			8	
c				30

1 حلل المسألة

طبّق العلاقة بين العدد الذري وعدد البروتونات وعدد الإلكترونات لتستكمل معظم الجدول. ثم استخدم الجدول الدوري لتحدد العنصر.

المعلوم

a. العنصر = Pb، العدد الذري = 82

b. عدد البروتونات = 8

c. عدد الإلكترونات = 30

المجهول

a. عدد البروتونات (N_p)، عدد الإلكترونات (N_e) = ؟

b. العنصر، العدد الذري (Z)، N_e = ؟

c. العنصر، Z، N_p = ؟

2 أوجد القيم المجهولة

a. عدد البروتونات = العدد الذري

$N_p = 82$

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

$N_e = 82$

عدد البروتونات وعدد الإلكترونات هو 82.

b. العدد الذري = عدد البروتونات

$Z = 8$

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

$Ne = 8$

العدد الذري وعدد الإلكترونات هو 8.

العنصر هو الأكسجين (O).

c. عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

$N_p = 30$

العدد الذري = عدد البروتونات

$Z = 30$

العدد الذري وعدد البروتونات هو 30.

العنصر هو الخارصين (Zn).

3 قيّم الإجابة

تتفق الإجابات مع الأعداد الذرية ورموز العناصر المذكورة في الجدول الدوري.

النظائر والعدد الكتلي

لم يكن دالتون على صواب بشأن عدم قابلية الذرات للتقسيم وعندما ذكر أن كل ذرات العنصر متطابقة. كل ذرات العنصر لها نفس عدد البروتونات والإلكترونات، لكن عدد النيوترونات قد يختلف. هناك مثلاً ثلاثة أنواع من ذرات البوتاسيوم توجد في الطبيعة. تحتوي كل الأنواع الثلاثة على 19 بروتونًا و19 إلكترونًا. إلا أن نوعًا واحدًا من ذرات البوتاسيوم يحتوي على 20 نيوترونًا ويحتوي نوع آخر على 21 نيوترونًا بينما يحتوي نوع ثالث على 22 نيوترونًا. الذرات التي تحتوي على العدد نفسه من البروتونات لكنها تحتوي على أعداد مختلفة من النيوترونات تُسمى **النظائر**.

كتلة النظائر النظائر المحتوية على نيوترونات أكثر كتلتها أكبر. على الرغم من هذه الاختلافات، تمتلك نظائر الذرة نفس السلوك الكيميائي. كما ستقرأ لاحقًا في هذا الكتاب، لا يتحدد السلوك الكيميائي إلا على أساس عدد الإلكترونات في الذرة.

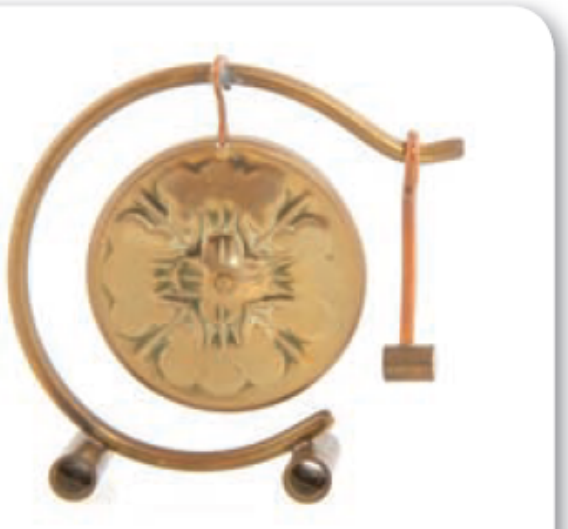
ترميز النظير يتم تحديد كل نظير لعنصر بعدد يُسمى **العدد الكتلي**. العدد الكتلي هو مجموع العدد الذري (أو عدد البروتونات) والنيوترونات في النواة.

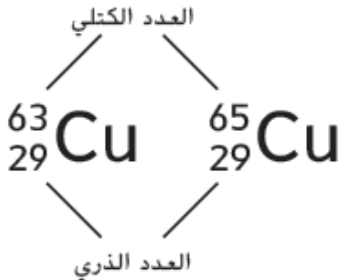
العدد الكتلي

العدد الكتلي = العدد الذري + عدد النيوترونات

العدد الكتلي لذرة هو مجموع عددها الذري وعدد نيوتروناتها.

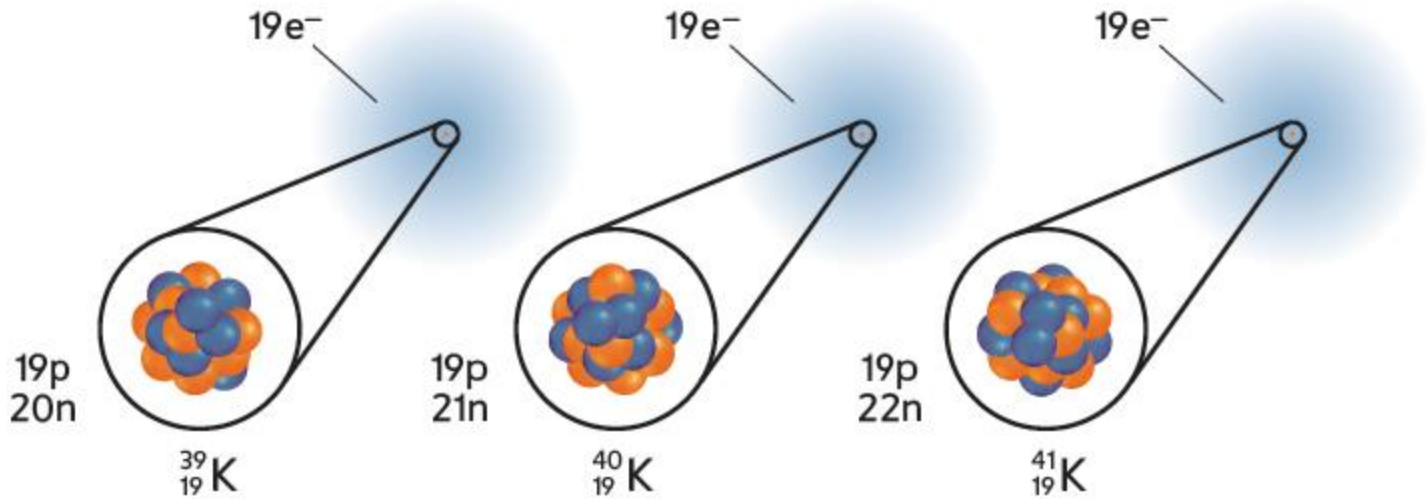
النحاس مثلاً له نظيران. النظير الذي يحتوي على 29 بروتونًا و34 نيوترونًا له عدد كتلي يبلغ 63 (63 = 34 + 29). ويُسمى النحاس-63 (وتُكتب أيضًا ^{63}Cu). النظير الذي يحتوي على 29 بروتونًا و36 نيوترونًا يُسمى النحاس-65. غالبًا ما يكتب الكيميائيون النظائر باستخدام ترميز يتضمن الرمز الكيميائي والعدد الذري والعدد الكتلي كما يظهر في **الشكل 16**.





الشكل 16 Cu هو الرمز الكيميائي للنحاس. يتألف النحاس المستخدم لعمل هذا الجرس الصيني من 69.2% من النحاس-63 و30.8% من النحاس-65.

	بوتاسيوم-39	بوتاسيوم-40	بوتاسيوم-41
البروتونات	19	19	19
النيوترونات	20	21	22
الإلكترونات	19	19	19



الشكل 17 البوتاسيوم له ثلاثة نظائر في الطبيعة، بوتاسيوم-39 وبوتاسيوم-40 وبوتاسيوم-41.

اذكر عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في كل نظير بوتاسيوم.

determine the atomic number, mass number, and subatomic particles for different isotopes

textbook

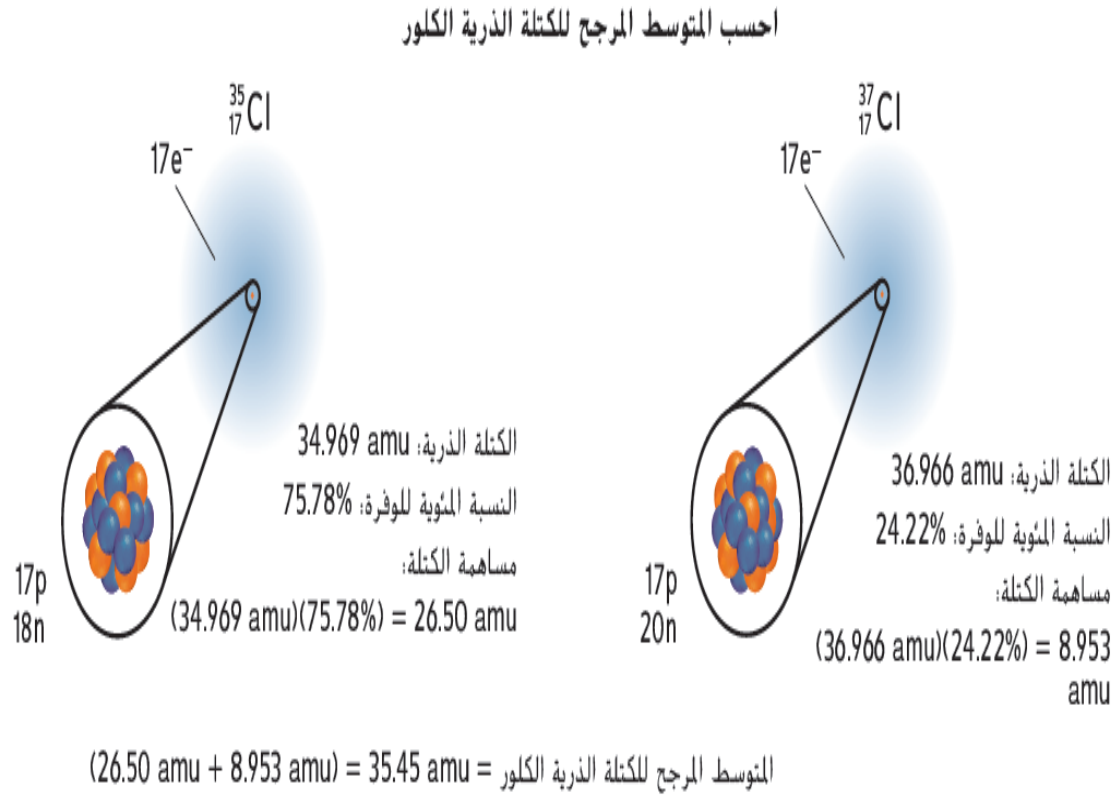
الجدول 4 كتل الجسيمات دون الذرية

الجسيم	الكتلة (بوحدة الكتلة الذرية)
الإلكترون	0.000549
البروتون	1.007276
النيوترون	1.008665

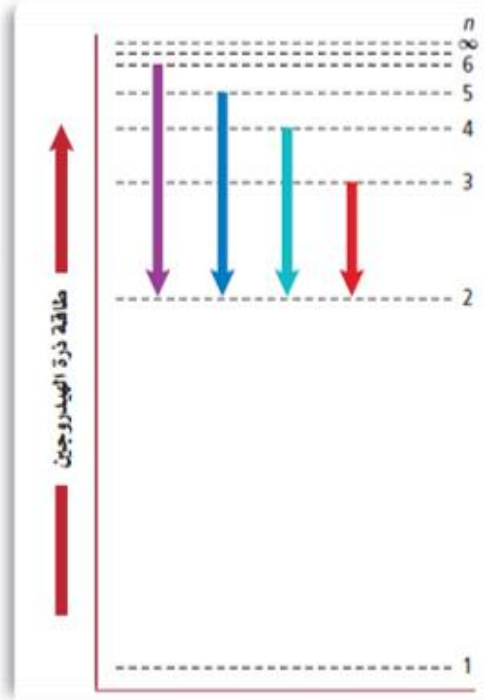
تُعرف وحدة **الكتلة الذرية (amu)** بأنها واحد على اثني عشر من كتلة ذرة الكربون-12. على

عدد صحيح. مع ذلك، ليست هذه هي الحالة غالبًا. **الكتلة الذرية** لعنصر هي متوسط الكتل الذرية لنظائر ذلك العنصر. بما أن النظائر لها كتل مختلفة، فالمتوسط ليس عددًا صحيحًا. يظهر حساب كتلة الكلور الذرية في **الشكل 18**.

الشكل 18 لحساب متوسط الكتلة الذرية للكلور، تحتاج أولاً إلى حساب المساهمة من كتلة كل نظير.



ماذا تمثل nفي الجدول:



الجدول 1 وصف بور لذرَّة الهيدروجين

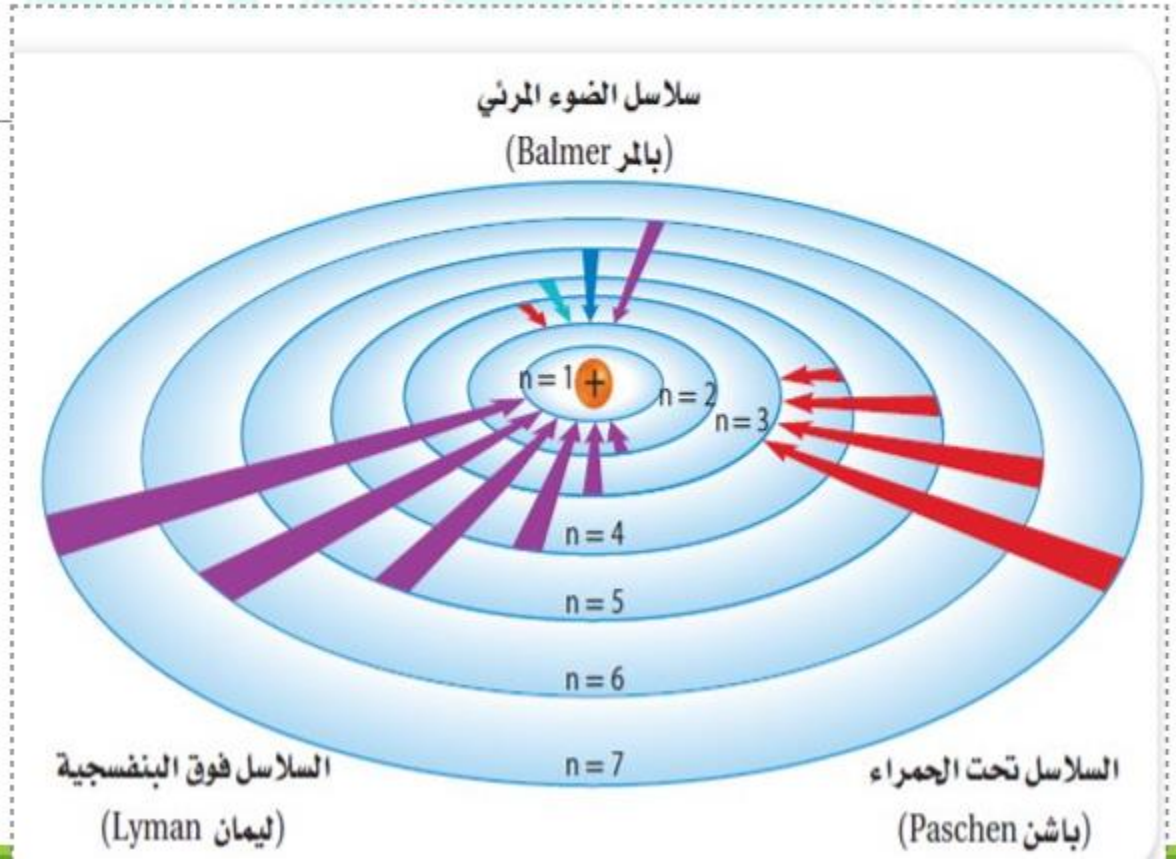
المدار الذرّي لبور	رقم الكم	نصف قطر المدار (nm)	مستوى الطاقة الذري المقابل	الطاقة النسبية
الأول	$n = 1$	0.0529	1	E_1
الثاني	$n = 2$	0.212	2	$E_2 = 4E_1$
الثالث	$n = 3$	0.476	3	$E_3 = 9E_1$
الرابع	$n = 4$	0.846	4	$E_4 = 16E_1$
الخامس	$n = 5$	1.32	5	$E_5 = 25E_1$
السادس	$n = 6$	1.90	6	$E_6 = 36E_1$
السابع	$n = 7$	2.59	7	$E_7 = 49E_1$

في الحالة المثارة: يكون الإلكترون في مستوى طاقة.... أعلى . منه في الحالة الدنيا.

وعندما تفقد الطاقة المكتسبة يعود الإلكترون إلى مستوى أقل .. طاقة أثناء هذه العودة ينبعث فوتون له طاقة مساوية . الفرق .... بين طاقة المستويين .

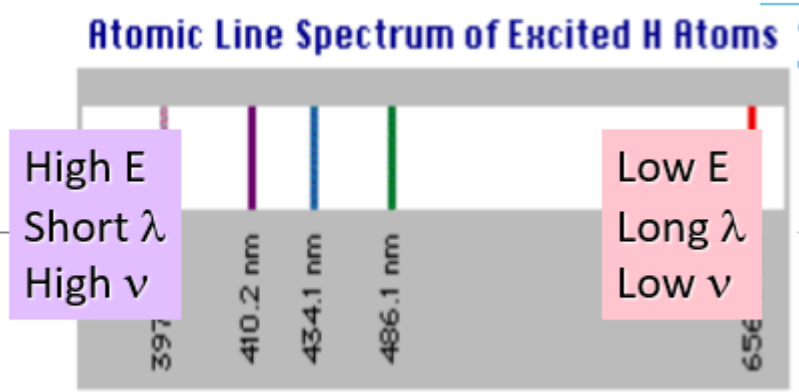
$$\Delta E = E_{\text{أعلى}} - E_{\text{أقل}} = E_{\text{فوتون}} = h\nu$$

طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين:

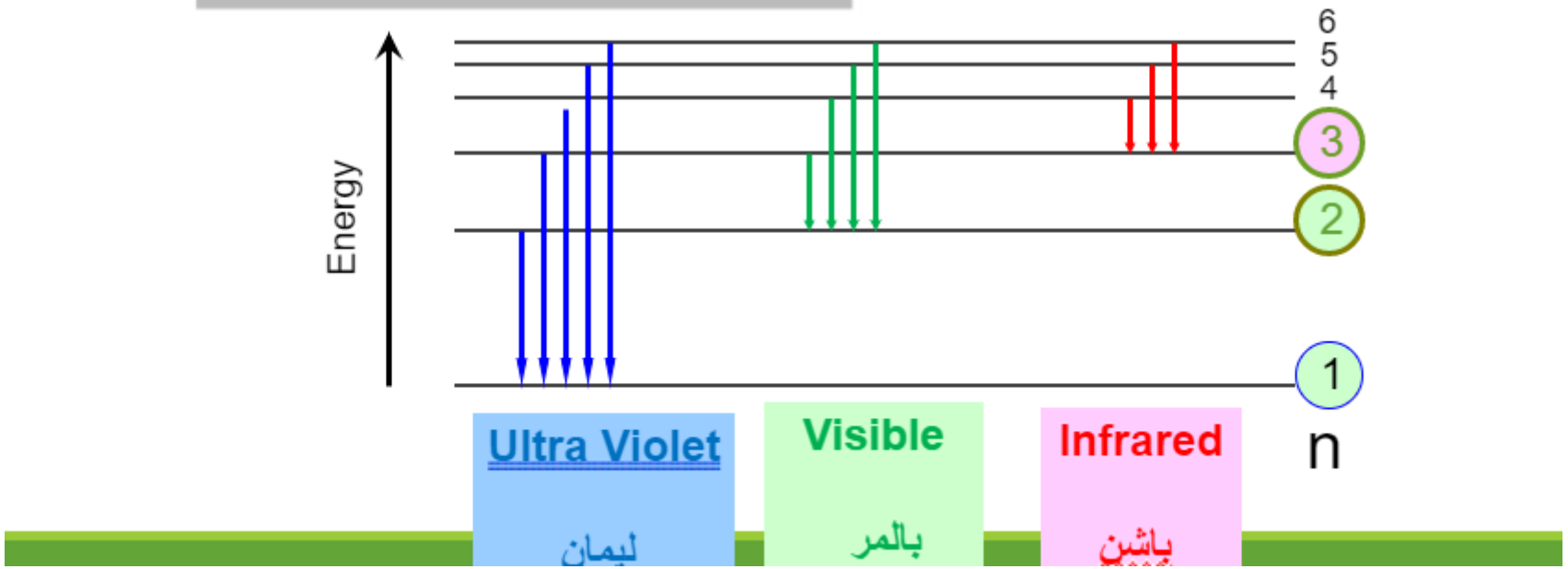


الشكل 11-1 عندما ينتقل الإلكترون من مستوى الطاقة الأعلى إلى مستوى الطاقة الأقل ينطلق فوتون. وتنتج السلاسل فوق البنفسجية (ليمان)، والمرئية (بالمر)، وتحت الحمراء (باشن) عند انتقال الإلكترونات إلى مستويات n = 1 و n=2 و n =3 على الترتيب.

طيف ذرة هيدروجين Atomic Line Spectrum of Excited H Atoms



سلاسل الطيف المرئي تدعي بالمر



نموذج بور لذرة الهيدروجين

1- يدور الإلكترون حول النواة في مستويات طاقة دائرية محددة فقط

2- المستوى الأقل طاقة هو الأقرب إلى نواة الذرة .

3- لا توجد إلكترونات في المنطقة الفاصلة بين النواة والمستوى الأول أو بين المستويات .

4- تزداد طاقة الإلكترون كلما ابتعد مستواه عن النواة .

ما قصور نظرية بور ؟

1- فشل في شرح طيف اي عنصر اخر غير الهيدروجين

2- لم يفسر السلوك الكيميائي للذرات.

القسم 2

نظرية الكم والذرَّة

الفكرة الرئيسة تساعد الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث الذري ومستويات الطاقة والأفلاك الذرية.

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن المقارنة بين نموذج بور ونموذج ميكانيكا الكم للذرَّة؟
- ما تأثير الطبيعة المزدوجة (موجة – جسيم) لدي دي بروغلي ومبدأ الشك لهايزنبرج على النظرة الحالية الخاصة بالإلكترونات في الذرَّة؟
- ما العلاقة بين مستويات الطاقة لذرَّة الهيدروجين ومستوياتها الفرعية والأفلاك الذرية؟

مفردات للمراجعة

الذرَّة (atom): أصغر جزء في العنصر يحتفظ بجميع خصائص العنصر ويتكون من إلكترونات وبروتونات ونيوترونات.

مفردات جديدة

الحالة الأرضية ground state
رقم الكم Quantum number
معادلة دي بروغلي
De Broglie equation
مبدأ الشك لهايزنبرج
Heisenberg uncertainty principle
النموذج الميكانيكي الكمي للذرة
Quantum mechanical model of the atom
الفلك الذري atomic orbital
رقم الكم الرئيس
Principle quantum number
مستوى الطاقة الرئيس
Principe Energy level
مستوى الطاقة الفرعي
Energy of the sublevel

الكيمياء في حياتك تخيل أنك تتسلق سلمًا وتحاول الوقوف بين الدرجات. لن تنجح بالطبع إلا إذا كان بمقدروك الوقوف على الهواء. حين تكون الذرات في حالات طاقة مختلفة، تتصرف الإلكترونات بنفس الطريقة التي يتصرف بها الشخص الذي يصعد درجات السلم الخشبي.

نموذج بور للذرة

فسر النموذج المزدوج موجة – جسيم الخاص بالضوء عدة ظواهر لم يكن من الممكن تفسيرها من قبل، ولكن لا يزال العلماء لا يفهمون العلاقات بين البنية الذرية والإلكترونات وطيف الانبعاث الذري. تذكر أن طيف انبعاث الهيدروجين منفصل، أي أنه يتكون فقط من ترددات ضوئية محددة. ما السبب الذي يجعل طيف الانبعاث الذري للعناصر منفصلًا بدلًا من أن يكون متصلًا؟ اقترح عالم الفيزياء الدنماركي نيلز بور، الذي كان يعمل في مختبر رذرفورد عام 1913، نموذجًا كميًا لذرة الهيدروجين يبدو أنه يجيب على هذا السؤال. كما تنبأ نموذج بور أيضًا بشكل صحيح بترددات الخطوط الموجودة في طيف الانبعاث الذري للهيدروجين.

حالات الطاقة لذرة الهيدروجين بناء على تصورات بلانك وأينشتاين للطاقة الكميّة، اقترح بور أن ذرة الهيدروجين لها حالات طاقة محددة مسموح بها. أقل حالة طاقة مسموح بها للذرة تسمى **الحالة الأرضية**. حين تكتسب الذرَّة الطاقة، يقال أنها في حالة مستثارة.

ربط بور أيضًا حالات الطاقة لذرة الهيدروجين بالإلكترون داخل الذرَّة. وقد اقترح أن الإلكترون في ذرَّة الهيدروجين يتحرك حول النواة في مدارات دائرية محددة مسموح بها فقط. كلما صغر مدار الإلكترون، كلما كانت حالة الطاقة للذرَّة أو مستوى الطاقة أقل. وعلى العكس، كلما ازداد حجم مدار الإلكترون، كلما كانت حالة الطاقة للذرَّة أو مستوى الطاقة أعلى. ومن ثم، يمكن أن يكون لذرَّة الهيدروجين عدة حالات مستثارة على الرغم من أنها تحتوي على إلكترون واحد فقط. تتضح فكرة بور في **الشكل 10**.

■ **الشكل 10** يوضح الشكل ذرَّة لها إلكترون واحد لاحظ أن الرسم التوضيحي ليس مطابقًا لمقياس رسم في حالته الأرضية(المستقرة). يوجد الإلكترون بأقل مستوى للطاقة. حين تكون الذرَّة في حالة مستثارة، يوجد الإلكترون بمستوى طاقة أعلى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

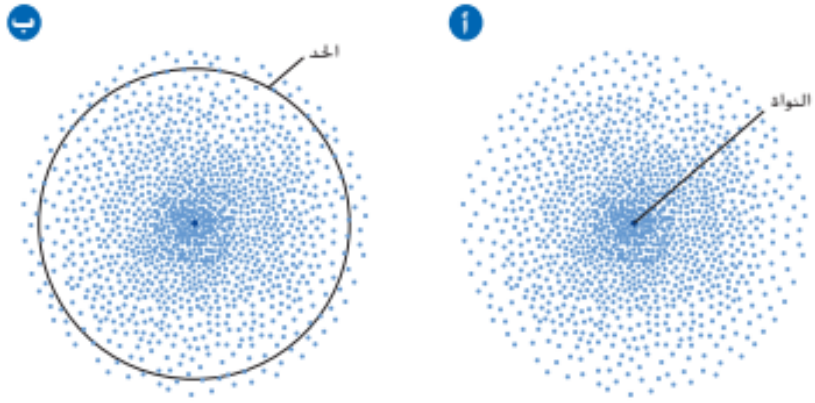
معادلة شرودنجر للموجات توسع الفيزيائي النمساوي إيروين شرودنجر (1887-1961) في عام 1926 في نظرية الموجة-الجسيم التي اقترحها دي بروغلي. اشتق شرودنجر معادلة تتعامل مع إلكترون ذرّة الهيدروجين كموجة. وقد بدا النموذج الجديد لشرودنجر بالنسبة لذرّة الهيدروجين مناسب للتطبيق بشكل جيد على ذرّات عناصر أخرى- وهو ما فشل فيه بور. النموذج الذرّي الذي يتم فيه التعامل مع الإلكترونات كموجات يسمى النموذج الميكانيكي الموجي للذرّة أو **النموذج الميكانيكي الكمي للذرة**. وكنموذج بور، يضع نموذج ميكانيكية الكم حدًا لطاقة الإلكترون بقيم محددة. ومع ذلك، على عكس نموذج بور، لا يحاول نموذج ميكانيكية الكم أن يصف مسار الإلكترون حول النواة.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل بين** نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي.

إن معادلة شرودنجر للموجة معقدة للغاية حتى يتم مناقشتها هنا. ومع ذلك، كل حل للمعادلة يعرف باسم دالة الموجة، وهو يتعلق باحتمالية وجود إلكترون ضمن حجم محدد من الفراغ حول النواة. تذكر من دراستك للرياضيات أن أي حدث ذو احتمال عالي للحدوث يكون احتمال وقوعه أكبر مقارنةً بالحدث الأقل احتمالًا.

الموقع المحتمل للإلكترون تتنبأ دالة الموجة بمنطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة تسمى **الفلك الذرّي** وهو الذي يصف الموقع المحتمل للإلكترون. يمكن تشبيه الفلك الذرّي بسحابة ضبابية تتناسب فيها الكثافة في نقطة محددة مع احتمالية العثور على الإلكترون في هذه المنطقة. يوضح **الشكل 15أ** خريطة الكثافة الإلكترونية التي تصف الإلكترون في حالة الطاقة المنخفضة للذرّة. يمكن اعتبار خريطة الكثافة الإلكترونية صورة لحظية للإلكترون الذي يتحرك حول النواة، والذي تمثل فيه كل نقطة موقع الإلكترون في لحظة زمنية. تشير الكثافة العالية للنقاط بالقرب من النواة إلى أكثر موقع محتمل للإلكترون. ومع ذلك، ونظرًا لأن السحابة ليس لها حد معين، فمن الممكن أيضًا العثور على الإلكترون على مسافة هائلة من النواة.

التأكد من فهم النص **صِف** أين تقع الإلكترونات في الذرّة.



خرائط الكثافة الإلكترونية

■ **الشكل 15** تمثل خريطة الكثافة احتمالية العثور على إلكترون في موقع معين حول النواة. أ. الكثافة الأعلى للنقاط بالقرب من النواة توضح أنه في الغالب يحتمل العثور على الإلكترون بالقرب من النواة. ب. في أي وقت محدد، يحتمل بنسبة 90% العثور على إلكترون ضمن المنطقة الدائرية الموضحة. يتم اختيار هذا السطح في بعض الأوقات ليمثل حد الذرة. في هذا الرسم التوضيحي، تتطابق الدائرة مع إسقاط كرة ثلاثية الأبعاد تحتوي على الإلكترونات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الأفلاك الذرية لذرة الهيدروجين

نظرًا لضبابية حد الفلك الذرّي، فلا يمتلك الفلك حجماً محددًا ودقيقاً. وللتغلب على الشك المتأصل حول موقع الإلكترون، رسم الكيميائيون بصورة افتراضية سطح الفلك بحيث يحتوي على 90% من التوزيع المحتمل الإجمالي للإلكترون. مما يعني أن احتمالية وجود إلكترون ضمن الحد تبلغ 0.9 واحتمالية وجوده خارج الحد تبلغ 0.1. بمعنى آخر، في الغالب يحتمل وجود الإلكترون بالقرب من النواة وضمن الحجم المحدد بحدود أكثر من وجوده خارج هذا الحجم. تضم الدائرة الموضحة في **الشكل 15ب** 90% من فلك الهيدروجين الأقل طاقة.

رقم الكم الرئيس تذكر أن نموذج بور الذرّي يعين أعداداً كمية لمستويات الطاقة للإلكترونات. وبالمثل فإن نموذج ميكانيكية الكم يعين أربعة أعداد كَمِيّة للأفلاك الذرية. الأول هو **رقم الكم الرئيس** (n) ويشير إلى الحجم النسبي للأفلاك الذرية وطاقتها. وبزيادة n يصبح الفلك أكبر، ويقضي الإلكترون وقتًا أطول بعيدًا عن النواة، وتزيد طاقة الذرّة. لذلك تحدد n مستويات الطاقة الرئيسة للذرّة. كل مستوى طاقة أساسي يسمى **مستوى الطاقة الرئيس**. يتم تعيين رقم كمي رئيسي وهو 1 لمستوى الطاقة الرئيس الأقل للذرّة. حين يشغل الإلكترون الوحيد لذرّة الهيدروجين فلك تكون فيه $n = 1$، تكون الذرّة في حالتها المستقرة. تم التنبؤ بما يصل إلى 7 مستويات طاقة لذرّة الهيدروجين، مما يمنح n قيمًا تبدأ من 1 حتى 7.

مستويات الطاقة الفرعية تحتوي مستويات الطاقة الرئيسة على **مستويات طاقة فرعية**. يتكون مستوى الطاقة الرئيس 1 من مستوى فرعي واحد، يتكون مستوى الطاقة الرئيس 2 من مستويين فرعيين، ويتكون مستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاثة مستويات فرعية، وما إلى ذلك. لفهم العلاقة بين مستويات طاقة الذرّة ومستوياتها الفرعية، تصور المقاعد في قسم على شكل وتدي من المسرح، كما يظهر في **الشكل 16**. وبينما تتحرك بعيدًا عن المسرح، تصبح الصفوف أعلى وتشمل مزيد من المقاعد. بالمثل فإن مستويات الطاقة الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس تزيد بزيادة n.

التأكد من فهم النص **اشرح** العلاقة بين مستويات الطاقة والمستويات الفرعية.

الشكل 16 يمكن التفكير في مستويات الطاقة على أنها صفوف مقاعد في المسرح. تحتوي الصفوف العليا والأبعد عن خشبة المسرح على عدد أكبر من المقاعد وبالمثل، تحتوي مستويات الطاقة التي ترتبط بالأفلاك الأبعد عن النواة على عدد أكبر من المستويات الفرعية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

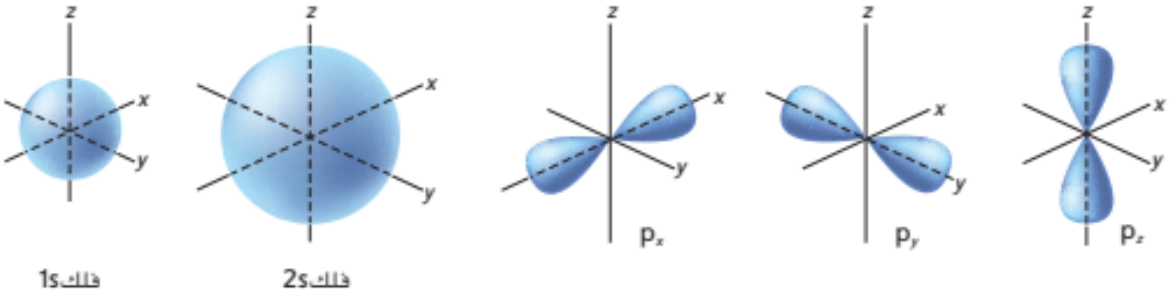
أشكال الأفلاك: تسمى المستويات الفرعية *s* أو *p* أو *d* أو *f* طبقًا لأشكال أفلاك الذرّة. كل أفلاك *s* كروية الشكل . وجميع أفلاك *p* تأخذ شكل الدمبل (تشبه الرقم 8 ولكنها ثلاثية الأبعاد). ومع ذلك لا تتخذ كافة أفلاك d أو f نفس الشكل. يمكن أن يحتوي كل فلك على إلكترونين على الأكثر. يتطابق المستوى الفرعي الوحيد في مستوى الطاقة الرئيس 1 مع الفلك الكروي ويسمى 1s. بينما تم تعيين المسميين 2s و2p للمستويين الفرعيين في مستوى الطاقة الرئيس 2. يحتوي المستوى الفرعي 2s على الفلك 2s كروي الشكل مثل الفلك 1s ولكنه أكبر حجمًا. كما يتضح من **الشكل 17**أ.

يتوافق المستوى الفرعي2p مع أفلاك p الثلاثة التي تأخذ شكل الدمبل وتسمى $2p_x$، $2p_y$، و $2p_z$. الأحرف السفلية x و y و z تعين فقط اتجاه أفلاك p بطول x و y و z محاور الإحداثيات. كما يظهر في **الشكل 17**ب. كل فلك من أفلاك p تتعلق بمستوى طاقة فرعي له نفس الطاقة.

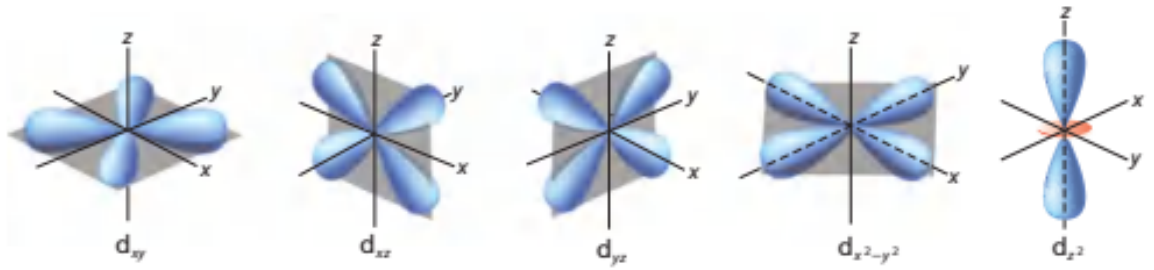
التأكد من فهم النص **صف** أشكال أفلاك s و p.

يتكون مستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاث مستويات فرعية هي 3s، 3p، 3d. كل مستوى فرعي d يرتبط بخمس أفلاك لها نفس الطاقة. أربعة من أفلاك d لها نفس الشكل ولكن اتجاهاتها مختلفة على طول محاور الإحداثيات x ، y ، z . أما الفلك الخامس، d_{z^2}، فذو شكل واتجاه مختلف عن الأربعة السابقة. ترد أشكال واتجاهات أفلاك d الخمسة في **الشكل 17**ج. يحتوي مستوى الطاقة الرئيس الرابع ($n = 4$) على مستوى فرعي رابع يسمى المستوى الفرعي 4f الذي يرتبط بسبعة أفلاك f لها نفس الطاقة. أفلاك f ذات أشكال معقدة متعددة الحلقات.

الشكل 17 تصف أشكال الأفلاك الذرية التوزيع المحتمل للإلكترونات في مستويات الطاقة الفرعية



أ. جميع أفلاك s كروية الشكل ويزيد حجمها مع زيادة رقم الكم الرئيس. ب. أفلاك p الثلاثة تأخذ شكل الدمبل وتتجه نحو المحاور المتعامدة الثلاثة x و y و z.



ج. أربعة من أفلاك d الخمسة لها نفس الشكل ولكنها تقع في مستويات مختلفة. الفلك d_{z^2} له شكله المميز.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الجدول 2 أول أربعة مستويات طاقة رئيسة للهيدروجين

رقم الكم الرئيس (n)	المستويات الفرعية (أنواع الأفلاك) الموجودة	عدد الأفلاك المتعلقة بالمستوى الفرعي	إجمالي عدد الأفلاك المتعلقة بالمستوى الرئيس للطاقة (n^2)
1	s	1	1
2	s p	1 3	4
3	s p d	1 3 5	9
4	s p d f	1 3 5 7	16

ترد مستويات الطاقة الأربعة الأولى للهيدروجين ومستوياته الفرعية والأفلاك الذرية المتعلقة به بإيجاز في **الجدول 2**. لاحظ أن عدد الأفلاك المرتبط بكل مستوى فرعي دائمًا ما يكون عدداً فردياً، وأن أقصى عدد أفلاك يتعلق بكل مستوى طاقة رئيس يساوي n^2.

في أي وقت محدد، يمكن أن يشغل الإلكترون في ذرَّة الهيدروجين فلكًا واحداً فقط. يمكنك التفكير في الأفلاك الأخرى كمساحات غير مشغولة– مساحات تتوافر في حال زادت طاقة الذرَّة أو قلت. على سبيل المثال، حين تكون ذرَّة الهيدروجين في حالتها المستقرة، يشغل الإلكترون فلك 1s. إلا أنه حين تكتسب الذرَّة كمًا من الطاقة، ينتقل الإلكترون إلى أحد الأفلاك غير المشغولة. بناء على كمية الطاقة المتاحة، يمكن للإلكترون أن ينتقل للفلك 2s أو إلى أحد الأفلاك 2p الثلاثة أو إلى أي فلك آخر فارغ.

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- يعزي نموذج بور الذري طيف انبعاث الهيدروجين للإلكترونات التي تسقط من مدارات طاقة أعلى إلى مدارات طاقة أقل.
- تربط معادلة دي بروغلي طول موجة الجسيم بكتلته وسرعته وثابت بلانك.
- يفترض النموذج الميكانيكي الكمي أن للإلكترونات خصائص موجية.
- تشغل الإلكترونات مناطق ثلاثية الأبعاد من الفضاء تسمى الأفلاك الذرية.

15. **الفكرة الرئيسة فسر** سبب احتواء طيف الانبعاث الذري على ترددات ضوئية محددة وفقًا لنموذج بور الذري.
16. **قارن** بين الطول الموجي للضوء المرئي والطول الموجي لكرة قدم متحركة.
17. **عدّد** المستويات الفرعية التي تحتوي عليها مستويات الطاقة الأربعة الأولى لذرة الهيدروجين. ما الأفلاك التي تتعلق بكل مستوى فرعي s وكل مستوى فرعي p؟
18. **فسر** سبب الشك في موقع أي إلكترون بالذرة مستعينًا بمبدأ هايزنبرج للشك ومعادلة دي بروغلي لازدواجية الموجة–الجسيم. كيف يتم التعرف على موقع الإلكترونات في الذرات؟
19. **احسب** استخدم المعلومات الواردة في **الجدول 1** في حساب إلى أي ضعف يزيد طول نصف قطر بور السابع لذرة الهيدروجين عن نصف قطر بور الأول.
20. **قارن** بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي للذرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

الترتيب الإلكتروني

الفكرةالرئيسة يمكن استخدام ثلاثة قواعد للتعرف على ترتيب الإلكترونات في الذَّرة

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن استخدام مبدأ باولي للاستبعاد ومبدأ أوفباو وقاعدة هوند في كتابة الترتيب الإلكتروني باستخدام مخطط الأفلاك وترميز الترتيب الإلكتروني؟
- ما إلكترونات التكافؤ و كيف يمثل الترميز النقطي للإلكترون إلكترونات تكافؤ الذرة؟

مفردات للمراجعة

الإلكترون: جسيم سالب الشحنة سريع الحركة ذو كتلة ضئيلة للغاية يوجد في كافة أشكال المادة ويتحرك عبر الفراغ محيطًا بنواة الذرّة.

مفردات جديدة

الترتيب الإلكتروني
Electron configuration
مبدأ اوفباو Aufbau Principle
مبدأ استبعاد باولي
Pauli's exclusion principle
قاعدة هوند Hund's Rule
إلكترون التكافؤ
Valence electron
الترميز النقطي للإلكترون
Electron dot structure

الكيمياء في حياتك

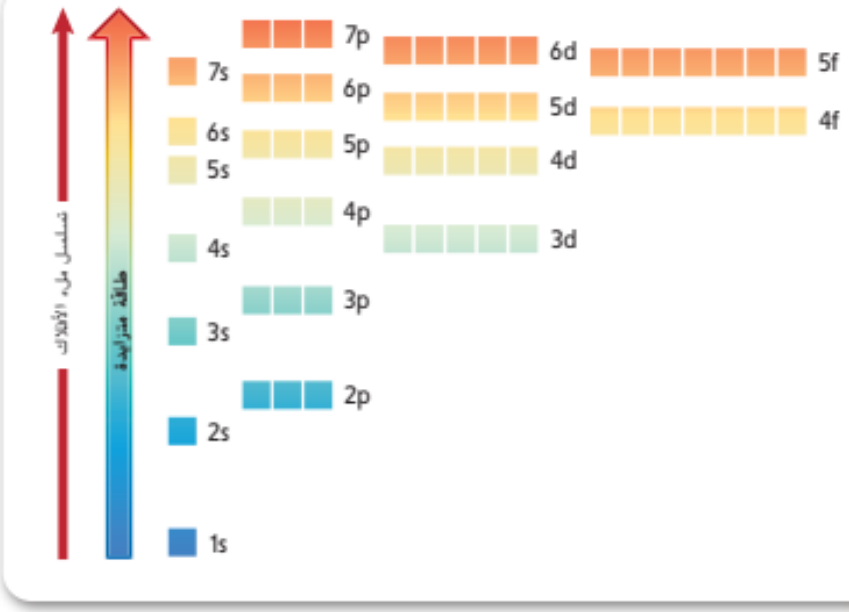
بينما يركب الطلاب الحافلة، يجلس كل منهم في مقعد منفصل حتى تمتلئ جميع المقاعد. ثم يبدأون في مشاركة المقاعد. تملأ الإلكترونات الأفلاك الذرية بنفس الطريقة.

الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية

حين تفكر في أن ذرات العناصر الأثقل تحتوي على أكثر من 100 إلكترون، فإن فكرة تحديد الترتيب الإلكتروني في الذرّات ذات الإلكترونات الكثيرة تبدو شاقة. لحسن الحظ، فإنه يمكن وصف جميع الذرات بمستويات شبيهة بمستويات ذرة الهيدروجين ،مما يسمح لنا بوصف ترتيب وتوزيع الإلكترونات في الذرّات باستخدام قواعد محددة قليلة.

ترتيب الإلكترونات في الذرّة يسمى **الترتيب الإلكتروني في الذرة**. نظراً لأن أنظمة الطاقة المنخفضة تكون أكثر استقرارًا من أنظمة الطاقة المرتفعة، تميل الإلكترونات في الذرة لاتخاذ الترتيب الذي يمنح الذرة أقل طاقة ممكنة. أكثر التوزيعات استقرارًا وأقلها طاقة للإلكترونات يسمى الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية للعنصر. هناك ثلاثة قواعد أو مبادئ تشير إلى طريق ترتيب الإلكترونات في مستويات الذرة، وهي مبدأ أوفباو ومبدأ باولي للاستبعاد وقاعدة هوند.

مبدأ أوفباو ينص **مبدا أوفباو** على أن كل إلكترون يشغل الفلك الأقل طاقة. لذا، تكون أول خطوة لتحديد الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية للعنصر هو تعلم تسلسل الأفلاك الذرية من الطاقة الأقل إلى الطاقة الأعلى. يرد هذا التسلسل المعروف بمخطط أوفباو في **الشكل** 18، يمثل كل مربع في الشكل فلكًا ذريًا.



الشكل 18 يوضح مخطط أوفباو طاقة كل مستوى فرعي بالنسبة لطاقة المستويات الفرعية الأخرى. كل مربع في المخطط يمثل فلكًا ذريًا.
حدد أي المستويات الفرعية ذو طاقة أعلى 4d أم 5p؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الجدول 3 سمات مخطط أوفباو

السمة	مثال
كافة الأفلاك المتعلقة بمستوى طاقة فرعي يكون لها نفس الطاقة.	كل أفلاك 2p الثلاثة لها نفس الطاقة.
في الذرة متعددة الإلكترونات، تختلف طاقات المستويات الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس.	الطاقة لأفلاك 2p الثلاثة أعلى من الفلك 2s.
من أجل زيادة الطاقة، يكون تسلسل مستويات الطاقة الفرعية ضمن مستوى الطاقة الرئيس هو s,p,d,f.	بما أن $n = 4$، يكون تسلسل المستويات الفرعية للطاقة هو 4s، 4p، 4d، 4f.
يمكن للأفلاك المتعلقة بالمستويات الفرعية للطاقة ضمن مستوى طاقة رئيس واحد أن تتداخل مع الأفلاك المتعلقة بمستويات الطاقة الفرعية ضمن مستوى رئيس آخر.	يمتلك الفلك المتعلق بالمستوى الفرعي 4s للذرة طاقة أقل من الأفلاك الخمسة المتعلقة بالمستوى الفرعي 3d.

الجدول 3 يلخص عدة سمات من مخطط أوفباو بالرغم من أن مبدأ أوفباو يصف التسلسل الذي تُملأ به الأفلاك بالإلكترونات، فمن المهم معرفة أن الذرات لا تبنى إلكترون بإلكترون.

مبدأ باولي للاستبعاد يمكن تمثيل الإلكترونات في الأفلاك بأسهم في مربعات. لكل إلكترون اتجاه دوران مرتبط معه، حيث يمثل السهم الذي يشير لأعلى ↑ دوران الإلكترون في اتجاه واحد، والسهم الذي يشير لأسفل ↓ يمثل دوران الإلكترون في الاتجاه المعاكس. يمثل المربع الفارغ □ فلكًا غير مشغول، ويمثل المربع الذي يحتوي على سهم واحد إلى أعلى ↑ فلكًا ذو إلكترون واحد، ويمثل المربع الذي يحتوي على سهمين لأعلى وأسفل ↑↓ فلكًا ممتلئًا.

ينص **مبدأ باولي للاستبعاد** على أن الفلك الذري الواحد يمكن أن يشغله إلكترونان فقط كحد أقصى ولكن فقط إذا كانت الإلكترونات تدور بشكل متعاكس. اقترح الفيزيائي النمساوي ولفجانج باولي (1900-1958) هذا المبدأ بعد ملاحظة الذرات في الحالة المستثارة. الفلك الذري الذي يحتوي على إلكترونات مزدوجة تدور بشكل معاكس يكتب كالتالي ↑↓. لأن كل فلك يمكن أن يحتوي بحد أقصى على إلكترونين، فإن أقصى عدد من الإلكترونات يرتبط بكل مستوى طاقة رئيسي يساوي $2n^2$.

قاعدة هوند إن حقيقة أن الإلكترونات سالبة الشحنة تتنافر مع بعضها البعض لها تأثير هام على ترتيب الإلكترونات في أفلاك الطاقة المتعادلة تنص **قاعدة هوند** على أن الإلكترونات المفردة التي تدور بنفس الاتجاه يجب أن تشغل كل الأفلاك متساوية الطاقة قبل أن تشغل الإلكترونات الإضافية التي تدور بشكل معاكس نفس الأفلاك. على سبيل المثال، افترض أنّ المربعات التالية تمثل أفلاك 2p. يدخل إلكترون واحد كل فلك من أفلاك 2p الثلاثة قبل أن يدخل إلكترون ثان أياً من الأفلاك. نوضح فيما يلي التسلسل الذي تشغل به ستة إلكترونات ثلاث أفلاك p.

التأكد من فهم النص **اذكر** القواعد الثلاثة التي تحدد كيف يتم ترتيب الإلكترونات في الذرّة

1. ↑ □ □
2. ↑ ↑ □
3. ↑ ↑ ↑
4. ↑↓ ↑ ↑
5. ↑↓ ↑↓ ↑
6. ↑↓ ↑↓ ↑↓

المفردات

أصل الكلمة

أوفباو

Aufbau

مشتق من الكلمة الألمانية *aufbauen*، التي تعني بناء أو ترتيب.

المطويات

ادمج المعلومات الواردة بهذا القسم في مطويتك.

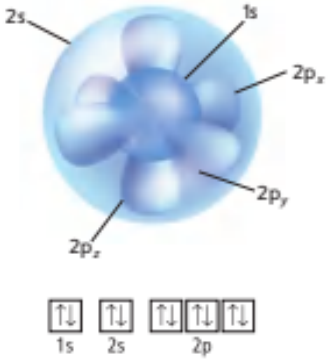
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ترتيب الإلكترونات

يمكنك أن تمثل الترتيب الإلكتروني للذرة مستخدمًا إحدى الطريقتين: مخطط الأفلاك (ترميز الفلك) أو ترميز الترتيب الإلكتروني

مخطط الأفلاك كما ذكرنا من قبل، يمكن تمثيل الإلكترونات في الأفلاك بأسهم في مربعات. يسمى كل مربع برقم الكم الرئيس والمستوى الفرعي المرتبط بالفلك. على سبيل لمثال، يحتوي مخطط الأفلاك لذرة الكربون في الحالة المستقرة الموضح أدناه على إلكترونين في الفلك 1s، وإلكترونين في الفلك 2s. وإلكترون واحد في اثنان من الثلاثة أفلاك المنفصلة 2p. بينما يظل الفلك الثالث 2p غير مشغول.

ترميز الترتيب الإلكتروني يعين ترميز الترتيب الإلكتروني مستوى الطاقة الرئيس ومستوى الطاقة الفرعي المرتبط بكل مستوى من مستويات الذرة ويتضمن رقمًا فوقياً يمثل عدد الإلكترونات في المستوى الفرعي. على سبيل المثال فإن ترميز الترتيب الإلكتروني لذرة الكربون في الحالة الأرضية يكتب على النحو التالي $1s^2 2s^2 2p^2$. ويوضح **الجدول4**.مخططات الأفلاك وترميزات الترتيب الإلكتروني للعناصر الموجودة في الدورات الأولى والثانية من الجدول الدوري. ويوضح **الشكل 19** كيف تتداخل الأفلاك $1s$، $2s$، $2p_x$، $2p_y$، و $2p_z$ التي تم توضيحها سابقًا في **الشكل 17** في ذرّة النيون.



■ **الشكل 19** تداخل أفلاك $1s$، $2s$، و $2p$ بذرة النيون.

اذكر كم عدد الإلكترونات في ذرّة النيون.

الجدول 4 الترتيب الإلكتروني ومخططات أفلاك العناصر 1–10

العنصر	العدد الذري	مخطط الفلك					رمز الترتيب الإلكتروني
		1s	2s	$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$	
الهيدروجين	1	↑					$1s^1$
الهيليوم	2	↓↑					$1s^2$
الليثيوم	3	↓↑	↑				$1s^2\ 2s^1$
البريليوم	4	↓↑	↓↑				$1s^2\ 2s^2$
البورون	5	↓↑	↓↑	↑			$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
الكربون	6	↓↑	↓↑	↑	↑		$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
النيتروجين	7	↓↑	↓↑	↑	↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
الأكسجين	8	↓↑	↓↑	↓↑	↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
الفلور	9	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
النيون	10	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

لاحظ أن ترميز الترتيب الإلكتروني لا يظهر عادة توزيع الإلكترونات على الأفلاك المتعلقة بالمستوى الفرعي. ولكن ذلك يكون مفهوم من الترتيب الإلكتروني . فالنيتروجين $2p^3$ يُمثّل انشغال $2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$.

بالنسبة للصوديوم، تشغل الإلكترونات العشرة الأولى أفلاك 1s, 2s, 2p. ثم يشغل الإلكترون الحادي عشر الفلك 3s بحسب تسلسل أوفباو. يكتب ترميز الترتيب الإلكتروني للصوديوم ومخطط أفلاك له كالتالي

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

ترميز الغاز النبيل: طريقة لتمثيل الترتيب الإلكتروني بترميز الغاز النبيل.

الغازات النبيلة هي عناصر في العمود الأخير في الجدول الدوري. وتشتمل على ثمانية إلكترونات (ما عدا الهيليوم) في مستواها الخارجي وهي مستقرة. ستعرف المزيد عن الغازات النبيلة في الوحدات اللاحقة. ترميز الغاز النبيل يستخدم الرموز ذات الأقواس. على سبيل المثال، **[He]** يمثل توزيع إلكترونات الهيليوم، $1s^2$، و**[Ne]** يمثل الترتيب الإلكتروني للنيون، $1s^2 2s^2 2p^6$. قارن بين توزيع إلكترونات النيون والصوديوم أعلاه. لاحظ أن توزيع المستويات الداخلية للصوديوم مشابه للتوزيع الإلكتروني للنيون. باستخدام ترميز الغاز النبيل، يمكن اختصار الترميز الإلكتروني للصوديوم ليصبح **[Ne]**$3s^1$. يمكن تمثيل الترميز الإلكتروني للعنصر باستخدام ترميز الغاز النبيل للغازات النبيلة في الدورة السابقة والترتيب الإلكتروني للأفلاك الإضافية التي يتم ملأها. يرد الترتيب الإلكتروني والمختصر (باستخدام ترميز الغاز النبيل) لعناصر الدورة 3 في **الجدول 5**.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

الدورة

الاستخدام العلمي: صف أفقي من العناصر في الجدول الدوري الحالي يوجد سبع دورات في الجدول الدوري الحالي.

الاستخدام العام: فترة من الوقت تحددها بعض الظواهر المتكررة دورة مدار الأرض هي عام واحد.

التأكد من فهم النص: **اشرح** كيف يتم كتابة ترميز الغاز النبيل للعنصر. ما هو ترميز الغاز النبيل للكالسيوم؟

الجدول 5 الترتيب الإلكتروني للعناصر 11-18

العنصر	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني الكامل	الترتيب الإلكتروني باستخدام ترميز الغاز النبيل
الصوديوم	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	[Ne]$3s^1$
المغنيسيوم	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	[Ne]$3s^2$
الألمنيوم	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	[Ne]$3s^2 3p^1$
السليكون	14	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	[Ne]$3s^2 3p^2$
الفوسفور	15	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	[Ne]$3s^2 3p^3$
الكبريت	16	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	[Ne]$3s^2 3p^4$
الكلور	17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	[Ne]$3s^2 3p^5$
الأرجون	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	[Ne]$3s^2 3p^6$ أو [Ar]

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

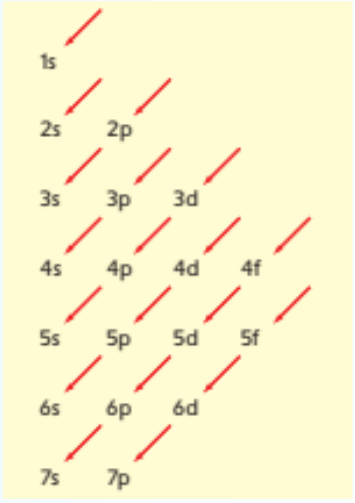
استثناءات للترتيبات الإلكترونية المتوقعة يمكنك استخدام مخطط أوفباو لكتابة التوزيعات الإلكترونية الصحيحة في الحالة المستقرة لكل العناصر وصولًا إلى الفناديوم ذو العدد الذري 23 ومتضمنة له أيضًا. ومع ذلك، إذا كنت ستستثمر بهذه الطريقة، سيكون توزيعك للكروم، $[Ar]4s^23d^4$، وللنحاس، $[Ar]4s^23d^9$، غير صحيح. والتوزيع الصحيح لهذين العنصرين هو $[Ar]4s^13d^5$ للكروم و $[Ar]4s^13d^{10}$للنحاس .الترتيب الإلكتروني لهذين العنصرين، وأيضًا لعناصر أخرى يوضح زيادة حالة الاستقرار عندما يكون المستوى الفرعي d ممتلئ أو نصف ممتلئ.

استراتيجيات | حل المسائل

ملء الأفلاك الذرية

عن طريق رسم مخطط مستويات فرعية واتباع الأسهم يمكنك كتابة الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة لأي عنصر كيميائي.

1. ارسم مخطط للمستويات الفرعية على قطعة ورق بيضاء.
2. حدد عدد الإلكترونات في ذرة واحدة من عنصر تقوم بكتابة الترتيب الإلكتروني له. عدد الإلكترونات في ذرة متعادلة هو العدد الذري للعنصر.
3. بدءًا من 1s. اكتب تسلسل أوفباو للمستويات الفرعية عن طريق اتباع الأسهم المائلة من أعلى مخطط المستوى الفرعي حتى الأسفل. عندما تكمل خطًا واحدًا من الأسهم، تحرك يمينًا لبداية السطر التالي من الأسهم. أثناء قيامك بذلك، أضف أرقامًا فوقية تشير لأعداد الإلكترونات في كل مستوى فرعي. استمر حتى يكون لديك مستويات فرعية كافية لتتسع لإجمالي عدد الإلكترونات في ذرة واحدة من العنصر
4. طبّق ترميز الغاز النبيل.



يوضح مخطط المستوى الفرعي الترتيب الذي تملأ به المستويات عادة

طبّق الاستراتيجية

اكتب الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة لعنصر الزيركونيوم.

تطبيقات

21. اكتب الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة للعناصر التالية:
    a. البروم (Br) c. الأنتيمون (Sb) e. التربيوم (Tb)
    b. السترونشيوم(Sr) d. الرينيوم (Re) f. التيتانيوم(Ti)
22. تمتلك ذرة الكلور في حالتها المستقرة سبعة إلكترونات في أفلاك ترتبط بمستوى الطاقة الثالث للذرة. كم عدد الإلكترونات التي تشغل أفلاك p من الإلكترونات السبعة؟ كم عدد الإلكترونات التي تشغل أفلاك p في ذرة الكلور من الإلكترونات السبعة عشر؟
23. حين تتفاعل ذرة كبريت مع ذرات أخرى، تشترك إلكترونات في الأفلاك المتعلقة بمستوى الطاقة الثالث للذرة. كم عدد الإلكترونات في ذرة عنصر الكبريت؟
24. الترتيب الإلكتروني لأحد العناصر هو $[Kr]5s^24d^{10}5p^1$. وهو من أشباه الموصلات ويستخدم في عدة سبائك. ما هذا العنصر؟
25. **تحدي** في الحالة المستقرة، تحتوي ذرة عنصر على إلكترونين في مستوى الطاقة الأعلى حيث $n = 6$. باستخدام ترميز الغاز النبيل. اكتب الترتيب الإلكتروني لهذا العنصر وحدد العنصر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إلكترونات التكافؤ

الكترونات محددة فقط تسمى إلكترونات التكافؤ هي التي تحدد الخصائص الكيميائية للعنصر. تعرف **إلكترونات التكافؤ** بأنها الإلكترونات الموجودة بالأفلاك الخارجية للذرة. فهي تلك الأفلاك المرتبطة بأعلى مستوى طاقة رئيس بوجه عام. على سبيل المثال، تحتوي ذرة الكبريت على 16 إلكترونًا، ستة منها فقط تشغل الأفلاك الخارجية 3s و3p كما يظهر في الترتيب الإلكتروني للكبريت. للكبريت ستة إلكترونات تكافؤ.

$$S \quad [Ne]3s^2 3p^4$$

وبالمثل، برغم احتواء ذرة السيزيوم على 55 إلكترونًا، فلها إلكترون تكافؤ واحد فقط، إلكترون 6s الموضح في الترتيب الإلكتروني للسيزيوم.

$$Cs \quad [Xe]6s^1$$

الترميز النقطي للإلكترون نظرًا لاشتراك إلكترونات التكافؤ في تشكيل روابط كيميائية، غالبًا ما يمثل الكيميائيون إلكترونات التكافؤ باستخدام طريقة مختصرة بسيطة تسمى الترميز النقطي للإلكترون. يتكون **الترميز النقطي للإلكترون** للذرة من رمز العنصر الذي يمثل النواة وإلكترونات مستويات الطاقة الداخلية، التي تحيط بها نقاط تمثل كل إلكترونات التكافؤ للذرة. ابتكر الكيميائي الأمريكي لويس (1875-1946) الطريقة أثناء إلقائه محاضرة كيمياء بالكلية عام 1902.

عند كتابة الترميز النقطي للإلكترون لذرة، توضع النقاط التي تمثل إلكترونات التكافؤ كل نقطة على الجوانب الأربعة للرمز (من الممكن وضعها بأي تسلسل) ثم يتم جمعها في أزواج حتى تظهر جميعها. يرد الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة والترميز النقطي للإلكترون للعناصر في الدورة الثانية في **الجدول 6**.

الجدول 6 الترتيب الإلكتروني والترميز النقطي للإلكترون

العنصر	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني	الترميز النقطي للإلكترون
الليثيوم	3	$1s^2 2s^1$	$Li\cdot$
البريليوم	4	$1s^2 2s^2$	$\cdot Be\cdot$
البورون	5	$1s^2 2s^2 2p^1$	$\cdot\dot{B}\cdot$
الكربون	6	$1s^2 2s^2 2p^2$	$\cdot\dot{C}\cdot$
النيتروجين	7	$1s^2 2s^2 2p^3$	$\cdot\ddot{N}\cdot$
الأكسجين	8	$1s^2 2s^2 2p^4$	$:\ddot{O}\cdot$
الفلور	9	$1s^2 2s^2 2p^5$	$:\ddot{F}\cdot$
النيون	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	$:\ddot{Ne}:$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال 3

الترميز النقطي للإلكترون تحتوي بعض أنواع معجون الأسنان على فلوريد القصديروز، وهو مركب مكون من القصدير والفلور. ما الترميز النقطي للإلكترون لعنصر القصدير؟

1 تحليل المسألة

ارجع للجدول الدوري وحدد العدد الكلي للإلكترونات في ذرة القصدير. اكتب الترتيب الإلكتروني للقصدير وحدد عدد إلكترونات التكافؤ به. ثم استعن بقواعد الترميز النقطي للإلكترون لرسم الترميز النقطي للإلكترون للقصدير.

2 أوجد القيمة المجهولة

العدد الذري للقصدير هو 50 وبالتالي للقصدير 50 إلكترونًا.

$[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^2$ **اكتب الترتيب الإلكتروني للقصدير مستخدمًا ترميز الغاز الخامل. أقرب غاز خامل هو Kr.**

الإلكترونات في 5s و5p (الإلكترونات في الأفلاك المرتبطة بأعلى مستوى طاقة الرئيس) تمثل إلكترونات التكافؤ الأربعة للقصدير.

ارسم إلكترونات التكافؤ الأربعة حول الرمز الكيميائي للقصدير (Sn) لتوضح الترميز النقطي للإلكترون. ·$\dot{\underset{\cdot}{\text{Sn}}}$·

3 تقييم الإجابة

تم استخدام الرمز الصحيح لـ (Sn) وتم تطبيق قواعد رسم الترميز النقطي للإلكترون بشكل صحيح.

تطبيقات

26. ارسم الترميز النقطي للإلكترون لذرات العناصر الآتية:

a. المغنيسيوم Mg **b.** الثاليوم Tl **c.** الزينون Xe

27. ذرة أحد العناصر تحتوي على 13 إلكترونًا. ما العنصر وما هو عدد الإلكترونات الموضحة في الترميز النقطي للإلكترون؟

28. تحدي عنصر يكون في الحالة الصلبة في درجة حرارة الغرفة وفي الضغط الجوي العادي ويوجد في أحجار الزمرد الكريمة. ويعرف بأنه أحد العناصر الآتية: الكربون، الجرمانيوم، الكبريت، السيزيوم، البريليوم أو الأرجون. حدد العنصر بناء على الترميز النقطي للإلكترون على اليسار.

·$\underset{\cdot}{\text{X}}$·

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- يسمى ترتيب الإلكترونات في الذرة باسم الترتيب الإلكتروني للذرة.
- يتحدد الترتيب الإلكتروني للذرة بمبدأ أوفباو ومبدأ استبعاد باولي وقاعدة هوند.
- إلكترونات التكافؤ للعنصر تحدد خصائصه الكيميائية.
- يمكن تمثيل الترتيب الإلكتروني باستخدام مخطط الأفلاك وترميز الترتيب الإلكتروني والترميز النقطي للإلكترون.

29. الفكرة الرئيسة طبق كلاً من مبدأ باولي للاستبعاد ومبدأ أوفباو وقاعدة هوند لكتابة الترتيب الإلكتروني وارسم مخطط الفلك لكل عنصر من العناصر الآتية:

a. السيليكون **b.** الفلور **c.** الكالسيوم **d.** الكربيتون

30. عرّف إلكترونات التكافؤ.

31. وضح التسلسل الذي تشغل به الأفلاك المرتبطة بالمستوى الفرعي **d** لذرة ما بعشرة إلكترونات.

32. توسع في تسلسل أوفباو في عنصر ما لم يتم التعرف عليه ولكن ذراته تملأ أفلاك 7p تمامًا. كم عدد الإلكترونات في ذرة هذا العنصر؟ اكتب الترتيب الإلكتروني مستخدمًا ترميز الغاز النبيل، علمًا أن الغاز النبيل السابق له هو الرادون.

33. تفسير الرسوم العلمية أي ترميز نقطي للإلكترون هو الصحيح لذرة السلينيوم؟ فسر إجابتك.

·$\ddot{\underset{\cdot}{\text{Se}}}$· ·$\underset{\cdot}{\ddot{\text{Se}}}$· $\ddot{\text{Se}}$ ·$\ddot{\text{S}}$·

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education