

الفكرة (الغاية) الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للمادة.

1-3 الأفكار القديمة للمادة

الفكرة الرئيسية حاول الإغريق القدماء فهم المادة، إلا أن الدراسة العلمية للذرة بدأت مع جون دالتون في أوائل القرن التاسع عشر.

2-3 تعريف الذرة

الفكرة الرئيسية تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات، وإلكترونات تتحرك حول النواة.

3-3 كيف تختلف الذرات؟

الفكرة الرئيسية يحدد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوع الذرة.

4-3 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

الفكرة الرئيسية الذرات غير المستقرة تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.

حقائق كيميائية

- يتكون الماس والجرافيت من العنصر نفسه، الكربون.
- عندما اكتشف الجرافيت اعتقد خطأً أنه الرصاص، ولذا سمي قلم الجرافيت قلم الرصاص.
- هناك حوالي 5×10^{22} ذرة من الكربون في جزء صغير من جرافيت قلم الرصاص.

سطح الجرافيت

ذرة الكربون

نواة الكربون

نشاطات تمهيدية

الذرة قم بعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تنظيم دراستك لتركيب الذرة.

المطويات

منظمات الأفكار

الخطوة 1 اثن ورقة من النصف طولياً. واجعل الحافة الخلفية أطول من الحافة الأمامية 2 cm.



الخطوة 2 اثن الورقة إلى ثلاثة أجزاء متساوية.



الخطوة 3 افتح الورقة، ثم قصها عند أحد خطوط الشئ، بحيث تحصل على جزء صغير وآخر كبير. كما هو مبين في الشكل.



الخطوة 4 سمّ الأجزاء كما هو مبين في الشكل.

النيوترونات	البروتونات	الإلكترونات
نواة	سحابة إلكترونية	

المطويات استعمل هذه

المطوية في القسم 1-3 من هذا الفصل. وعند الانتهاء من قراءته سجل معلوماتك حول الذرة وتركيبها.

التحليل

1. فسّر ملاحظاتك في ضوء معرفتك بالشحنة الكهربائية. حدد أيّ الشحنات متشابهة، وأيها مختلفة؟

تكتسب قطع الورق والمشط البلاستيكي في الخطوة (3) شحنات متعاكسة. ويكتسب كلا البالونين في الخطوتين (4-5) الشحنة نفسها، والتي تكون معاكسة لشحنة قطعة الصوف.

2. وضح كيف عرفت؟

تتنافر الشحنات الكهربائية المتشابهة بعضها عن بعض. أما الشحنات الكهربائية المختلفة فيتجاذب بعضها إلى بعض. الأجسام التي تتنافر بعضها عن بعض تحمل الشحنة الكهربائية نفسها، والأجسام التي ينجذب بعضها إلى بعض تحمل شحنات كهربائية مختلفة.

3. استنتج لماذا انجذبت القطع غير المشحونة إلى المشط المشحون في الخطوة 3 أعلاه.

المواد المتعادلة مكوّنة من شحنات موجبة وسالبة، وتستطيع أن تنجذب إلى شحنات أخرى.

استقصاء كيف يمكنك الربط بين الشحنات المختلفة التي لاحظتها وتركيب المادة؟

ستتنوع إجابات الطلاب، ولكن يجب أن تشير إلى وجوب احتواء بعض الذرات على جسيمات مشحونة.

الأهداف

تقارن بين النماذج الذرية لديموقريطوس، وأرسطو، وجون دالتون.

تفهم كيف فسرت نظرية دالتون الذرية قانون حفظ الكتلة؟

مراجعة المفردات

النظرية: تفسير مدعوم بتجارب عديدة، وهي لا تزال عرضةً لبيانات تجريبية جديدة، يمكن تعديلها. وتعد ناجحةً إذا استطعنا استعمالها للقيام بتنبؤات صحيحة.

المفردات الجديدة

نظرية دالتون الذرية

الأفكار القديمة للمادة

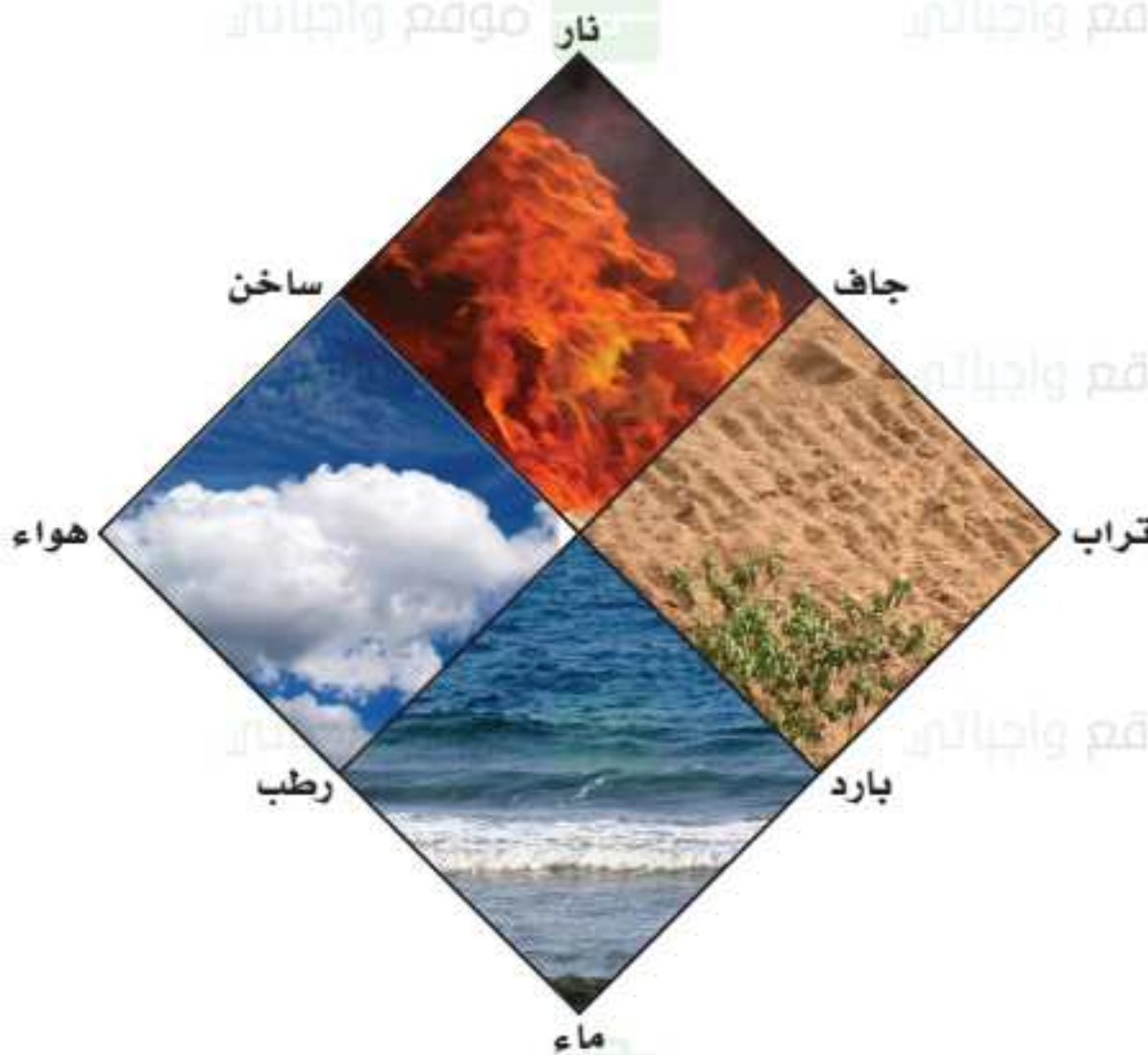
Early Ideas About Matter

الفكرة الرئيسية: حاول الإغريق القدماء فهم المادة، إلا أن الدراسة العلمية للذرة بدأت مع جون دالتون في أوائل القرن التاسع عشر.

الربط مع الحياة: قد يتدرب فريق كرة القدم، ويجرب طرائق مختلفة لتطوير أفضل خطة ممكنة للعب، وبعد رؤيتهم نتائج خططهم يقوم المدرب بتعديلات لتحسين أداء الفريق. بطريقة مشابهة جرب العلماء خلال السنين المتتالية الأخيرة نماذج للذرة، وقاموا بتعديل نماذجهم بعد جمعهم بيانات جديدة.

الفلاسفة الإغريق Greek Philosophers

لم تكن العلوم قبل آلاف السنين كما نعرفها اليوم. ولم يعرف أحد التجربة الضابطة. وكان هناك أدوات بسيطة للبحث العلمي. وفي ظل تلك الظروف كانت قدرة العقل والتفكير الذهني هي الطرائق الأولية للوصول إلى الحقيقة. لقد جذب الفضول العلمي انتباه الكثير من المفكرين الأكاديميين المعروفين بالفلاسفة، الذين بحثوا في أسرار الحياة المتعددة. وعندما تساءل هؤلاء الفلاسفة عن طبيعة المادة وضع كثير منهم تفسيرات قائمة على خبراتهم الحياتية الخاصة، واستنتج كثير منهم أن المادة مكونة من أشياء كالتراب، والماء، والهواء، والنار، كما هو مبين في الشكل 3-1. لقد كان من المتفق عليه أن المادة يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر فأصغر. ورغم أن هذه الأفكار الأولية كانت إبداعية إلا أنه لم يكن هناك وسيلة متوافرة لاختبار صدقها.



الشكل 3-1 كثير من فلاسفة الإغريق اعتقد أن المادة مكونة من أربعة عناصر: التراب، والماء، والهواء، والنار. وقاموا بربط كل عنصر بخواص معينة. وأن مزج الخواص المتعاكسة -مثل ساخن وبارد، رطب وجاف- عكست التماثل الملاحظ في الطبيعة. غير أن هذه الأفكار لم تكن صحيحة ولا علمية.

المفردات

مفردات أكاديمية

Atom (الذرة)

جاءت من الكلمة الإغريقية atomos وتعني لا تتجزأ. أما في اللغة العربية فالذرة تعني الجزء المتناهي في الصغر.

ديموقريطوس Democritus كان الفيلسوف الإغريقي ديموقريطوس (460-370 ق.م) أول من اقترح فكرة أن المادة ليست قابلة للانقسام إلى ما لا نهاية. واعتقد أن المادة مكونة من أجزاء صغيرة تسمى الذرات، واعتقد كذلك أن الذرات لا يمكن استحداثها أو تحطيمها أو تجزئتها. والجدول 1-3 يبين أفكار ديموقريطوس. إن كثيراً من أفكار ديموقريطوس لا تتفق مع النظرية الحديثة للذرة، بل ووجهت بانتقادات من الفلاسفة الآخرين وقتها، حيث تساءلوا: ما الذي يربط الذرات معاً؟ ولم يستطع ديموقريطوس الإجابة عن هذا السؤال.

أرسطو Aristotle وقد جاءت هذه الانتقادات الكثيرة من أرسطو الذي رفض فكرة الذرات؛ لأنها لا تتفق مع أفكاره حول الطبيعة. وكانت أهم انتقاداته تتعلق بفكرة ديموقريطوس أن الذرات تتحرك في الفراغ؛ وذلك لأنه لم يكن يعتقد وجود فراغ. والجدول 1-3 يبين أفكار أرسطو. ولأن أرسطو كان أحد فلاسفة الإغريق ذوي التأثير الكبير، فقد رُفضت نظرية ديموقريطوس.

ومن الإنصاف أن نشير إلى أنه لم يكن بمقدور ديموقريطوس -أو بمقدور أحد آخر في عصره- أن يحدد ما يربط الذرات معاً. وقد مضى أكثر من ألفي سنة قبل أن يعرف العلماء الجواب. وعلى كل حال فإن من المهم إدراك أن أفكار ديموقريطوس كانت مجرد أفكار وليست علماً. ومن دون القدرة على إجراء تجارب ضابطة لم يكن بإمكان ديموقريطوس اختبار صدق فكرته. ولسوء حظ التقدم العلمي فإن أرسطو استطاع أن يكسب موافقة قطاع واسع من الفلاسفة حول أفكاره عن الطبيعة، تلك الأفكار التي أنكرت وجود الذرات، وبشكل لا يصدق؛ فقد كان تأثير أرسطو عظيماً. وظل التقدم العلمي بدائياً فيما يتعلق بالذرات.

الجدول 1-3	أفكار الفلاسفة الإغريق حول المادة
الفيلسوف	الأفكار
 ديموقريطوس Democritus (370-460 ق.م)	- تتكون المادة من ذرات تتحرك في الفراغ. - الذرات صلبة، متجانسة، لا تفنى ولا تتجزأ. - الأنواع المختلفة من الذرات لها أحجام وأشكال مختلفة. - حجم الذرات وشكلها وحركتها يحدد خواص المادة.
 أرسطو Aristotle (322-384 ق.م)	- لا وجود للفراغ. - المادة مكونة من التراب، والنار، والهواء، والماء.

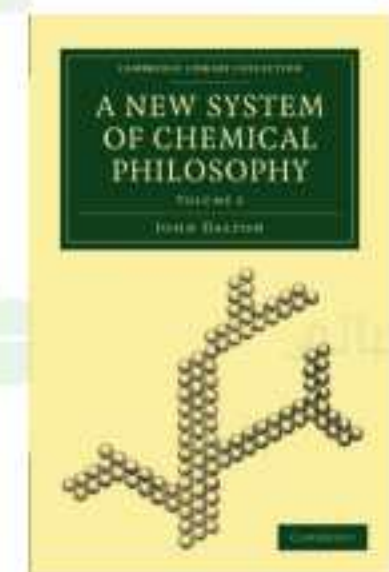
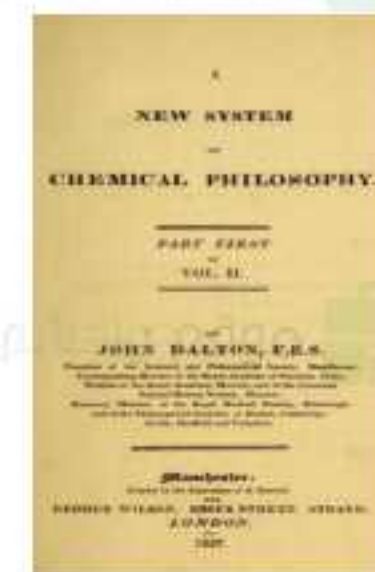
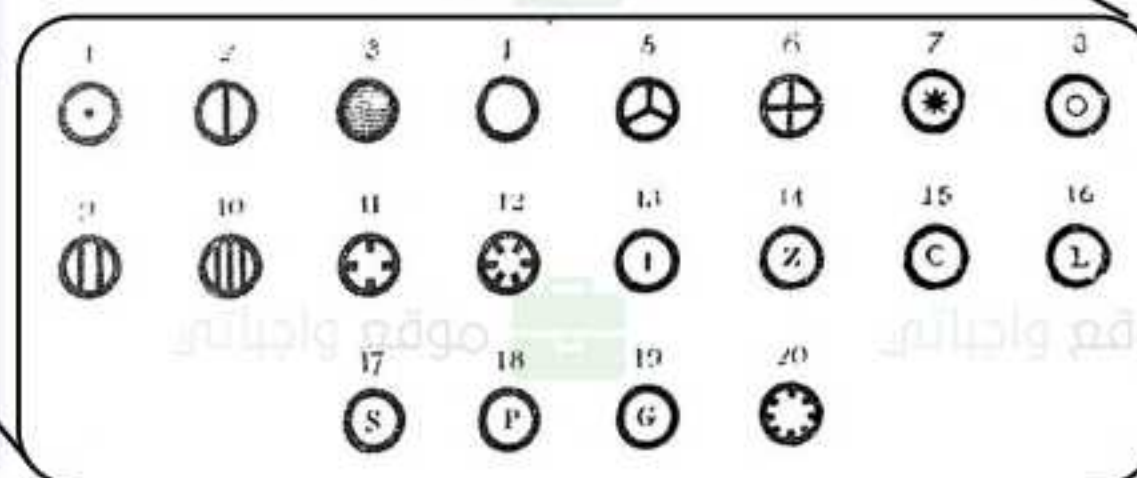
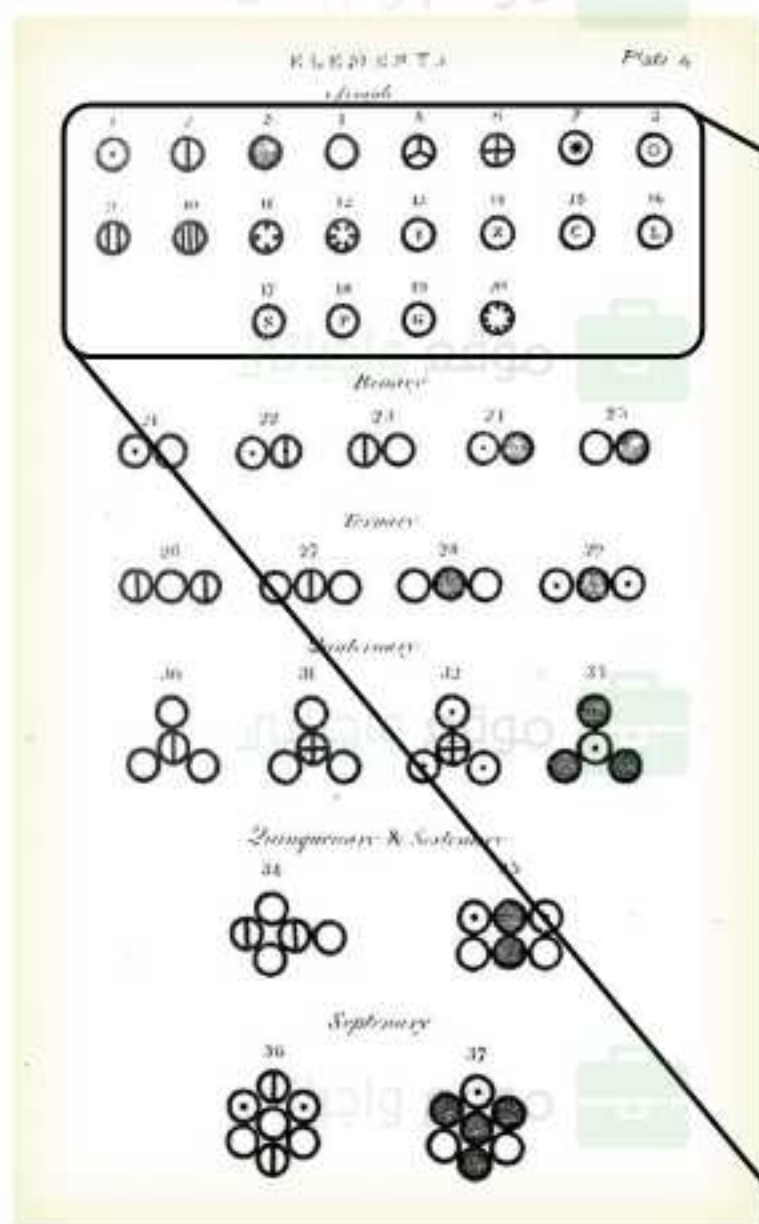
نظرية دالتون الذرية	الجدول 2-3
الأفكار	الفيلسوف
- تتكون المادة من أجزاء صغيرة جدًا تسمى الذرات. - الذرات لا تتجزأ ولا تفنى. - تشابه الذرات المكونة للعنصر في الحجم، والكتلة، والخواص الكيميائية. - تختلف ذرات أي عنصر عن ذرات العناصر الأخرى. - الذرات المختلفة تتحد بنسبة عددية بسيطة لتكوين المركبات. - في التفاعلات الكيميائية: تنفصل الذرات، أو تتحد، أو يُعاد ترتيبها.	جون دالتون John Dalton (1766 – 1844) م 

✓ ماذا قرأت؟ استنتج لماذا كان من الصعب على ديموقريطوس أن يدافع عن أفكاره؟

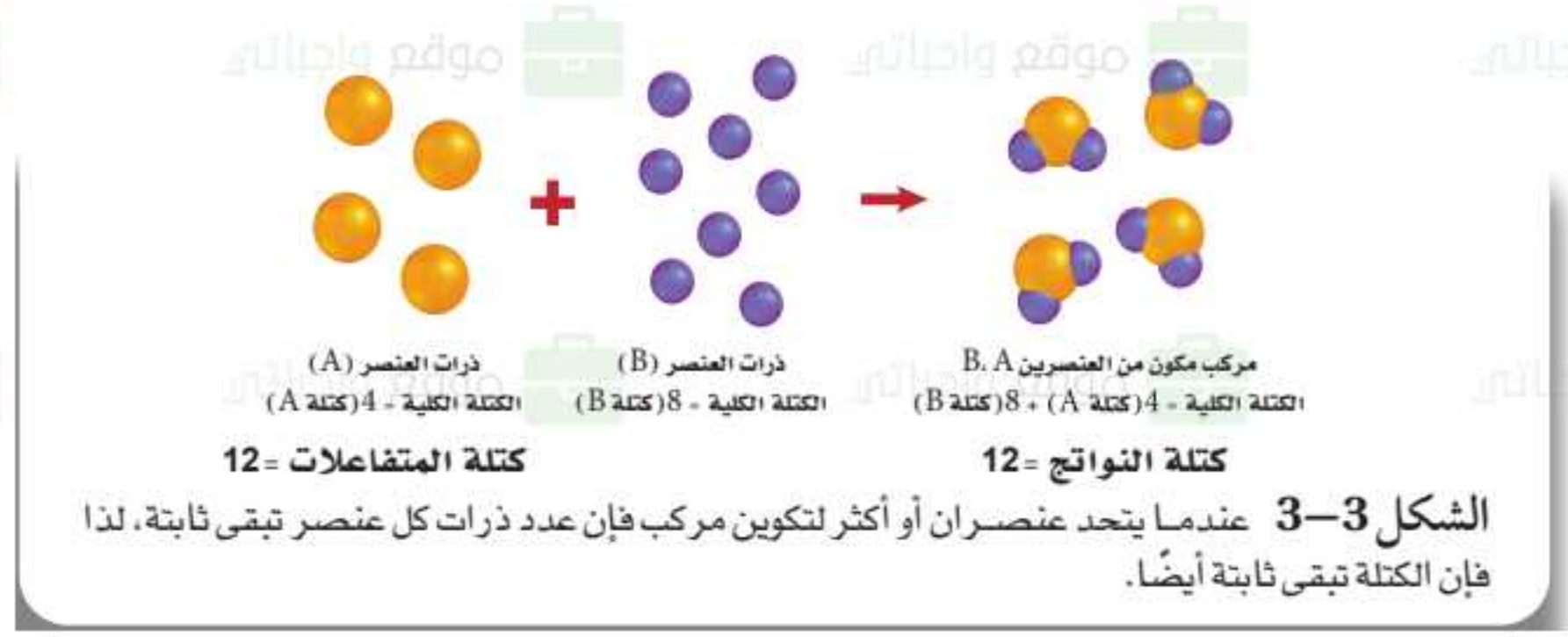
كان من الصعب على ديموقريطوس أن يدافع
عن أفكاره؛ لأنه لم يقيم بإجراء تجارب.

جون دالتون John Dalton أدت التجارب العلمية التي قام بها دالتون في القرن التاسع عشر إلى بداية تطور النظرية الذرية الحديثة. وعمل أيضًا على إعادة إحياء أفكار ديموقريطوس ومراجعتها، معتمدًا على نتائج البحث العلمي الذي قام به. وهناك تشابه من عدة وجوه بين أفكار دالتون وأفكار ديموقريطوس.

وبسبب تطور العلوم قام جون دالتون بالكثير من التجارب التي سمحت له بدعم فرضيته؛ حيث درس الكثير من التفاعلات الكيميائية، وسجل ملاحظات وقياسات دقيقة، حتى استطاع تحديد النسب الكتلية للعناصر الداخلة في التفاعلات. وقد أدت نتائج أبحاثه إلى ما أطلق عليه **نظرية دالتون الذرية**، التي قام بطرحها عام 1803م. وتجد النقاط الرئيسة لنظريته



الشكل 2-3 قام دالتون في كتابه المسمى (نظام جديد للفلسفة الكيميائية) بعرض رموز العناصر التي كانت معروفة في وقته، والترابطات المحتملة بينها.



ملخصة في الجدول 3-2. وقد قام بنشر أفكاره في كتابه المبين في الشكل 3-2

✓ **ماذا قرأت؟ قارن** بين أفكار ديموقريطوس وجون دالتون.

التشابه: تتكون المادة من ذرات لا تتجزأ، وتعود التغيرات في المادة إلى التغيرات في مجموعات الذرات.

الاختلافات: ذكر ديموقريطوس أن المادة تتكون من فراغ تتحرك خلاله الذرات، في حين لم يذكر جون دالتون ذلك. فقد بينت نظرية جون دالتون الذرية أن الذرات يمكن أن يتحد بعضها مع بعض لتكوين مركبات.

قانون حفظ الكتلة يبين قانون حفظ الكتلة أن الكتلة ثابتة (محفوظة) في التفاعلات الكيميائية، أي أنها لا تنقص ولا تزيد -إلا بقدره الله تعالى. وتوضح نظرية دالتون الذرية حفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي، على أساس أن ما يحدث للذرات هو فقط انفصال أو اتحاد أو إعادة ترتيب لها، فهذه الذرات لا تتحطم ولا يستحدث عنها ذرات أخرى. ويبين الشكل 3-3 أعلاه حفظ الكتلة عند اتحاد عناصر معينة لتكوين مركب ما؛ إذ بقي عدد ذرات كل عنصر قبل التفاعل وبعده هو نفسه. لقد أدى تقديم دالتون أدلته التجريبية المقنعة، وتفسيره الواضح لبنية المركبات وحفظ الكتلة إلى قبول عام لنظريته الذرية.

تعد نظرية دالتون الذرية خطوة كبيرة نحو النموذج الذري الحالي للمادة، لكنها لم تكن دقيقة، وهذا ما يحدث غالبًا في العلوم. لقد كان من الضروري إعادة النظر في نظرية دالتون للذرة بعد التوصل إلى معلومات جديدة لم يكن بإمكان النظرية تفسيرها. وسوف نتعلم في هذا الفصل أن دالتون كان مخطئًا في أن الذرات لا يمكن تجزئتها؛ إذ يمكن تجزئة الذرات إلى جسيمات ذرية. كما أن دالتون كان مخطئًا حين قال إن جميع الذرات المكونة للعنصر لها خواص متماثلة، فذرات العنصر الواحد يمكن أن تختلف قليلًا في كتلتها.

1. **الفكرة الرئيسية** قارن بين الطرائق المستعملة من قبل الفلاسفة الإغريق وجون دالتون لدراسة الذرة.

**لم يستطع الفلاسفة الإغريق القيام بتجارب لدعم فرضياتهم،
في حين استطاع جون دالتون القيام بكثير من التجارب التي
سمحت له بدعم فرضيته.**

2. عرّف الذرة بأسلوبك الخاص.

الذرة أصغر جزء في العنصر يحمل خواصه كلها.

3. لخص نظرية دالتون الذرية.

**تتكوّن المادة من ذرات لا تتجزأ. وتتشابه ذرات العنصر الواحد
في الحجم، والكتلة، والخواص الكيميائية. وتختلف ذرات عنصر
معين عن ذرات أيّ عنصر آخر. وتتحد الذرات المختلفة بنسب
عددية بسيطة وصحيحة لتكوين المركبات. وفي التفاعلات
الكيميائية تنفصل الذرات، أو تتحد، أو يُعاد ترتيبها.**

4. فسر العلاقة بين نظرية دالتون للذرة وقانون حفظ الكتلة.

**وضّح جون دالتون أن الذرات لا تستحدث ولا تفنى في التفاعلات
الكيميائية، ولكن يُعاد ترتيبها فقط.**

5. طبق إذا اتحدت ست ذرات من العنصر (A) مع 15 ذرة من العنصر (B) لإنتاج
ستة جزيئات من المركب، فما عدد ذرات كل من العنصرين A و B الموجودة في
جزيء واحد من المركب؟ هل استعملت جميع الذرات في تكوين المركب؟

**يتكون المركب AB_2 ؛ لذا فإن كل جزيء منه يحتوي على ذرة
(A) واحدة وذرتين من (B). ويتبقى ثلاث ذرات من (B)
دون أن تُستعمل في تكوين الجزيئات.**

6. صمم خريطة مفاهيمية تقارن فيها بين الأفكار الذرية المطروحة من قبل

ستتنوع الخرائط المفاهيمية، ولكن يجب أن تعكس الملخص الآتي:
كلاهما اعتقد أن المادة مكونة من أجزاء صغيرة جداً تُسمى
الذرات، والذرات المكونة للعنصر متماثلة، ولكنها تختلف
عن ذرات أي عنصر آخر. الذرات لا تستحدث ولا تتجزأ
ولا تتحطم. اعتقد ديمقريطس أيضاً أن المادة تتكون من
فراغ تتحرك فيه الذرات، وأن للأنواع المختلفة من الذرات
حجوماً وأشكالاً مختلفة، وأن اختلاف خواص الذرات يعود
إلى حجمها وشكلها وحركتها. في حين ذكر جون دالتون أن
الذرات المختلفة تتحد بنسبة عددية بسيطة لتكوين المركبات.

العالم	الفكرة
ديمقريطس و جون دالتون	كلاهما اعتقد أن المادة مكونة من أجزاء صغيرة جداً تُسمى الذرات ، والذرات المكونة للعنصر متماثلة ، ولكنها تختلف عن ذرات أي عنصر آخر . الذرات لا تستحدث ولا تتجزأ ولا تتحطم .
ديمقريطس	اعتقد ديمقريطس أيضاً أن المادة تتكون من فراغ تتحرك فيه الذرات ، وأن للأنواع المختلفة من الذرات حجوماً وأشكالاً مختلفة ، وأن اختلاف خواص الذرات يعود إلى حجمها وشكلها وحركتها
جون دالتون	ذكر جون دالتون أن الذرات المختلفة تتحد بنسب عددية بسيطة لتكوين المركبات

تعرف الذرة.

تمييز الجسيمات المكونة للذرة من حيث الشحنة والكتلة.

تصف تركيب الذرة متضمنًا مواقع الجسيمات المكونة للذرة.

مراجعة المفردات

النموذج: تفسير بصري أو شفوي أو رياضي للبيانات التي جُمعت من تجارب عديدة.

المفردات الجديدة

الذرة

أشعة المهبط

الإلكترون

النواة

البروتون

النيوترون

تعريف الذرة Defining the Atom

الفكرة الرئيسية تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات، وإلكترونات تتحرك حول النواة.

الربط مع الحياة إذا قضمت حبة خوخ فستدرك أن أسنانك تقطع لب الثمرة بسهولة، لكنها لا تستطيع المرور في النواة الصلبة. وبشكل مشابه نجد أن بعض الجسيمات يمكنها أن تمر عبر الأجزاء الخارجية للذرة، ولكنها تنحرف عن مركزها (النواة).

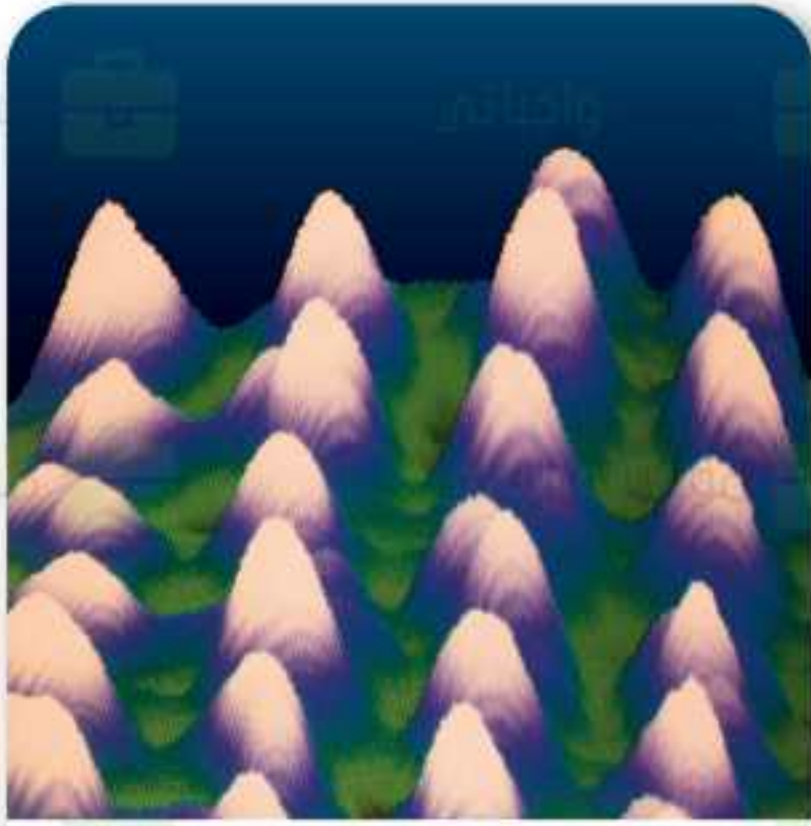
الذرة The Atom

الكثير من التجارب منذ أيام دالتون أثبتت وجود الذرات. لكن ما الذرة؟ للإجابة عن هذا السؤال، تخيل أنك قررت أن تبرد قطعة من النحاس لتتحول إلى كومة من خراطة النحاس. إن كل قطعة من خراطة النحاس ستبقى محتفظة بجميع خواص النحاس. وإذا أمكن - في وجود أدوات خاصة - أن تستمر في تجزئة فئات النحاس إلى جسيمات أصغر فإنك ستحصل في النهاية على جسيمات لا يمكن تجزئتها أكثر بالطرائق العادية، وستظل هذه الجسيمات الصغيرة محتفظة بخواص النحاس. ويسمى أصغر جزء يحتفظ بخواص العنصر الذرة.

يقدر عدد الذرات في قطعة صلبة من العملة النحاسية بحوالي 2.9×10^{22} ذرة، وهو ما يقدر بخمسة تريليون مرة أكبر من عدد سكان العالم في عام 2006م ويبلغ قطر ذرة النحاس الواحدة 1.28×10^{-10} m، فإذا وضعنا 6.5×10^9 ذرة من النحاس جنبًا إلى جنب فسوف يتكون خط من ذرات النحاس طوله أقل من متر واحد. ويوضح الشكل 3-4 طريقة أخرى لتصوير حجم الذرة. ويمكنك تصور صغر الذرة عندما تتخيل أنك كبرت الذرة بحيث تصبح في مثل حجم البرتقالة، فإذا صنعت ذلك فكأنك جعلت البرتقالة في مثل حجم الكرة الأرضية؛ مع المحافظة على نسبة التكبير نفسها.



الشكل 3-4 تخيل أنك تستطيع زيادة حجم الذرة ليكون مثل حجم البرتقالة. بنفس مقدار هذا التكبير تكون كأنك كبرت حجم البرتقالة إلى حجم الكرة الأرضية.



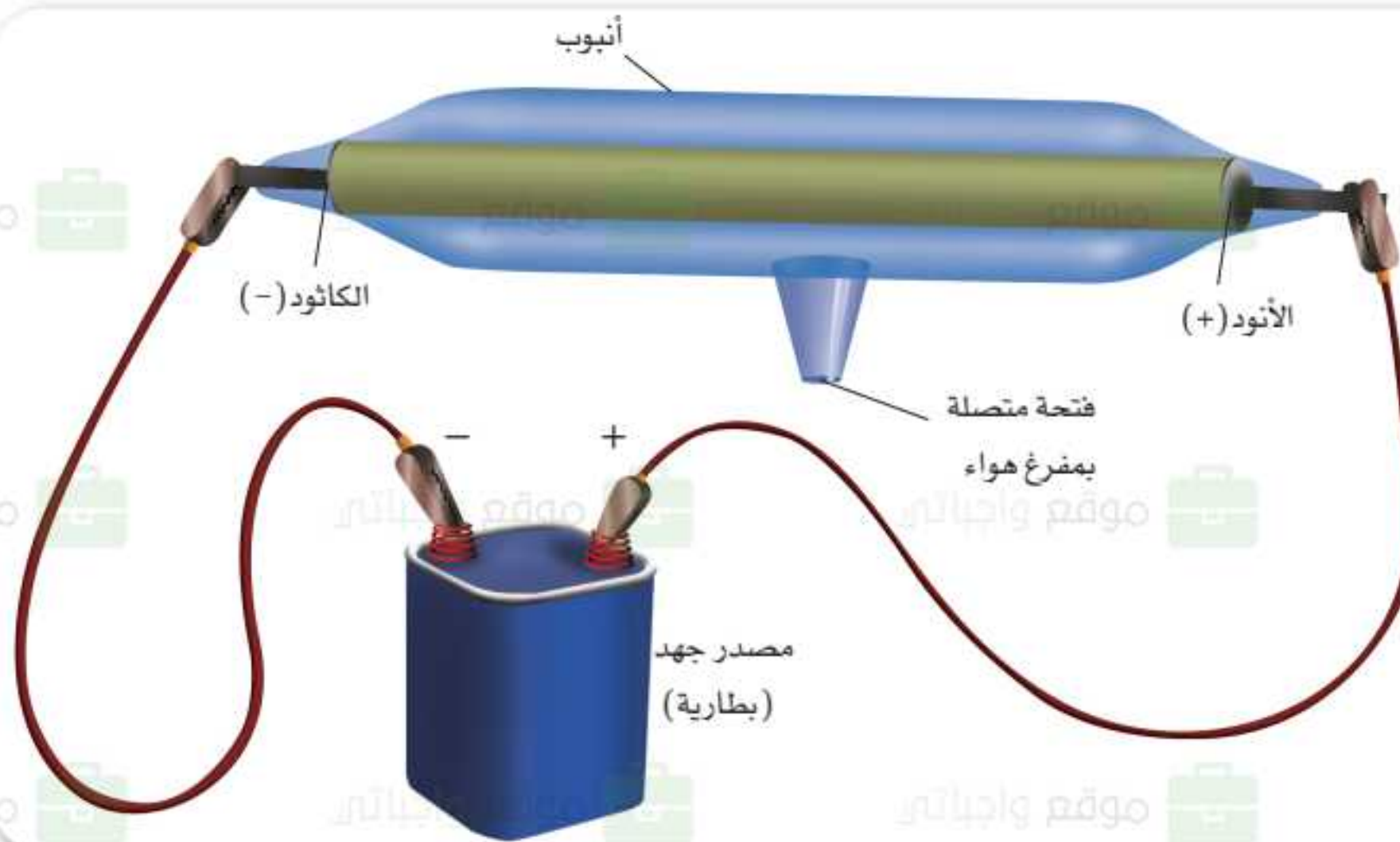
الشكل 3-5 هذه الصورة أخذت بجهاز STM، وهي تبين ذرات منفردة في حمض دهني على سطح من الجرافيت. وقد تم إضافة بعض الألوان للصورة لتوضيح صورة الذرات.

الرابط مع علم الأحياء **انظر إلى الذرات** قد تظن أنه لا توجد طريقة لرؤية الذرات؛ لأنها صغيرة جدًا. إلا أن هناك جهازًا خاصًا يسمى المجهر الأنبوبي الماسح Scanning Tunneling Microscope (STM) يسمح لنا برؤيتها. فكما تحتاج إلى المجهر لدراسة الخلايا في الأحياء فإن جهاز STM يسمح لك بدراسة الذرات. **والشكل 3-5** يوضح كيف تبدو الذرات عند رؤيتها بجهاز STM. والعلماء حاليًا قادرين على جعل ذرات منفردة تتحرك لتكون أشكالاً وأنماطاً، وآلات بسيطة أيضاً، وهو ما يعرف بتقنية النانو، والتي تُعدُّ بصناعة على المستوى الجزيئي، وبناء آلات بحجم صغير جدًا (حجم الجزيء). وسوف تعرف لاحقاً أن الجزيئات مجموعة من الذرات مرتبطة معاً، وتعمل كوحدة واحدة.

الإلكترون The Electron

كيف تبدو الذرة؟ هل تركيب الذرة متماثل، أم أنها مكونة من جسيمات أصغر؟ رغم أن كثيرًا من العلماء درسوا الذرات في القرن التاسع عشر إلا أن بعض هذه الأسئلة لم يُجب عنها حتى عام 1900م.

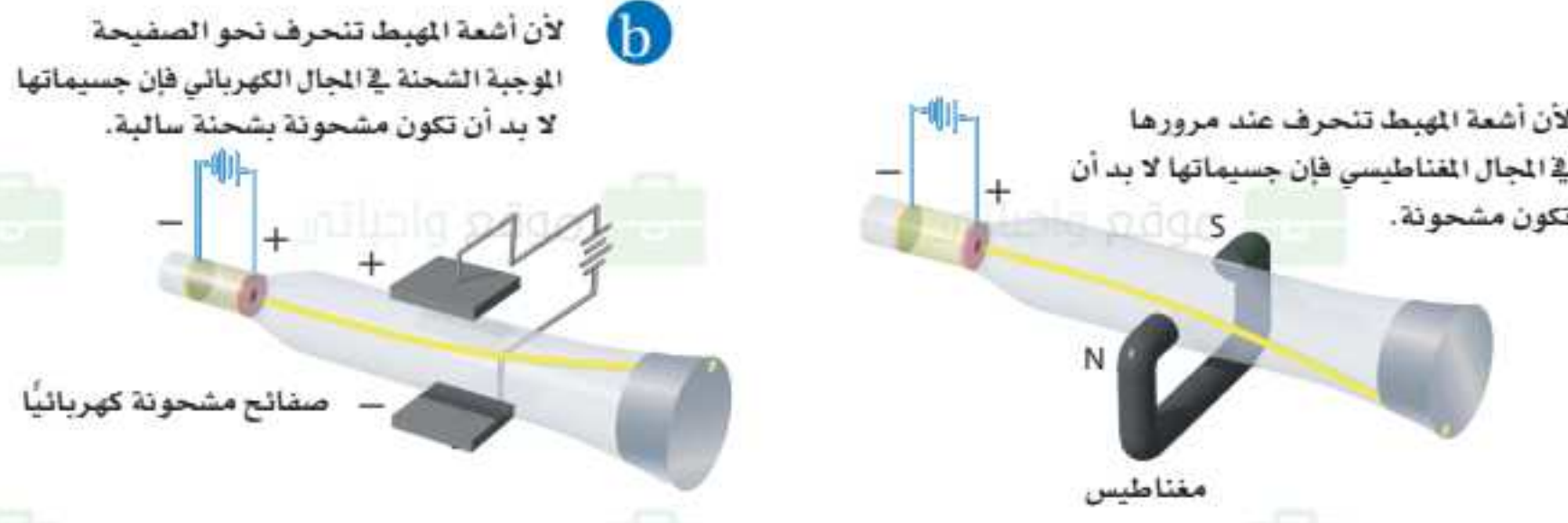
أنبوب أشعة المهبط (الكاثود) عندما حاول العلماء تعرّف مكونات الذرة بدؤوا يربطون بين كتلة المادة والشحنات الكهربائية. ولاستشكاف هذه العلاقة تساءل بعضهم: كيف تسلك الكهرباء في غياب المادة؟ فقاموا - بمساعدة مفرّغات الهواء - بتمرير الكهرباء في أنبوب زجاجي مُفرّغ من الهواء. تسمى مثل هذه الأنابيب أنابيب أشعة المهبط. ويبين الشكل 3-6 أنبوب أشعة المهبط الذي استعمله باحثون لدراسة العلاقة بين الكتلة والشحنة. لاحظ أن هناك أقطاباً معدنية موجودة على طرفي الأنبوب. ويسمى القطب الموصل بالطرف السالب للبطارية المهبط (الكاثود)، في حين يسمى القطب الموصل بالطرف الموجب المصعد (الأنود).



الشكل 3-6 أنبوب أشعة المهبط له قطبان، هما المهبط والمصعد. عندما تمرر تياراً كهربائياً تحت تأثير قوة كهربائية - فرق جهد - مناسبة، تنتقل الكهرباء من المهبط إلى المصعد.

الشكل 3-7 عند القيام بعمل

ثقب صغير في مركز المصعد ينتج شعاع رفيع من الإلكترونات يمكن الكشف عنه بطلاء الطرف الآخر للأنبوب بالفوسفور الذي يتوهج عندما تصطدم الإلكترونات به.



عندما كان العالم الفيزيائي السير وليام كروكس يعمل في مختبر معتم لاحظ ومضات ضوئية في أحد أنابيب أشعة المهبط، وكانت عبارة عن بريق أخضر نتج عندما اصطدمت بعض الأشعة بكبريتات الخارصين التي تغلف إحدى نهايتي الأنبوب. وبمزيد من البحث تبين أن هناك أشعة تمر في الأنبوب. وقد سمي هذا الشعاع الذي خرج من المهبط إلى المصعد **أشعة المهبط**، وقد أدى اكتشافها إلى اختراع التلفاز.

تابع العلماء أبحاثهم مستعملين أنابيب أشعة المهبط. ومع نهاية القرن التاسع عشر أصبحوا مقتنعين بما يلي:

- أشعة المهبط عبارة عن سيل من الجسيمات المشحونة.
- تحمل الجسيمات شحنات سالبة (القيمة الحقيقية للشحنة السالبة لم تكن معروفة).

ولأن تغير المعدن المكون للأقطاب أو تغير الغاز في الأنبوب لا يؤثر في أشعة المهبط الناتجة، فقد استنتج العلماء أن الجسيمات السالبة الشحنة لأشعة المهبط موجودة في جميع أشكال المادة، وقد عرفت **بالإلكترونات** ويرمز لها بالرمز e^- . وبين الشكل 3-7 بعض التجارب التي استعملت لتحديد خواص أشعة المهبط.

✓ **ماذا قرأت؟ اشرح كيف تم اكتشاف أشعة المهبط؟**

لاحظ العالم الفيزيائي وليام كروكس ومضات

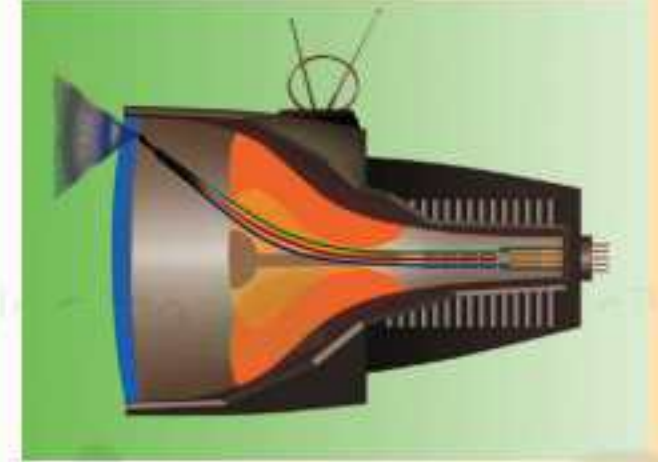
ضوئية في إحدى أنابيب الأشعة المهبطية عندما كان يعمل في مختبر معتم.

كتلة الإلكترون وشحنته رغم النجاح الذي تحقّق من تجارب أشعة المهبط، إلا أن أحداً لم يستطع تحديد كتلة جسيم واحد من جسيمات أشعة المهبط. لذا فقد بدأ العالم طومسون (1856-1940م) سلسلة من التجارب على أشعة المهبط في جامعة كامبردج في أواخر القرن التاسع عشر؛ لتحديد نسبة شحنتها إلى كتلتها.

نسبة الشحنة إلى الكتلة استطاع طومسون Thomson تحديد نسبة شحنة جسيمات أشعة المهبط إلى كتلتها، عندما قاس تأثير كل من المجال المغناطيسي والكهربائي في هذه الأشعة، ثم قارن هذه النسبة بنسب أخرى معروفة.

الكيمياء في واقع الحياة

أشعة المهبط



التلفزيون تم اختراع التلفاز عام 1920م. تتكون الصور التلفازية عموماً عندما تصطدم أشعة المهبط بمواد كيميائية - تغلف الشاشة من الخلف - منتجة الضوء.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

استنتج طومسون أن كتلة الجسيم المشحون أقل كثيراً من كتلة ذرة الهيدروجين، وهي أصغر ذرة معروفة. وهذا الاستنتاج كان مفاجئاً؛ لأنه يعني أن هذه الجسيمات أصغر من الذرة، لذا فإن جون دالتون كان مخطئاً؛ إذ يمكن تجزئة الذرات إلى جسيمات أصغر. ورغم أن نظرية دالتون الذرية كانت مقبولة بشكل واسع إلا أن استنتاجات طومسون كانت حاسمة، وإن وجد كثير من العلماء صعوبة في قبولها. لكن طومسون كان على صواب؛ فقد استطاع اكتشاف أول جسيم من الجسيمات المكونة للذرة وهو الإلكترون. وقد حصل طومسون على جائزة نوبل عام 1906م عن هذا الاكتشاف.

✓ **ماذا قرأت؟ لخص كيف اكتشف طومسون الإلكترون؟**

قام طومسون بإجراء سلسلة من التجارب باستعمال أنبوب الأشعة المهبطية، وعند قياس تأثير كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي لتحديد نسبة الكتلة إلى الشحنة لهذه الجسيمات استنتج أن هذه الجسيمات المشحونة أقل كتلةً من أصغر ذرة معروفة، مما يعني أن الذرات تتكون من أجزاء صغيرة.

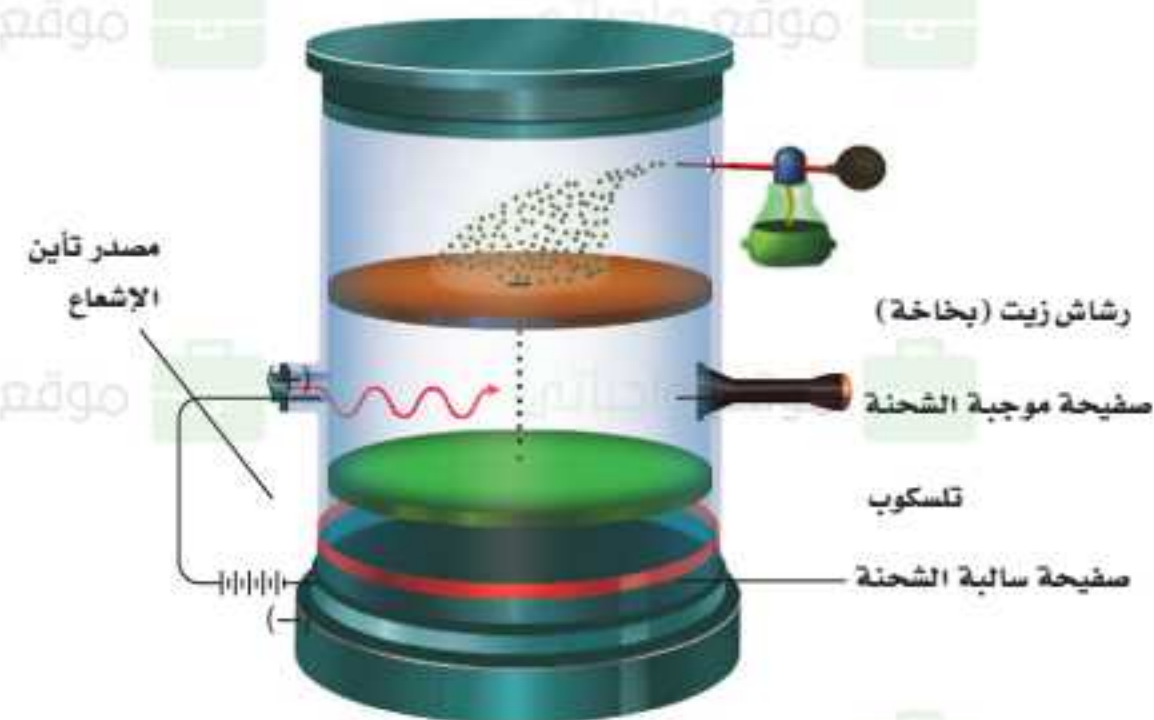
تجربة قطرة الزيت وشحنة الإلكترون إن التطور المهم التالي جاء عام 1910م، عندما قام العالم الفيزيائي روبرت ميليكان Robert Milliken بتحديد شحنة الإلكترون مستعملاً جهاز قطرة الزيت المبين في الشكل 3-8. في هذا الجهاز تم رش الزيت باستعمال بخاخ فوق صفيحتين متوازيتين ومشحونتين، تحتوي الصفيحة العليا على ثقب صغير يستطيع الزيت المرور من خلاله. وتصطدم أشعة X بالإلكترونات الموجودة في الجسيمات بين الصفيحتين. وعندها تلتصق الإلكترونات بقطرات الزيت، وتشحنها بشحنة سالبة. وبتغيير شدة المجال الكهربائي استطاع ميليكان ضبط سرعة سقوط قطرات الزيت، وحدد أن قيمة الشحنة الموجودة على كل قطرة ازدادت بكميات محددة، ووجد أن أبسط مقام مشترك يعادل 1.602×10^{-19} كولوم، وعرف هذا الرقم بشحنة الإلكترون، حيث يعادل شحنة إلكترون واحد.

وهكذا فإن الإلكترون الواحد يحمل شحنة مقدارها (-1) . لقد كانت تجربة ميليكان محكمة جداً، لدرجة أن الشحنة التي قاسها منذ مائة عام لا تختلف أكثر من 1% تقريباً عن القيمة المقبولة حالياً.

كتلة الإلكترون من خلال معرفة ميليكان بشحنة الإلكترون واستعماله نسبة الشحنة إلى الكتلة المعروفة مسبقاً، تمكن من حساب كتلة الإلكترون:

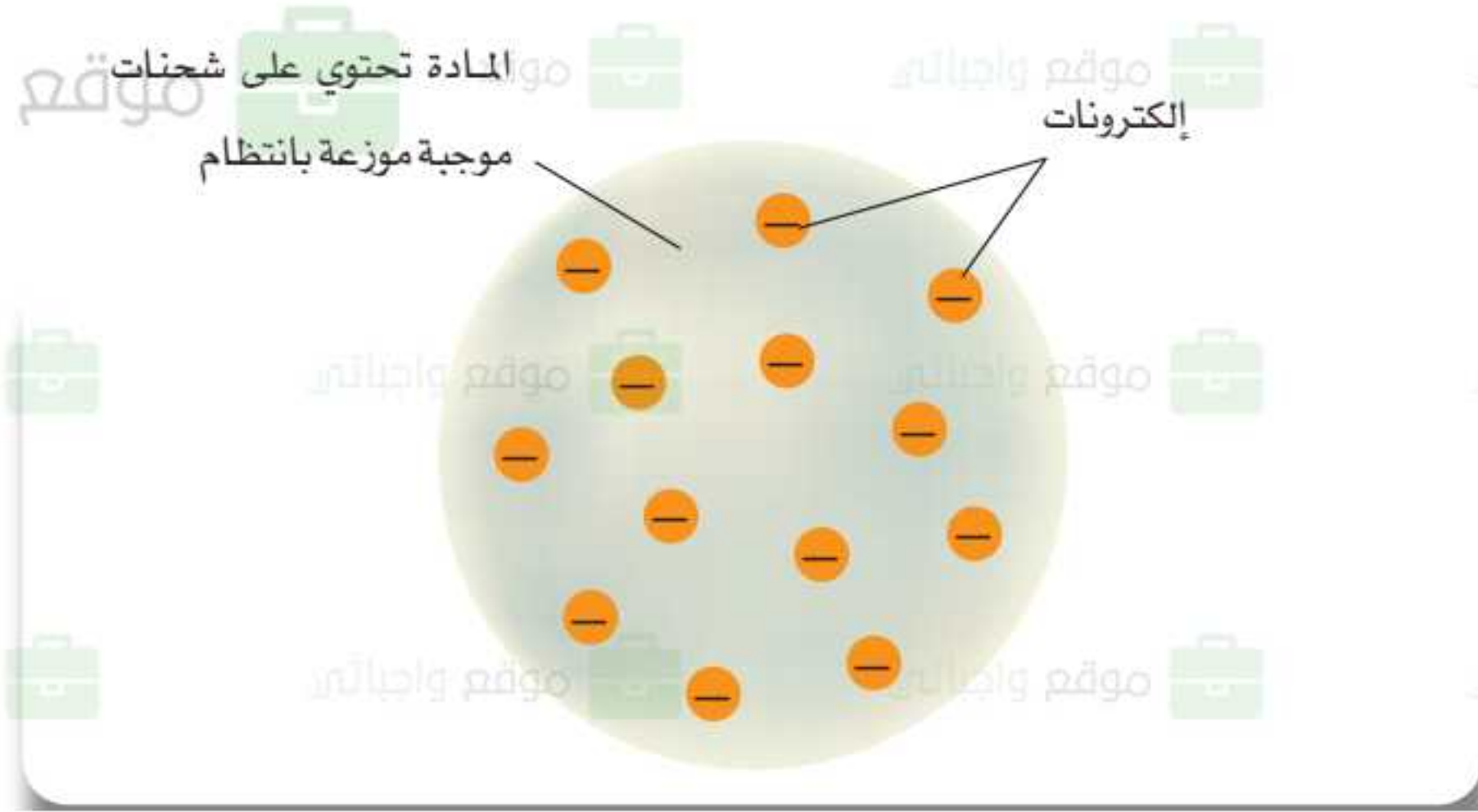
$$\text{كتلة الإلكترون} = 9.1 \times 10^{-28} \text{ g} = \frac{1}{1840} \text{ من كتلة ذرة الهيدروجين.}$$

الشكل 3-8 تعتمد حركة قطرات الزيت داخل جهاز ميليكان على شحنة القطرات، وعلى المجال الكهربائي. استعمل ميليكان التلسكوب لمراقبة القطرات، واستطاع التحكم في سرعة سقوطها من خلال تغيير شدة المجال الكهربائي. ومن خلال ملاحظاته تمكن من حساب مقدار الشحنة على كل قطرة.



الشكل 9-3 نموذج طومسون يبين

أن الذرة متماثلة، كرة موجبة الشحنة تحتوي على إلكترونات.



نموذج طومسون لقد أثار وجود الإلكترون ومعرفة بعض خواصه بعض الأسئلة المثيرة للاهتمام حول طبيعة الذرات. فمن المعروف أن المادة متعادلة، وليس لها شحنة كهربائية. وأنت لا تصعق عند لمسك الأشياء. فإذا وجدت الإلكترونات في جميع المواد وشحنتها سالبة، فكيف تكون المادة متعادلة؟ وكتلة الإلكترون صغيرة جداً. فما المسؤول عن كتلة الذرة؟

في محاولة للإجابة عن هذه الأسئلة اقترح طومسون نموذجاً للذرة كما ترى في الشكل 9-3 يتكون هذا النموذج من ذرات كروية الشكل مكونة من شحنات موجبة موزعة بانتظام، مغروس فيها إلكترونات منفردة سالبة الشحنة. لكن هذا النموذج لم يستمر طويلاً. ويلخص الشكل 10-3 التدرج التاريخي لدراسة تركيب الذرة.

✓ **ماذا قرأت؟** وضح نموذج طومسون الذري.

يتكون نموذج طومسون للذرة من إلكترونات تتوزع في شكل كروي منتظم يشبه توزيع قطع الخوخ في طبق من الحلوى بشكل منتظم.

الشكل 10-3 تطور النظرية الذرية الحديثة.

إن فهمنا الحالي لخواص الذرات والجسيمات المكونة لها وسلوك هذه الذرات والجسيمات يقوم على عمل العلماء من مختلف أنحاء العالم خلال القرنين الماضيين.

1911م من خلال تجربة صفيحة الذهب تمكن رذرفورد من تحديد خواص النواة، وتشمل الشحنة، والحجم، والكثافة.

1932م قام العلماء بتطوير مسرع الجسيمات لإطلاق بروتونات على أنوية الليثيوم، لتفتتها إلى أنوية هيليوم وتحرير الطاقة.

1910

1885

1860

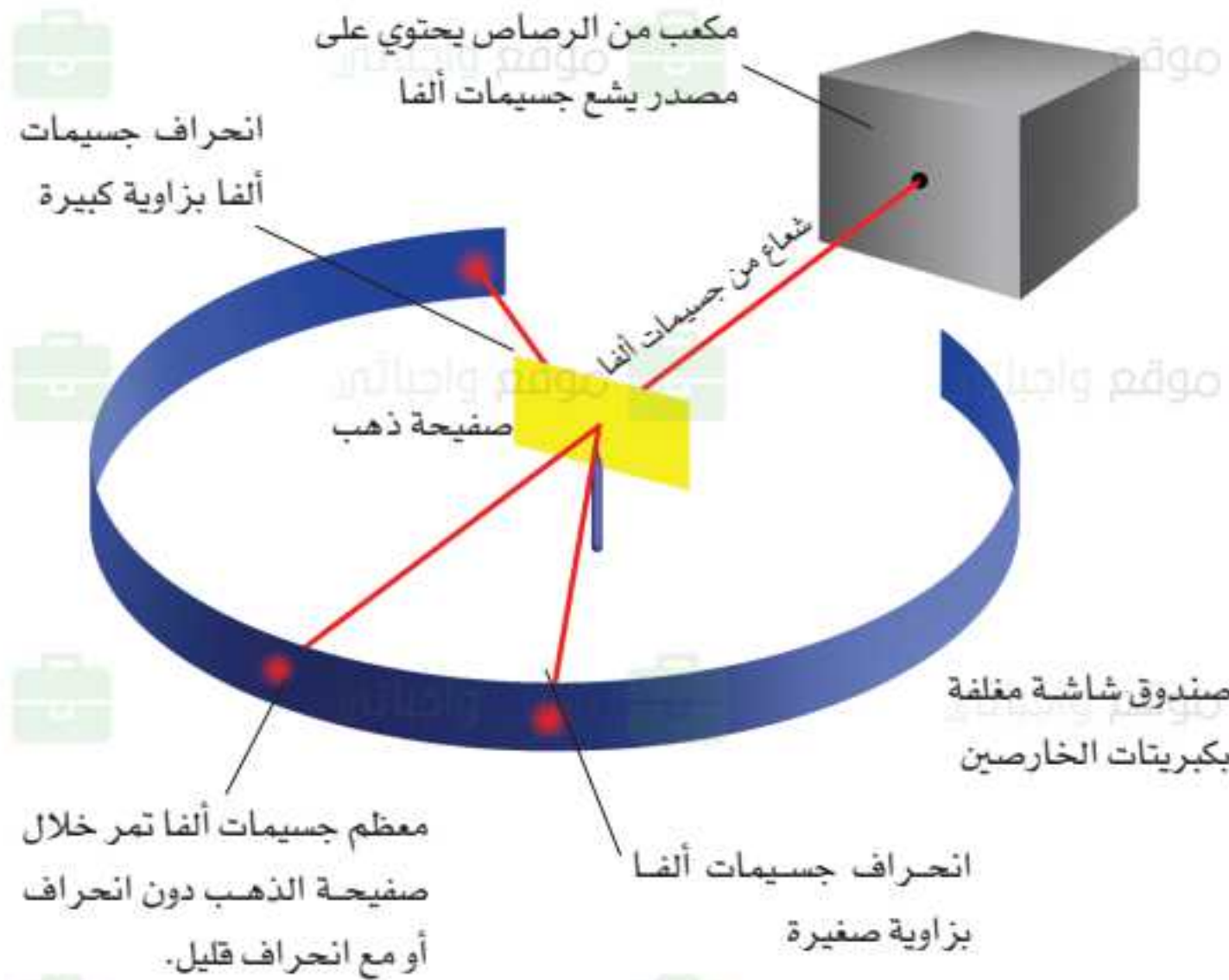
1932م أثبتت جيمس شادويك وجود النيوترونات.

1913م نشر نيلزبوهر نظرية عن تركيب الذرة تربط التوزيع الإلكتروني للذرات بخواصها الكيميائية.



1897م باستعمال أنبوب أشعة المهبط اكتشف طومسون الإلكترونات، وحدد نسبة كتلة الإلكترون إلى شحنته الكهربائية.





الشكل 11-3 خلال تجربة رذرفورد اصطدم شعاع من جسيمات ألفا بصفحة رقيقة من الذهب. معظم جسيمات ألفا مرت خلال الصفحة، بينما انحرف بعضها بزاوية، وارتد عدد قليل جداً من الجسيمات إلى الخلف.

النواة The Nucleus

تجربة رذرفورد في عام 1911م أجرى رذرفورد تجربة كما في الشكل 11-3، حيث وجه شعاعاً رقيقاً من جسيمات ألفا الموجبة في اتجاه صفحة رقيقة من الذهب، ووضع شاشة مغلقة بكبريتيد الخارصين حول صفحة الذهب، حيث تقوم الشاشة بإظهار الضوء عند اصطدام جسيمات ألفا بها. وبملاحظة أماكن حدوث اللمعان استطاع العلماء أن يقرروا ما إذا كانت ذرات صفحة الذهب قد حرفت جسيمات ألفا عن مسارها. وقد لاحظ رذرفورد وزملاؤه من خلال التجربة أن نسبة قليلة من جسيمات ألفا انحرفت بزاوية كبيرة، بينما ارتد عدد قليل جداً من الجسيمات إلى الخلف في اتجاه مصدر الأشعة.

2007م في مركز أبحاث سيرن تمت دراسة خواص الجسيمات المكونة للذرة والمادة النووية.



1954م تم في سيرن- وهو أكبر مركز أبحاث ذري فيزيائي موجود في سويسرا- دراسة فيزياء الجسيمات.

1938م نجح ليزا مايتز، وأتوهان، وفريتزستراوسمان في شطر ذرات اليورانيوم في عملية سُميت الانشطار النووي.



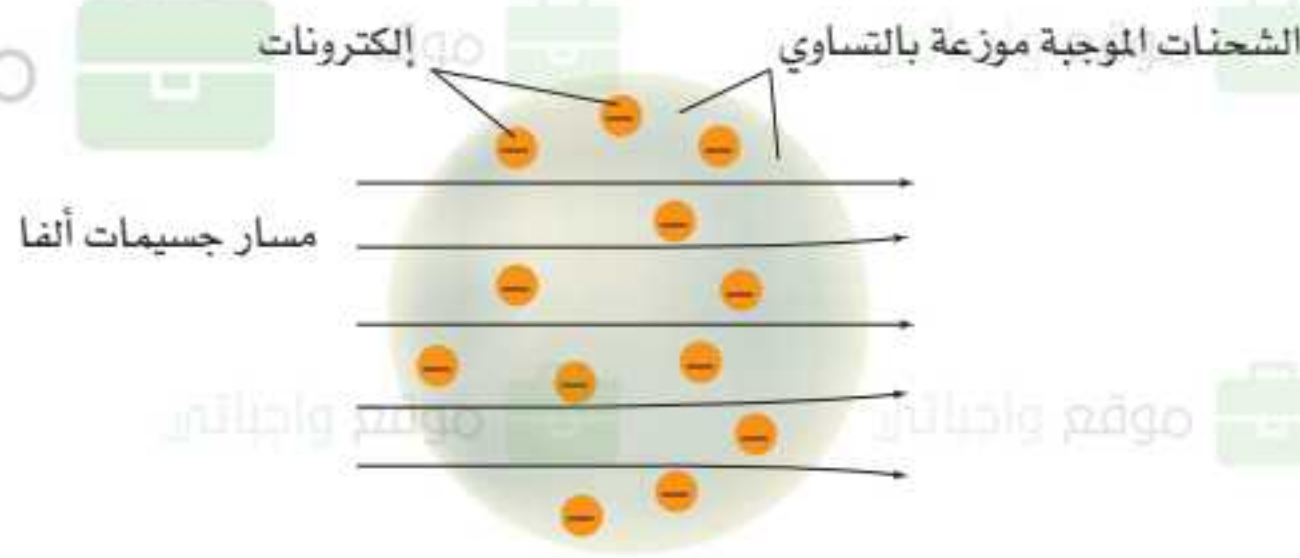
2010

1985

1960

1968م قدم العلماء أول دليل تجريبي على وجود الجسيمات المكونة لنواة الذرة والتي عرفت بالكواركات.

1939-1945م قام العلماء في الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا بشكل منفصل بعمل مشاريع لتطوير أول سلاح نووي.



الشكل 12-3 بالاعتماد على نموذج طومسون

توقع رذرفورد أن جسيمات ألفا الضوئية ستمر من خلال صفيحة الذهب. وأن جزءاً قليلاً فقط سينحرف قليلاً.

من خلال معرفة رذرفورد بنموذج طومسون للذرة توقع أن مسار جسيمات ألفا السريعة ذات الكتلة الكبيرة سوف تنحرف قليلاً نتيجة اصطدامها بالإلكترونات. لأن الشحنة الموجبة موزعة بانتظام في ذرات الذهب فقد اعتقد أنها لا تحرف مسار أشعة ألفا أيضاً. ويبين الشكل 12-3 نتائج تجربة رذرفورد.

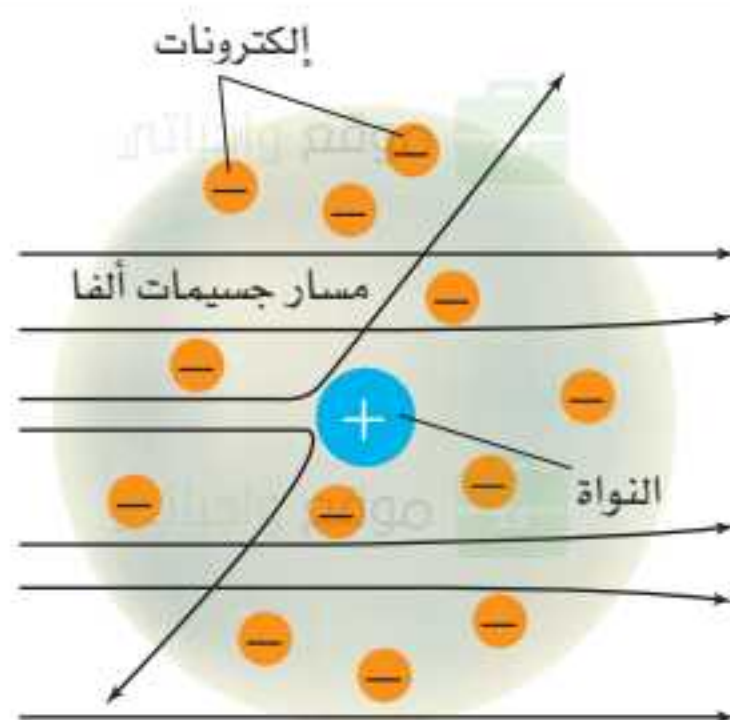
نموذج رذرفورد للذرة استنتج رذرفورد أن نموذج طومسون لم يكن صحيحاً؛ لأنه لم يستطع أن يفسر نتائج تجربة رقاقة الذهب. واعتماداً على خواص جسيمات ألفا والإلكترونات، وعلى تكرار الارتدادات استنتج أن الذرة تتكون غالباً من فراغ تتحرك فيه الإلكترونات. كما استنتج أن معظم الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها تتركز في مكان صغير وكثيف في مركز الذرة، سماه **النواة**. وترتبط الإلكترونات السالبة الشحنة بالذرة من خلال التجاذب مع النواة الموجبة الشحنة، ويبين الشكل 13-3 نموذج رذرفورد الذري.

ولأن نواة الذرة تحتل حيزاً صغيراً في الذرة وتحتوي على معظم كتلة الذرة فإن النواة كثيفة جداً. إن حجم الفراغ الذي تتحرك فيه الإلكترونات كبير جداً مقارنة بحجم النواة. وإن قطر الذرة يعادل تقريباً عشرة آلاف مرة قطر النواة.

✓ **ماذا قرأت؟ صف** نموذج الذرة الذي وضعه رذرفورد.

تتكون الذرة في نموذج رذرفورد من جزء صغير وكثيف في مركز الذرة يُسمى النواة، تحتوي على معظم الشحنة الموجبة ومعظم كتلة الذرة. وتتحرك الإلكترونات السالبة في الفراغ المحيط بالنواة.

تعمل قوة التنافر الناتجة بين جسيمات ألفا الموجبة والنواة الموجبة على انحراف جسيمات ألفا. ويبين الشكل 13-3 نتائج تجربة رقاقة الذهب في نموذج رذرفورد الذري. ويوضح هذا النموذج أيضاً أن الذرة متعادلة كهربائياً؛ فالشحنة الموجبة للنواة تعادل الشحنة السالبة للإلكترونات، لكن هذا النموذج لم يستطع تفسير كتلة الذرة.



الشكل 13-3 في نموذج رذرفورد للذرة تتكون الذرة من نواة كثيفة موجبة

الشحنة، محاطة بالإلكترونات السالبة الشحنة. تنحرف جسيمات ألفا التي تمر بعيداً عن النواة قليلاً. أما جسيمات ألفا التي تمر مباشرة بالقرب من النواة فتتحرف بزوايا كبيرة.

استنتج. ما القوة المسببة لانحراف جسيمات ألفا؟

تتنافر جسيمات ألفا الموجبة مع النواة الموجبة الشحنة.

تجربة رذرفورد

ارجع الى دليل التجارب العملية على منصة عين الاثرانية

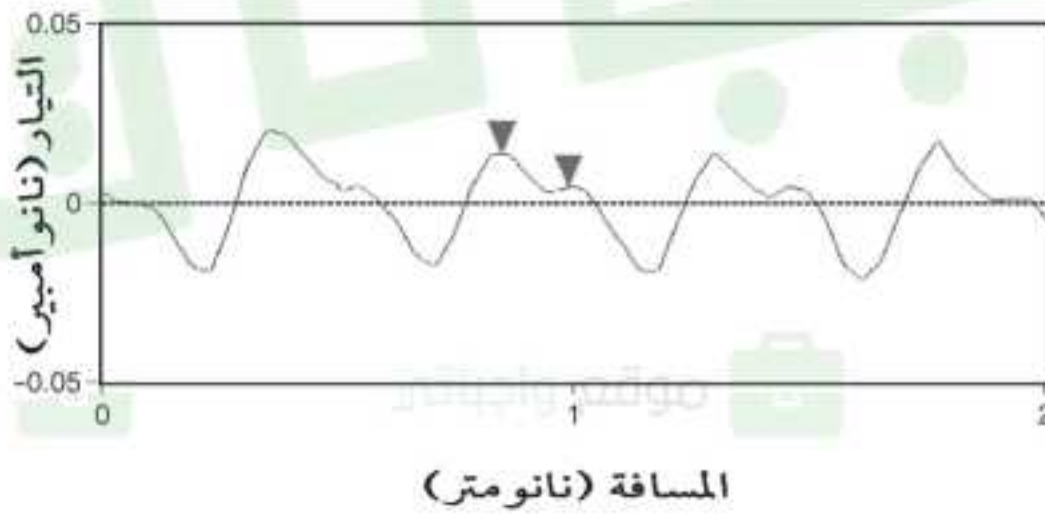
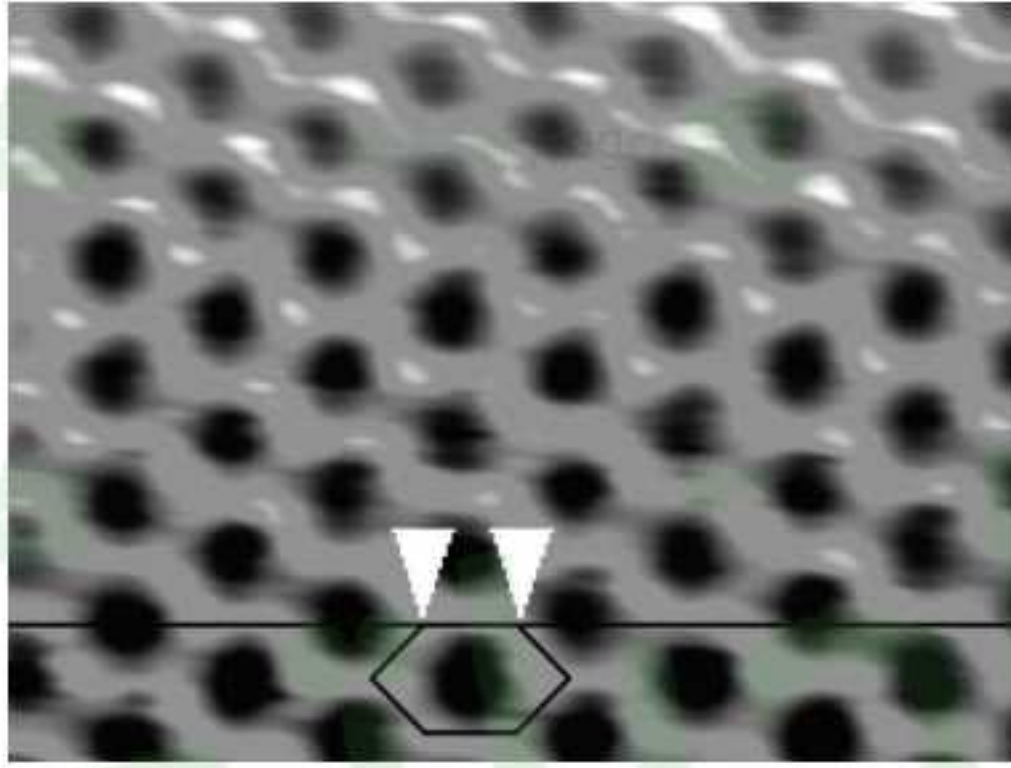


البروتون والنيوترون في عام 1920م قام رذرفورد بشرح مفهوم النواة، واستنتج أن النواة تحتوي على جسيمات تسمى البروتونات. البروتون ويرمز له بالرمز (P) جسيم ذري يحمل شحنة تساوي شحنة الإلكترون، لكنها موجبة. شحنة البروتون (+1).

وفي عام 1932م بين العالم جيمس شادويك James Chadwick أن النواة تحتوي أيضاً على جسيمات متعادلة سميت النيوترونات. والنيوترون جسيم ذري كتلته قريبة من كتلة البروتون، ولكنه لا يحمل شحنة كهربائية ويرمز له بالرمز (n). وفي عام 1935م حصل شادويك على جائزة نوبل في الفيزياء؛ لإثباته وجود النيوترون.

مختبر تحليل البيانات

تفسير الأشكال التوضيحية العلمية



ما المسافات الظاهرة بين ذرات الكربون في مادة ذات شكل بلوري ثابت؟

لرؤية الذرات منفردة استعمل العلماء المجهر الأنبوبي الماسح (STM) لفحص مادة بلورية تسمى مبلمرة الجرافيت العالية الترتيب، ورمز إليها بـ (HOPG). يستعمل جهاز STM لعمل صورة سطحية على المستوى الذري.

الملاحظات والبيانات

تبين الصورة جميع ذرات الكربون في سطح مادة الجرافيت، وتتكون كل حلقة سداسية في الصورة من ثلاث بقع لامعة مفصولة بثلاث بقع معتمة، وهذه البقع اللامعة ناشئة عن تتابع ذرات الكربون في سطح الجرافيت. ويدل المقطع العرضي الموجود أسفل الصورة على الخط المرسوم في الصورة، وهو يعبر عن المسافات بين الذرات بحيث تكون الأبعاد بين الذرات لها مسافة واحدة متكررة دورياً.

التفكير الناقد

1. ماذا تمثل البقع السوداء الموجودة في الشكل؟
تمثل البقع السوداء الموجودة في الشكل فجوات في تركيب الجرافيت.

2. ما عدد ذرات الكربون التي يمر بها الخط المرسوم في الشكل؟

عدد ذرات الكربون = 9، كل قمة وواجهة في المقطع العرضي تمثلان ذرة كربون.

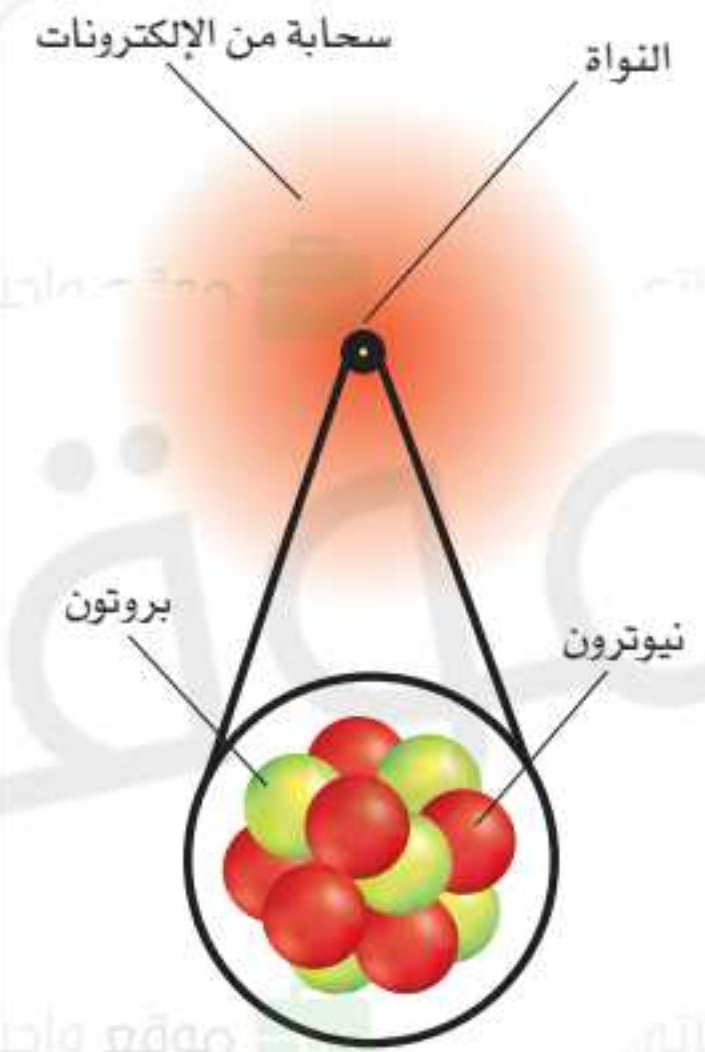
الجدول 3-3

خواص الجسيمات المكونة للذرة

الجسيمات المكونة للذرة	الرمز	الموقع	الشحنة الكهربائية النسبية	الكتلة النسبية	الكتلة الحقيقية (g)
الإلكترون	e^-	في الفراغ المحيط بالنواة	-1	$\frac{1}{1840}$	9.11×10^{-28}
البروتون	p	في النواة	+1	1	1.673×10^{-24}
النيوترون	n	في النواة	صفر	1	1.675×10^{-24}

إكمال نموذج الذرة جميع الذرات مكونة من ثلاثة جسيمات ذرية أساسية، هي: الإلكترون، والبروتون، والنيوترون. والذرة كروية الشكل، تحتوي على نواة صغيرة وكثيفة، مكونة من شحنات موجبة محاطة بالإلكترون (أو أكثر) سالب الشحنة. ومعظم حجم الذرة فراغ يحتوي على إلكترونات سريعة الحركة، وهي تتحرك في الفراغ المحيط بالنواة. ترتبط الإلكترونات مع الذرة من خلال التجاذب مع الشحنات الموجبة في النواة. وتتكون النواة من نيوترونات متعادلة الشحنة (إلا نواة ذرة الهيدروجين التي تحتوي على بروتون واحد فقط، ولا تحتوي على نيوترونات)، وبروتونات موجبة الشحنة. وتشكل النواة أكثر من 99.97% من كتلة الذرة. وتشغل حوالي 0.0001 من حجم الذرة. ولأن الذرة متعادلة كهربائياً فإن عدد البروتونات في النواة يعادل عدد الإلكترونات المحيطة بها. ويبين الشكل 3-14 مكونات الذرة، وخواص جسيماتها الأساسية الملخصة في الجدول 3-3.

ولا تزال مكونات الذرة موضع اهتمام الكثير من علماء العصر الحديث. وفي الواقع حدد العلماء أن للبروتونات والنيوترونات تركيبها الخاص بها، وأنها مكونة من جسيمات تسمى كواركات. ويفسر السلوك الكيميائي من خلال إلكترونات الذرة كما ستدرس لاحقاً.



الشكل 3-14 تتكون الذرات من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات محاطة بسحابة من الإلكترونات.

7. **الفكرة الرئيسية** صف تركيب الذرة، وحدد موقع كل جسيم فيها.

تتكوّن الذرة من نواة صغيرة وكثيفة في المركز تحتوي على البروتونات والنيوترونات. والنواة محاطة بسحابة من الإلكترونات سالبة الشحنة.

8. قارن بين نموذج طومسون ونموذج رذرفورد.

يصف نموذج طومسون الذرات بأنها جسيمات كروية الشكل، مكوّنة من شحنات موجبة موزعة بانتظام مغروس فيها إلكترونات منفردة سالبة الشحنة، وضعت في أماكن محدّدة. وبالمقارنة بنموذج رذرفورد، فإن معظم حجم الذرة فراغ، وتشتمل على نواة مركزية صغيرة وكثيفة تحتوي على معظم كتلة الذرة والشحنات الموجبة. وتتحرك الإلكترونات السالبة الشحنة في الفراغ مرتبطة مع الذرة، عن طريق قوة التجاذب مع نواتها الموجبة.

9. قوّم التجارب التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترونات السالبة الشحنة موجودة في جميع المواد.

يُبيّن انحراف الإلكترونات نحو الصفائح الموجبة الشحنة طبيعة الشحنة السالبة للإلكترونات. إن تغيير المعدن المكوّن للقطب أو تغيير الغاز المستعمل في أنبوب الأشعة المهبطية لا يؤثر في الأشعة المهبطية الناتجة. لذا، استنتج العلماء أن الإلكترونات موجودة في جميع المواد.

10. قارن الشحنة والكتلة النسبية لكل من الجسيمات المكونة للذرة.

الكتلة النسبية	الشحنة الكهربائية	الدقائق المكونة للذرة
$\frac{1}{1840}$	$1-$	الإلكترون
1	$1+$	البروتون
1	صفر	النيوترون

11. احسب الفرق بالـ (kg) بين كتلة البروتون وكتلة الإلكترون.

$$1.673 \times 10^{-24} \text{g} - 9.11 \times 10^{-28} \text{g} = 1.672 \times 10^{-24} \text{g}$$

$$1.672 \times 10^{-24} \text{g} \times 1 \text{kg} / 1000 \text{g} = 1.672 \times 10^{-27} \text{kg}$$

الأهداف

- تفسر دور العدد الذري في تحديد هوية الذرة.
- تعرف النظائر.

- تفسر سبب أن الكتل الذرية ليست أعداداً صحيحة.
- تحتسب عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرة مستعملاً العدد الكتلي والعدد الذري.

مراجعة المفردات

الجدول الدوري: نموذج تترتب فيها جميع العناصر المعروفة تصاعدياً بحسب أعدادها الذرية في شبكة ذات صفوف أفقية تسمى دورات، وأعمدة تسمى مجموعات.

المفردات الجديدة

العدد الذري

النظائر

العدد الكتلي

وحدة الكتلة الذرية

الكتلة الذرية

كيف تختلف الذرات؟

How Atoms Differ?

الفكرة الرئيسية: يحدد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوع الذرة.

الربط مع الحياة: تعلم أن الأرقام تستعمل يومياً لتعرف الأشخاص والأشياء. فعلى سبيل المثال، لكل مواطن يتم إصدار رقم وطني في الأحوال المدنية يُعرف به يسمى رقم الهوية الوطنية. وبالمثل فإن العدد الذري يستعمل ليحدد هوية الذرات وأنويتها.

العدد الذري Atomic Number

كما ترى في الجدول الدوري للعناصر، هناك أكثر من مائة وثمانية عشر عنصراً مختلفاً. ما الذي يجعل ذرة عنصر ما تختلف عن ذرة عنصر آخر؟ اكتشف العالم هنري موزلي Henry Moseley أن ذرات كل عنصر تحتوي على شحنات موجبة في أنويتها. وهكذا فإن عدد البروتونات في الذرة يحدد نوعها بوصفها ذرة عنصر معين. ويشار إلى عدد البروتونات في الذرة بالعدد الذري. ويكتب أعلى رمز العنصر (X) والعدد الذري (X) وتُحصل من خلال الجدول الدوري على معلومات عن العناصر، ومنها الهيدروجين المبين في الشكل 3-15. فالرقم (1) الموجود فوق رمز الهيدروجين H في الجدول الدوري يشير إلى عدد البروتونات أو العدد الذري. وبالاتقال عبر الجدول الدوري في اتجاه اليمين تصل إلى عنصر الهيليوم He الذي يحتوي نواته على بروتونين، أي أن العدد الذري له (2). ويبدأ الصف التالي في الجدول الدوري بعنصر الليثيوم Li الذي عدده الذري (3)، يتبعه عنصر البريليوم Be وعدده الذري (4). وهكذا فإن الجدول الدوري مرتب من اليسار إلى اليمين، ومن أعلى إلى أسفل، تصاعدياً بحسب الأعداد الذرية للعناصر. ولأن جميع الذرات متعادلة فإن عددي البروتونات والإلكترونات في الذرة الواحدة يجب أن يكونا متساويين. لذا فإن معرفتك بالعدد الذري للعنصر تمكنك من معرفة عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في الذرة. فعلى سبيل المثال، تحتوي ذرة الليثيوم على ثلاثة بروتونات وثلاثة إلكترونات؛ لأن عددها الذري (3).

العدد الذري

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

العدد الذري للعنصر يساوي عدد البروتونات، وهو يساوي أيضاً عدد الإلكترونات في الذرة.

الشكل 3-15 يمثل كل عنصر في الجدول الدوري

باسمه الكيميائي، والعدد الذري، والرمز الكيميائي، ومتوسط الكتلة الذرية.

حدد عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة ذهب.

هيدروجين	الاسم الكيميائي
1	العدد الذري
H	الرمز الكيميائي
1.008	متوسط الكتلة الذرية

تحتوي ذرة الذهب على

79 بروتوناً، و79 إلكترونًا.

العدد الذري أكمل الجدول الآتي:

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

1 تحليل المسألة

طبق العلاقة بين العدد الذري، وعدد البروتونات، وعدد الإلكترونات؛ لإكمال الفراغات في الجدول أعلاه، ثم استعمل الجدول الدوري لتحديد العنصر.

المعطيات

- a. عدد الإلكترونات (e^-) = العدد الذري للرصاص = 82
 b. عدد البروتونات $(P) = 8$
 c. عدد الإلكترونات $(e^-) = 30$

المطلوب

- a. عدد البروتونات (P) ، عدد الإلكترونات $(e^-) = ?$
 b. العنصر، العدد الذري، عدد الإلكترونات $(e^-) = ?$
 c. العنصر، العدد الذري، عدد البروتونات $(P) = ?$

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري

عوض العدد الذري يساوي 82

طبق علاقة العدد الذري

عوض عدد البروتونات يساوي 8

استعمل الجدول الدوري لتعرف العنصر

طبق علاقة العدد الذري

عوض عدد البروتونات يساوي 30

استعمل الجدول الدوري لتعرف العنصر

3 تقويم الإجابة

تتفق الأجوبة مع الأعداد الذرية ورموز العناصر الموجودة في الجدول الدوري.

12. ما عدد البروتونات والإلكترونات في كل من ذرتي العنصرين الآتين؟

a. الرادون Rn

تحتوي ذرة الرادون 86 بروتوناً، و86 إلكترونًا.

b. الماغنسيوم Mg

تحتوي ذرة الماغنسيوم 12 بروتوناً، و12 إلكترونًا.

13. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 66 إلكترونًا؟

دايسبروسيوم.

14. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 14 بروتوناً؟

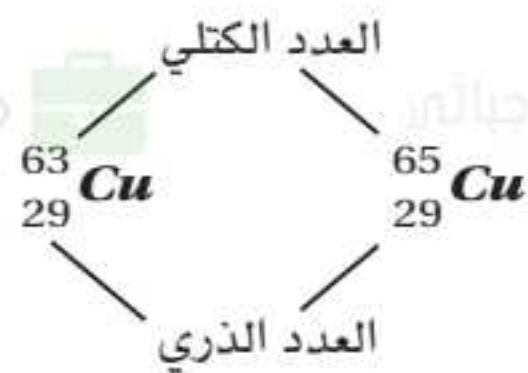
السليكون.

15. تحفيز هل الذرات المبينة في الشكل عن اليسار لها العدد الذري نفسه؟



نعم، عددها الذري يساوي 9.

النظائر والعدد الكتلي Isotopes and Mass Number



الشكل 16-3 الرمز الكيميائي لعنصر النحاس Cu. كانت الدروع قديمًا تصنع من نحاس -63، بنسبة 69.15%، ونحاس -65 بنسبة 30.85%.

كان جون دالتون مخطئًا عندما اعتقد أنه لا يمكن تجزئة الذرات، وأن ذرات العنصر الواحد متشابهة؛ وذلك أن ذرات العنصر الواحد لها نفس عدد البروتونات وعدد الإلكترونات، إلا أن عدد النيوترونات قد يختلف. فعلى سبيل المثال، هناك ثلاثة أنواع من ذرات البوتاسيوم موجودة في الطبيعة، ويحتوي كل نوع منها على 19 بروتونًا و19 إلكترونًا، بينما يحتوي أحد أنواع ذرة البوتاسيوم على 20 نيوترونًا، والآخر على 21 نيوترونًا، والثالث على 22 نيوترونًا. تسمى الذرات التي لها عدد البروتونات نفسه لكنها تختلف في عدد النيوترونات **النظائر**.

كتلة النظائر النظائر التي تحتوي على عدد أكبر من النيوترونات تكون كتلتها أكبر. وعلى الرغم من هذه الاختلافات إلا أن ذرات نظائر العنصر يكون لها السلوك الكيميائي نفسه. وستعرف لاحقًا أن السلوك الكيميائي يحدده فقط عدد الإلكترونات الموجودة في الذرة. **تحديد النظائر** كل نظير من نظائر العنصر يعرف بعدده الكتلي. **العدد الكتلي** مجموع عدد البروتونات (العدد الذري) وعدد النيوترونات في نواة العنصر.

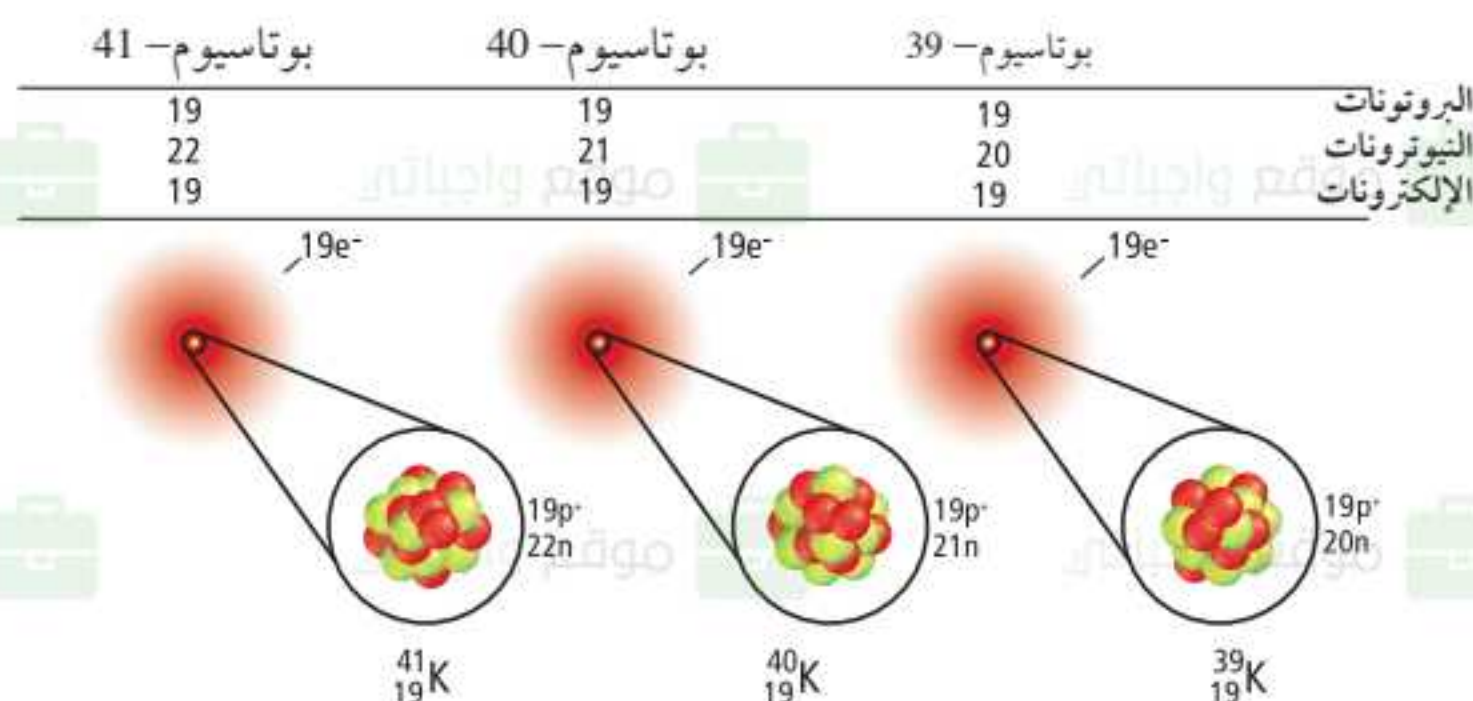
العدد الكتلي

العدد الكتلي = العدد الذري + عدد النيوترونات

العدد الكتلي لأي ذرة هو مجموع العدد الذري وعدد النيوترونات.

فعلى سبيل المثال لعنصر النحاس نظيران. النظير الذي يحتوي على 29 بروتونًا و34 نيوترونًا عدده الكتلي 63، ويكتب نحاس -63، أو Cu-63 أو ⁶³Cu. والعدد الكتلي للنظير الذي يحتوي على 29 بروتونًا و36 نيوترونًا هو 65، ويكتب نحاس -65 أو Cu-65 أو ⁶⁵Cu. ويكتب الكيميائيون النظائر أيضًا باستعمال تعابير الرمز الكيميائي والعدد الذري والعدد الكتلي، كما هو مبين في الشكل 16-3.

النظائر في الطبيعة توجد معظم العناصر في الطبيعة على هيئة مخاليط من النظائر. وعند الحصول على أي عينة من العنصر فإن نسبة وجود كل نظير تبقى ثابتة. فعلى سبيل المثال، عند فحص عينة من الموز نجد أنها تحتوي على 93.26% من ذرات البوتاسيوم التي تحتوي على 20 نيوترونًا، و6.73% من ذراته التي تحتوي على 22 نيوترونًا، و0.01% من ذراته التي تحتوي على 21 نيوترونًا. وعند فحص عينة أخرى من الموز أو مصدر آخر للبوتاسيوم فإننا سنجد أن نسبة نظائر البوتاسيوم فيها هي نفسها. ويلخص الشكل 17-3 المعلومات المتعلقة بنظائر البوتاسيوم الثلاثة.



الشكل 17-3 للبوتاسيوم ثلاثة

نظائر موجودة في الطبيعة، وهي بوتاسيوم -39، بوتاسيوم -40، بوتاسيوم -41.

اعمل قائمة بعدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات لكل نظير من نظائر النحاس.

العنصر	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	عدد الإلكترونات
النحاس -63	29	34	29
النحاس -65	29	36	29

مثال 2-3

استعمل العدد الذري والعدد الكتلي تم تحليل تركيب نظائر عدة عناصر في أحد مختبرات الكيمياء. ويتضمن الجدول الآتي البيانات المتعلقة بتركيب هذه النظائر. حدد عدد البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات في نظير النيون، وسمِّ هذا النظير، وأعطه رمزاً:

بيانات نظائر بعض العناصر			
العدد الكتلي	العدد الذري	العنصر	
22	10	النيون	a
46	20	الكالسيوم	b
17	8	الأكسجين	c
57	26	الحديد	d
64	30	الزئبق	e
204	80	الزئبق	f

1 تحليل المسألة

لديك بعض البيانات عن عنصر النيون في الجدول أعلاه، ويمكن إيجاد رمز النيون من الجدول الدوري، ويمكنك معرفة عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في النظير من معرفتك العدد الذري له. يمكن إيجاد عدد النيوترونات في النظير بطرح العدد الذري من العدد الكتلي.

المعطيات

العنصر: النيون

العدد الذري = 10

العدد الكتلي = 22

المطلوب

عدد النيوترونات، وعدد البروتونات، وعدد الإلكترونات؟

اسم النظير = ؟

رمز النظير = ؟

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري

استعمل العدد الذري والعدد الكتلي لحساب عدد النيوترونات

عوض العدد الكتلي = 22، والعدد الذري = 10

استعمل اسم العنصر والعدد الكتلي لكتابة اسم النظير.

استعمل الرمز الكيميائي والعدد الكتلي والعدد الذري لكتابة رمز النظير.

3 تقويم الإجابة

طبقت العلاقة بين عدد البروتونات وعدد الإلكترونات وعدد النيوترونات، وكذلك اسم النظير والرمز بشكل صحيح.

عدد البروتونات = العدد الذري = 10

عدد الإلكترونات = العدد الذري = 10

عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

عدد النيوترونات = 22 - 10 = 12

اسم النظير النيون - 22

رمز النظير $^{22}_{10}\text{Ne}$

16. حدد عدد كل من البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات للنظائر من (b) إلى (f) في الجدول أعلاه. وسم كل نظير، واكتب رمزه.

عدد البروتونات والإلكترونات	عدد النيوترونات	النظير	رمز النظير
b	20	26	⁴⁶ ₂₀ Ca كالسيوم-46
c	8	9	¹⁷ ₁₈ O أكسجين-17
d	26	31	⁵⁷ ₂₆ Fe حديد-57
e	30	34	⁶⁴ ₃₀ Zn خارصين-64
f	80	124	²⁰⁴ ₈₀ Hg الزئبق - 204

17. تحفيز العدد الكتلي لذرة يساوي 55، وعدد النيوترونات هو العدد الذري مضافاً إليه خمسة. ما عدد البروتونات، والإلكترونات والنيوترونات في الذرة؟ وما رمز العنصر؟

عدد البروتونات = 25 بروتونا

عدد الإلكترونات = 25 إلكترونًا

عدد النيوترونات = 30 نيوترونًا

العنصر هو: المنجنيز؛ ورمزه: ⁵⁵₂₅Mn

الجدول 3-4	كُتل الجسيمات المكونة للذرة
الجسيمات المكونة للذرة	الكتلة (وحدة كتلة ذرية amu)
إلكترون	0.000549
بروتون	1.007276
نيوترون	1.008665

كتل الذرات Mass of Atoms

بالرجوع إلى الجدول 3-3 فإن كتلة كل من البروتون والنيوترون تساوي تقريباً $1.67 \times 10^{-24} \text{g}$ ، وكتلة الإلكترونات أصغر من ذلك؛ فهي حوالي $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون أو النيوترون.

وحدة الكتلة الذرية لأن هذه الكتل صغيرة جداً، ويصعب التعامل بها، فقد قام العلماء بتطوير طريقة جديدة لقياس كتلة الذرة بالنسبة إلى كتلة ذرة معيارية. هذه الذرة المعيارية هي ذرة الكربون التي كتلتها الذرية 12. لذا فإن **وحدة الكتلة الذرية** (amu) تعرف بأنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة (الكربون-12). لذا فإن وحدة الكتلة الذرية تساوي تقريباً كتلة بروتون واحد أو نيوترون واحد. ولكن من المهم معرفة أن كتلتي البروتون والنيوترون أكبر من واحد وهما مختلفتان قليلاً. ويبين الجدول 3-4 كتل الجسيمات المكونة للذرة بدلالة وحدة الكتلة الذرية (amu).

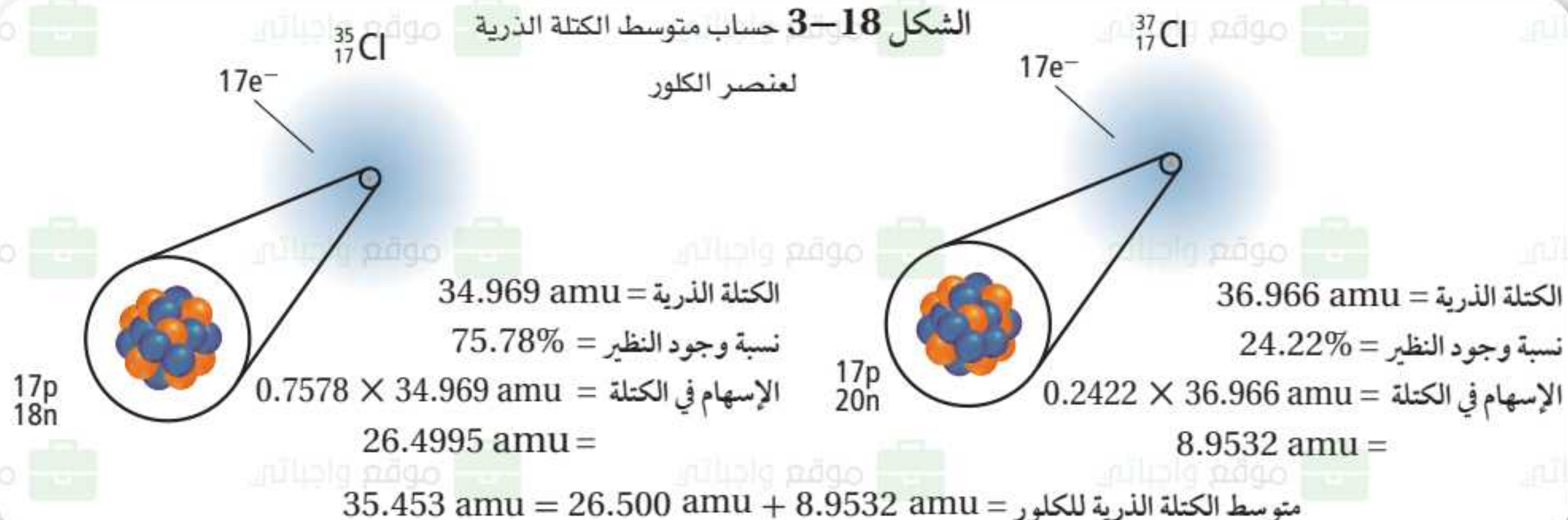
الكتلة الذرية لأن كتلة الذرة تعتمد أساساً على عدد البروتونات وعدد النيوترونات فيها، ولأن كتلة كل من البروتون والنيوترون قريبة من 1 amu، فقد تتوقع أن الكتلة الذرية للعنصر هي دائماً عدد صحيح! لكن هذا ليس صحيحاً؛ إذ إن **الكتلة الذرية** للعنصر هي متوسط كتل نظائر العنصر. ولأن للنظائر كتلاً مختلفة فإن متوسط الكتلة الذرية ليس عدداً صحيحاً. ويبين الشكل 18-3 حساب الكتلة الذرية للكلور.

يوجد الكلور في الطبيعة مزيجاً من 76% كلور-35، و24% كلور-37. والكتلة الذرية للكلور تساوي 35.453 amu.

رموز الكتب

يرمز لوحدة الكتلة الذرية
atomic mass unit
بعلم الفيزياء / الكيمياء
بالرمز u، و amu؛
وكلاهما صحيح ويعبران
عن نفس الوحدة.

الشكل 18-3 حساب متوسط الكتلة الذرية
لعنصر الكلور



ولأن الكتلة الذرية هي متوسط الكتل الذرية فإن ذرات الكلور-35 والتي توجد بنسبة أكبر من ذرات الكلور-37 لها تأثير أكبر في تحديد الكتلة الذرية للكلور. تحسب الكتلة الذرية للكلور بضرب نسبة وجود كل نظير في كتلته الذرية، ثم تجمع النواتج. ويمكنك حساب الكتلة الذرية لأي عنصر إذا كنت تعرف عدد نظائره وكتلها الذرية ونسبة وجود كل نظير في الطبيعة.

✓ **ماذا قرأت؟** وضح كيف تحسب الكتلة الذرية؟

حساب الكتلة الذرية نجمع نواتج حاصل ضرب كتلة كل نظير في نسبة وجوده في الطبيعة.

نسبة النظائر إن تحليل كتلة العنصر يمكننا من معرفة أي نظائر العنصر أكثر وجوداً في الطبيعة. فعلى سبيل المثال، الفلور F كتلته الذرية قريبة من 19 amu، فإذا كان للفلور عدة نظائر فإن كتلته الذرية لن تكون قريبة من عدد صحيح، لذا يمكن استنتاج أن الفلور الموجود في الطبيعة هو على الأرجح على شكل فلور-19. خذ البروم Br مثلاً آخر، تجد أن كتلته الذرية 79.904 amu، وهي قريبة من 80 amu، فيبدو كما لو أن نظير البروم الأكثر وجوداً هو البروم-80. ومع ذلك فإن نظيري البروم وهما البروم-79 كتلته 78.918 amu ونسبة وجوده في الطبيعة 50.69% والبروم-81 كتلته 80.917 amu ونسبة وجوده 49.031%. وعلى ذلك فالبروم-80 غير متوافر في الطبيعة. ويبين الشكل 3-19 المواقع الرئيسة لإنتاج البروم الموجودة في منطقة البحر الميت في الأردن.



الشكل 3-19 يستخرج البروم من مياه البحر الميت والبحيرات المالحة. البحر الميت في الأردن من أهم مناطق إنتاج البروم في العالم. ويستعمل البروم في التحكم في الميكروبات والطحالب في برك السباحة. كما يستعمل أيضاً في الأدوية والزيوت والدهانات والمبيدات.

تجربة

نمذجة النظائر

كيف يمكنك حساب الكتلة الذرية لعنصر مستخدماً نسب وجود نظائره؟ يمكن استخدام حبات من الخرز بألوان مختلفة لعمل نموذج لعنصر له نظائر في الطبيعة؛ لأن لها تراكيب مختلفة. ستحدد كتلة كل نظير ومتوسط الكتلة الذرية للعنصر.

خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.
2. احصل من معلمك على كيس من حبات الخرز من النوع نفسه، ولكنها مختلفة الألوان. صنف حبات الخرز وفق ألوانها إلى مجموعات. عدّ حبات الخرز في كل مجموعة وحبات الخرز كافة، وسجل الأعداد.
3. باستخدام الميزان حدد كتلة 10 حبات من الخرز من كل مجموعة، وسجل كل كتلة إلى أقرب 0.01 g، اقسم مجموع الكتل لكل مجموعة على عشرة للحصول على متوسط الكتلة.

التحليل

1. احسب نسبة وجود كل مجموعة مستعيناً بالبيانات من الخطوة (2). وللقيام بذلك اقسم عدد حبات كل مجموعة على العدد الكلي لحبات الخرز.
2. حدد الكتلة الذرية للخرز من خلال نسبة وجود كل نظير والبيانات من الخطوة (3). وللقيام بذلك استخدم المعادلة الآتية.
الإسهام في الكتلة = الكتلة × نسبة وجود النظير
3. استنتج هل تختلف الكتلة الذرية إذا حصلت على كيس آخر يحتوي على عدد مختلف من النوع نفسه من الخرز؟ علل إجابتك.
4. فسر لماذا تم تحديد متوسط كتلة كل مجموعة من الخرز بقياس كتلة 10 حبات بدلاً من حبة واحدة من كل مجموعة؟

الإجابة في الصفحة التالية



1. احسب نسبة وجود كل مجموعة مستعينا بالبيانات من الخطوة (2). وللقيام بذلك اقسم عدد حبات كل مجموعة على العدد الكلي لحبات الخرز.

ستتنوع الإجابات.

2. حدد الكتلة الذرية للخرز من خلال نسبة وجود كل نظير والبيانات من الخطوة (3). وللقيام بذلك استخدم المعادلة الآتية.
الإسهام في الكتلة = الكتلة × نسبة وجود النظير

ستتنوع الإجابات، لكن ينبغي على جميع المجموعات استخدام المعادلة:

$$\text{متوسط الكتلة الذرية} = \text{مساهمة النظير 1} + \text{مساهمة النظير 2} + \dots$$

$$\text{متوسط الكتلة الذرية} = \text{عدد الكتلة للنظير 1} \times \text{نسبة وجوده} + \text{عدد الكتلة للنظير 2} \times \text{نسبة وجوده} + \dots$$

3. استنتج هل تختلف الكتلة الذرية إذا حصلت على كيس آخر يحتوي على عدد مختلف من النوع نفسه من الخرز؟ علل إجابتك.

قد توجد اختلافات نسبية، ولكن يجب أن تكون القيم متقاربة.

4. فسر لماذا تم تحديد متوسط كتلة كل مجموعة من الخرز بقياس كتلة 10 حبات بدلاً من حبة واحدة من كل مجموعة؟

حساب متوسط الكتلة يعطي قيمة أكثر دقة.

احسب الكتلة الذرية اعتماداً على البيانات الموجودة في الجدول، احسب متوسط الكتلة الذرية للعنصر X، ثم حدد هذا العنصر الذي يستعمل طبيياً في معالجة بعض الأمراض العقلية.

1 تحليل المسألة

احسب الكتلة الذرية واستعمل الجدول الدوري للتأكد.

المعطيات

$${}^6X \text{ الكتلة} = 6.015 \text{ amu}$$

$$\text{نسبة النظير} = 7.59\% = 0.0759$$

$${}^7X \text{ الكتلة} = 7.016 \text{ amu}$$

$$\text{نسبة النظير} = 92.41\% = 0.9241$$

2 حساب المطلوب

احسب إسهام ${}^6X$

$$\text{عوض الكتلة} = 6.015 \text{ amu} \text{ والنظير} = 0.0759$$

احسب إسهام ${}^7X$

$$\text{عوض الكتلة} = 7.016 \text{ amu} \text{ والنظير} = 0.9241$$

اجمع إسهام الكتلة لإيجاد الكتلة الذرية.

تحديد العنصر باستعمال الجدول الدوري

3 تقويم الإجابة

تتوافق نتيجة الحسابات مع الكتلة الذرية الموجودة في الجدول الدوري.

مسائل تدريبية

18. للبورون B نظيران في الطبيعة: هما البورون - 10 (نسبة وجوده 19.8%) وكتلته 10.013 amu. والبورون - 11 (نسبة وجوده 80.2%) وكتلته 11.009 amu. احسب الكتلة الذرية للبورون.

$$\text{B-10: } 10.013 \text{ amu} \times 19.8\% = 1.98 \text{ amu}$$

$$\text{B-11: } 11.009 \text{ amu} \times 80.2\% = 8.83 \text{ amu}$$

$$\begin{aligned} \text{الكتلة الذرية للبورون} &= 1.98 \text{ amu} + 8.83 \text{ amu} \\ &= 10.81 \text{ amu} \end{aligned}$$

19. تحفيز للنيتروجين نظيران في الطبيعة، هما نيتروجين - 14، ونيتروجين - 15. وكتلته الذرية 14.007 amu. أي النظيرين له نسبة وجود أكبر في الطبيعة؟ فسر إجابتك.

النظير الذي له أكبر نسبة وجود هو النيتروجين - 14؛ لأن كتلة ذرة النيتروجين قريبة من الكتلة الذرية للنيتروجين - 14 أكثر من النيتروجين - 15.

20. الفكرة الرئيسية فسر كيف يمكن معرفة نوع الذرة؟

يمكن معرفة نوع الذرة من عددها الذري.

21. تذكر أي الجسيمات الذرية تحدد ذرة عنصر معين؟

البروتونات.

22. فسر كيف أن وجود النظائر مرتبط مع حقيقة أن الكتل الذرية ليست أرقامًا صحيحة؟

الكتل الذرية ليست أرقامًا صحيحة؛ لأنها تمثل متوسط الكتل الذرية المحسوبة لنظائر العنصر جميعها في الطبيعة.

23. احسب للنحاس نظيران: النحاس-63 (نسبة وجوده 69.2%، وكتلته 62.93 amu) والنحاس-65 (نسبة وجوده 30.8%، وكتلته 64.928 amu). احسب الكتلة الذرية للنحاس.

$$\text{Cu-63: } 62.93 \text{ amu} \times 69.2\% = 43.5 \text{ amu}$$

$$\text{Cu-65: } 64.928 \text{ amu} \times 30.8\% = 20.0 \text{ amu}$$

الكتلة الذرية المتوسطة للنحاس

$$43.5 \text{ amu} + 20.0 \text{ amu} = 63.5 \text{ amu}$$

24. احسب للمغنسيوم ثلاثة نظائر: الأول كتلته 23.985 amu ونسبة وجوده 79.99%، والثاني كتلته 24.986 amu ونسبة وجوده 10.00%، والثالث كتلته 25.982 amu ونسبة وجوده 11.01%. احسب الكتلة الذرية للمغنسيوم.

$$\text{Mg-24: } 23.985 \text{ amu} \times 79.99\% = 19.19 \text{ amu}$$

$$\text{Mg-25: } 24.986 \text{ amu} \times 10.00\% = 2.497 \text{ amu}$$

$$\text{Mg-26: } 25.982 \text{ amu} \times 11.01\% = 2.861 \text{ amu}$$

الكتلة الذرية المتوسطة للمغنسيوم

$$19.19 \text{ amu} + 2.497 \text{ amu} + 2.861 \text{ amu} = 24.55 \text{ amu}$$

- تفسر العلاقة بين الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي.
- تصف أشعة ألفا، وأشعة بيتا، وأشعة جاما بدلالة الكتلة والشحنة.

مراجعة المفردات

العنصر: مادة نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط بالطرائق الفيزيائية والكيميائية.

المفردات الجديدة

النشاط الإشعاعي
الإشعاع
التفاعل النووي
التحلل الإشعاعي
أشعة ألفا
جسيم ألفا
المعادلة النووية
أشعة بيتا
جسيم بيتا
أشعة جاما

الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

Unstable Nuclei and Radioactivity

الفكرة الرئيسية الذرات غير المستقرة تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.

الربط مع الحياة إذا أسقطت حجراً من ارتفاع في مستوى خصرك فإن الحجر ينتقل من حالة تكون فيها طاقة وضعه عالية عند الخصر، إلى حالة تكون طاقة وضعه أقل عند وصوله سطح الأرض. إن عملية مشابهة تحدث عندما تكون النواة في حالة غير مستقرة.

النشاط الإشعاعي Radioactivity

تعلم أن التفاعل الكيميائي هو تغير يحدث لمادة أو أكثر ينتج عنه مواد جديدة، وتشارك فيه إلكترونات الذرة فقط. ورغم أن الذرات قد يعاد ترتيبها في التفاعلات الكيميائية إلا أن هويتها تبقى ثابتة. وهناك نوع آخر من التفاعلات يسمى التفاعل النووي، يستطيع أن يحول عنصراً إلى عنصر آخر.

التفاعلات النووية في عام 1890م لاحظ العلماء أن بعض المواد تصدر إشعاعات من خلال عملية سميت **النشاط الإشعاعي**. تسمى الطاقة والجسيمات المنبعثة من المواد المشعة **بالإشعاعات**. اكتشف العلماء أن الذرة المشعة تتعرض لتغيرات قد تغير من هويتها، وأن التفاعل الذي يؤدي إلى تغير في نواة الذرة يسمى **التفاعل النووي**. إن اكتشاف التفاعلات النووية يعد اكتشافاً مهماً؛ فلم يسبق أن أدى تفاعل كيميائي إلى تكوين نوعين جديدين من الذرات. تصدر الذرات المشعة إشعاعات لأن أنويتها غير مستقرة. الأنظمة غير المستقرة سواء كانت ذرات، أو أشخاصاً يقفون على أيديهم، كما هو موضح بالشكل 20-3، يتحقق لهم الثبات عندما يفقدون الطاقة.

التحلل الإشعاعي تفقد الأنوية غير المستقرة الطاقة بإصدار إشعاعات في عملية تلقائية تسمى **التحلل الإشعاعي**. تتحلل الذرات غير المستقرة إشعاعياً، وتتحول إلى ذرات مستقرة، وهي في الغالب ذرات عنصر آخر. وكما يفقد الحجر طاقة الوضع الموجودة فيه ويصل إلى حالة مستقرة عند سقوطه إلى الأرض، فإن الذرة تفقد طاقة بإطلاق إشعاعات، وتصل إلى حالة من الاستقرار.

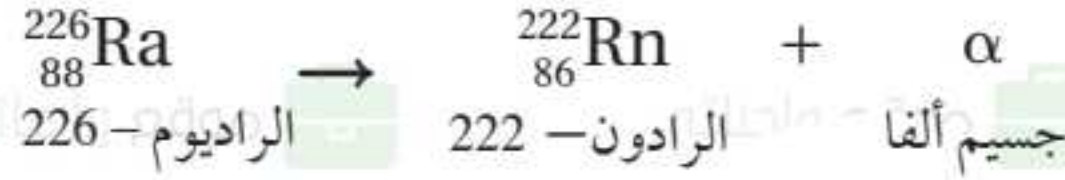


الشكل 20-3 إذا وقفت على يديك فإنك تكون في حالة غير مستقرة، ولكي تصل إلى حالة الاستقرار فإن عليك أن تتخلى عن وضعك وتقف على قدميك. وكذلك هناك بعض الذرات غير المستقرة التي تصل إلى حالة الاستقرار عن طريق فقد بعض الطاقة.

أنواع الإشعاعات Types of Radiation

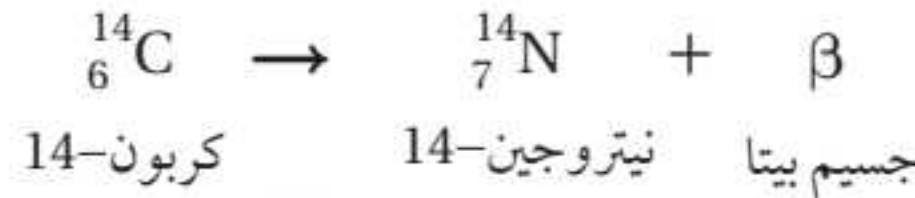
معلم الكيمياء يعمل معلماً الكيمياء في المدارس والجامعات، ويقومون بإعطاء المحاضرات وإجراء التجارب والإشراف على المختبرات، وترؤس المناقشات، والقيام بزيارات ميدانية، والقيام بأبحاث ونشرها.

بدأ العلماء البحث حول النشاط الإشعاعي في أواخر القرن التاسع عشر؛ فقد بحثوا في تأثير المجالات الكهربائية في عملية الإشعاع، فتمكنوا من خلال إمرار أشعة صادرة من مصدر مشع بين صفيحتين مشحونتين كهربائياً من التعرف على ثلاثة أنواع من الأشعة، معتمدين على شحناتها الكهربائية. ويبين الشكل 21-3 إشعاعاً انحرف نحو الصفيحة السالبة الشحنة، وآخر نحو الصفيحة الموجبة الشحنة، وثالثاً لم ينحرف أبداً. **أشعة ألفا** سميت الأشعة التي انحرفت في اتجاه الصفيحة السالبة الشحنة **أشعة ألفا**، وهي مكونة من جسيمات ألفا. **وجسيم ألفا** يحتوي على بروتونين ونيوترونين، وتحمل هذه الجسيمات شحنة موجبة ثنائية. ويفسر هذا سبب انحراف جسيمات ألفا نحو الصفيحة السالبة الشحنة، كما هو مبين في الشكل 21-3. يعادل جسيم ألفا نواة هيليوم-4، ويمكن التعبير عنه بـ α أو He^{2+} . ينتج جسيم ألفا عن تحلل مادة الراديوم-226 إلى الرادون-222، كما هو موضح في المعادلة الآتية:

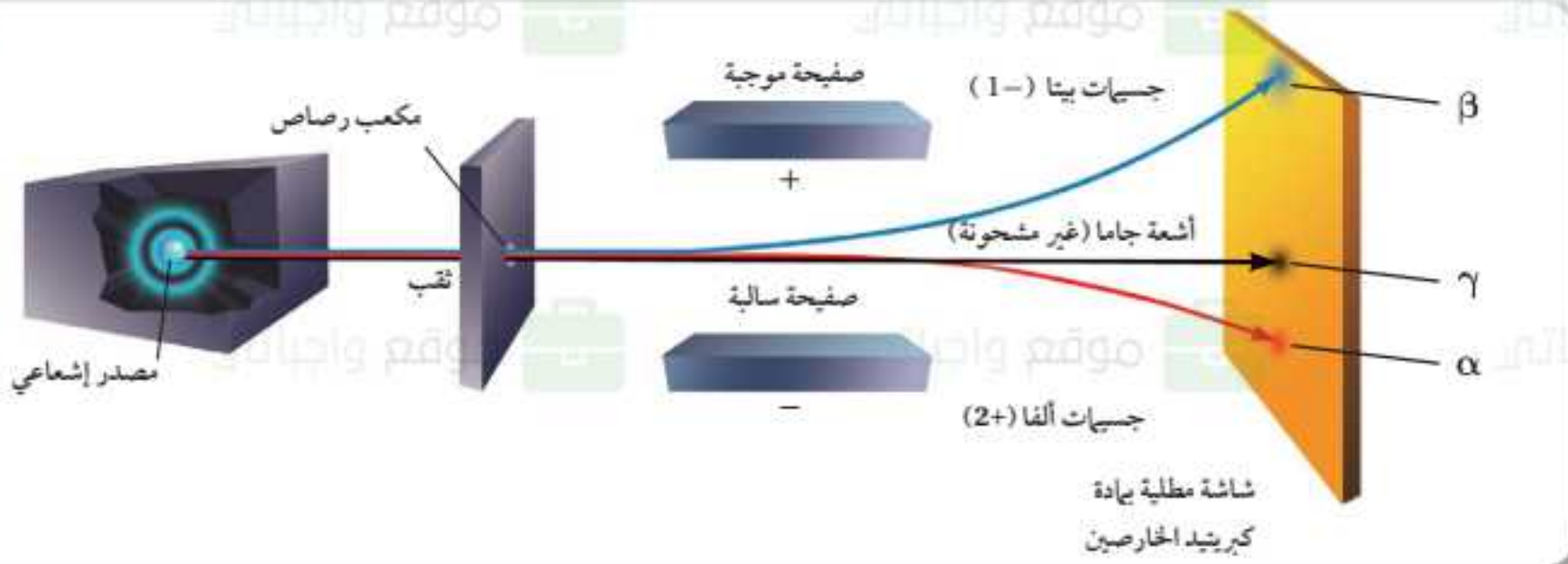


لاحظ أنه تم الحصول على عنصر جديد، وهو عنصر الرادون-222، نتيجة تحلل أشعة ألفا من نواة الراديوم-226 غير المستقرة. وتعرف المعادلة المبينة أعلاه **بالمعادلة النووية**، وهي تبين العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المتضمنة في التفاعل.

أشعة بيتا سميت الأشعة التي انحرفت في اتجاه الصفيحة الموجبة الشحنة **أشعة بيتا**. تتكون هذه الأشعة من جسيمات بيتا السريعة الحركة، و **جسيم بيتا** عبارة عن إلكترون له شحنة سالبة أحادية، ومصدر هذا الإلكترون هو النواة وليس السحابة الإلكترونية ويتكون عندما يتفكك النيوترون غير المستقر إلى بروتون وإلكترون. تفسر الشحنة السالبة لجسيمات بيتا انجذابها نحو الصفيحة الموجبة الشحنة، كما هو مبين في الشكل 21-3. ويرمز إليها بالرمز β أو e^{-} . وتبين المعادلة أدناه تحلل عنصر الكربون-14 إلى عنصر النيتروجين-14، وانبعث جسيمات بيتا.



الشكل 21-3 يحرف المجال الكهربائي الأشعة في اتجاهات مختلفة، اعتماداً على الشحنة الكهربائية لهذه الإشعاعات. **فسر لماذا** انحرفت جسيمات بيتا نحو الصفيحة الموجبة وجسيمات ألفا نحو الصفيحة السالبة، ولم تنحرف أشعة جاما؟



سبب انحراف جسيمات بيتا في

اتجاه الصفيحة الموجبة أنها سالبة الشحنة، أما سبب انحراف

جسيمات ألفا في اتجاه الصفيحة السالبة أنها موجبة الشحنة. أما

أشعة جاما فلم تنحرف لأنها لا شحنة لها.

الجدول 3-5			خواص الإشعاعات
الرمز	ألفا	بيتا	جاما
α أو ${}^4_2\text{He}$	β أو e^-	γ	
الكتلة (amu)	4	$\frac{1}{1840}$	0
الكتلة (kg)	6.65×10^{-27}	9.11×10^{-31}	0
الشحنة	+2	-1	0

أشعة جاما **لأشعة جاما** طاقة عالية، ولا كتلة لها، ويرمز إليها بالرمز γ . ولأن أشعة جاما متعادلة الشحنة فإنها لا تنحرف في المجال المغناطيسي أو المجال الكهربائي، وترافق عادة أشعة ألفا وأشعة بيتا، وهي مسؤولة عن معظم الطاقة التي تُفقد خلال التحلل الإشعاعي. فعلى سبيل المثال ترافق أشعة جاما انبعاث جسيمات ألفا عند تحلل عنصر اليورانيوم - 238



أشعة جاما جسيم ألفا ثوريوم - 234 يورانيوم - 238

ولأن أشعة جاما ليس لها كتلة فإن إشعاعها لا يؤدي إلى تكوين ذرة جديدة. ويلخص الجدول 3-5 أعلاه الخواص الرئيسية لجسيمات ألفا وبيتا وأشعة جاما.

استقرار النواة إن العامل الرئيس في تحديد استقرار الذرة هو نسبة النيوترونات إلى البروتونات. فالذرات التي تحتوي على عدد كبير أو عدد قليل من النيوترونات غير مستقرة وتفقد طاقة من خلال التحلل الإشعاعي لتكوين أنوية مستقرة، وتطلق جسيمات ألفا وبيتا. وهذه الإشعاعات تؤثر في نسبة النيوترونات إلى البروتونات في الأنوية الجديدة.

التقويم 3-4

الخلاصة

25. **الفكرة الرئيسية** فسر كيف يتحقق الاستقرار في الذرات غير المستقرة؟
26. اذكر ما الكميات التي تحافظ عليها عند موازنة تفاعل نووي؟
27. صنف كلاً مما يأتي إلى: تفاعل كيميائي، تفاعل نووي، لا شيء منهما.
 - a. الثوريوم يصدر أشعة بيتا.
 - b. تشارك ذرتين في الإلكترونات لتكوين رابطة.
 - c. عينة من الكبريت النقي تصدر طاقة حرارية عندما تبرد ببطء.
 - d. صدأ قطعة من الحديد.
28. احسب كم مرة يساوي ثقل جسيم ألفا ثقل الإلكترون؟
29. كوّن جدولاً يبين كيف يؤثر كل نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة؟

- تتضمن التفاعلات الكيميائية تغيرات في عدد الإلكترونات المحيطة بالذرة، في حين تتضمن التفاعلات النووية تغيرات في أنوية الذرات.
- هناك ثلاثة أنواع من الإشعاعات، هي ألفا، وبيتا، وجاما.
- يتحدد استقرار نواة الذرة بنسبة النيوترونات إلى البروتونات فيها.

25. الفكرة الرئيسية فسر كيف يتحقق الاستقرار في الذرات غير المستقرة؟

تمر الذرات غير المستقرة بسلسلة من التحولات الإشعاعية حتى تصل إلى عنصر مستقر.

26. اذكر ما الكميات التي تحافظ عليها عند موازنة تفاعل نووي؟

العدد الذري، والعدد الكتلي.

27. صنف كلاً مما يأتي إلى: تفاعل كيميائي، تفاعل نووي، لا شيء منهما.

a. الثوريوم يصدر أشعة بيتا.

تفاعل نووي

b. تشارك ذرتين في الإلكترونات لتكوين رابطة.

تفاعل كيميائي

c. عينة من الكبريت النقي تصدر طاقة حرارية عندما تبرد ببطء.

لا يعد تفاعلاً

d. صدأ قطعة من الحديد.

تفاعل كيميائي

التقويم 3-4

28. احسب كم مرة يساوي ثقل جسيم ألفا ثقل الإلكترون؟

جسيم ألفا أثقل من الإلكترون بـ 7300 مرة تقريباً.

كتلة جسيم ألفا ÷ كتلة الإلكترون =

$$6.65 \times 10^{-27} \text{ kg} \div 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} = 7300$$

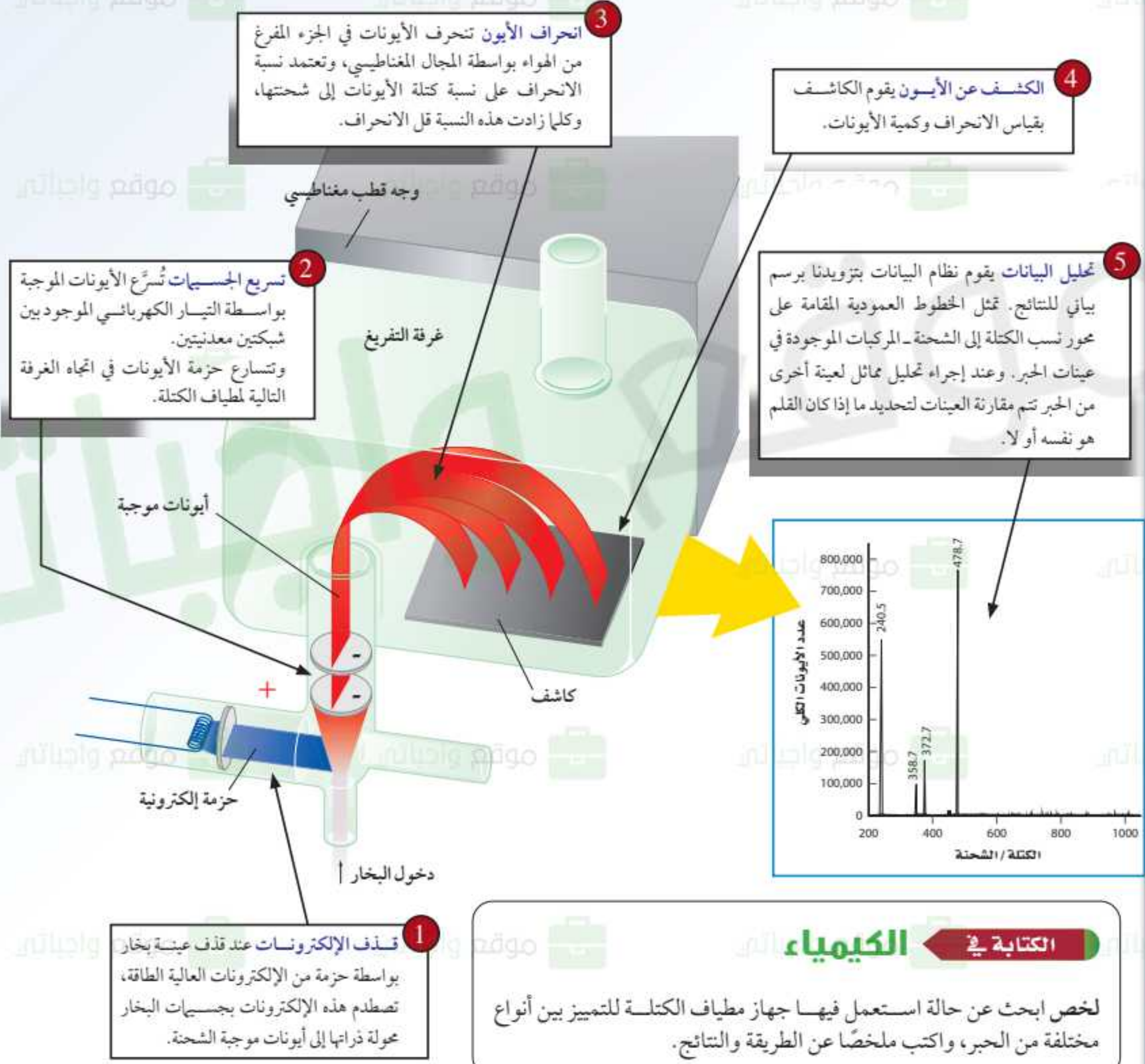
29. كوّن جدولاً يبين كيف يؤثر كل نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة؟

العدد الكتلي	العدد الذري	الجسيم
-4	-2	ألفا α
لا تغيّر	+1	بيتا β
لا تغيّر	لا تغيّر	جاما γ

كيف تعمل الأشياء؟

مطياف الكتلة Mass Spectrometer

تخيل أن عالم بحث جنائي يحتاج إلى تعرّف الحبر المستعمل في سجلّ ما لفحص إمكانية التزييف. يمكن للعالم أن يقوم بتحليل الحبر مستعملًا جهاز مطياف الكتلة المين في الصورة عن اليمين. يقوم جهاز مطياف الكتلة بتحطيم المركبات في عينة مادة غير معروفة إلى مكوناتها (أجزاء أصغر)، ثم فصل هذه الأجزاء بحسب كتلتها، وبذلك يمكن تحديد التركيب الحقيقي للعينة. ويعد جهاز مطياف الكتلة من أهم التقنيات التي تدرس المواد غير المعروفة.



يجب أن يكون الطلاب قادرين على تفسير كيف يعمل جهاز مطياف الكتلة؟ وكيف يستعمل للتمييز بين عينات مختلفة من الحبر؟ يجب أن تلخص هذه التقارير بوضوح خطوات عمل جهاز مطياف الكتلة، وكيف تتم مقارنة عينات الحبر بعضها ببعض؟

المواد والأدوات اللازمة

ميزان
آلة حاسبة
كمية من المكسرات

إجراءات السلامة

تحذير: لا تأكل الطعام المستخدم في المختبر.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.
2. اعمل جدولاً لتسجيل بياناتك؛ بحيث يحتوي على كتلة كل نوع من أنواع المكسرات، ونسبته.
3. صنف المكسرات في مجموعات بحسب نوعها.
4. احسب عدد حبات المجموعة الواحدة.
5. سجل عدد حبات النوع الواحد والعدد الكلي في جدول البيانات.
6. قس كتلة حبة واحدة من كل مجموعة، وسجل الكتلة في جدول البيانات.
7. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من المكسرات وفق توجيهات معلمك، ثم أعد الأدوات والأجهزة إلى أماكنها.

حل واستنتج

1. احسب أوجد نسبة توافر كل نوع؛ وذلك بقسمة عدد حبات النوع الواحد على العدد الكلي.
2. احسب استخدم نسب أنواع المكسرات والكتلة لحساب متوسط الكتلة الذرية للعنصر الافتراضي "المكسراتيوم".

تتنوع الإجابات بحسب نوع المكسرات، فإذا كانت جميع المكسرات لها الكتلة نفسها فسيكون متوسط الكتلة الذرية أقرب إلى النوع الأكثر توافراً.

3. فسر اشرح سبب عدم تساوي متوسط الكتلة الذرية لعنصر المكسراتيوم مع كتلة أي نوع من المكسرات.

تتنوع الإجابات، وعلى الطلاب إيجاد أن الكتلة الذرية تساوي تقريباً القطع الأكثر توافراً، وفي البيانات المأخوذة من العينة، نجد أن الكتلة الذرية أقرب إلى عدد حبات اللوز أو عدد حبات الفستق بحسب نسبة توافرها.

4. استعرض الأقران اجمع بيانات الكتلة الذرية من المجموعات الأخرى، وفسر أي اختلاف بينها وبين بياناتك.

تتنوع الإجابات، يجب أن يدرك الطلاب أن صغر حجم العينة والاختلاف في العينات يؤدي إلى وجود الاختلاف بين نتائج الطلاب.

5. طبق لماذا لا يعبر عن الكتل الذرية في الجدول الدوري بأعداد صحيحة كما يعبر عن العدد الكتلي للعنصر؟

تختلف الكتلة الذرية عن العدد الكتلي؛ لأنها متوسط القيمة، ولهذا لا يمكن أن تكون عدداً صحيحاً.

6. تحليل الخطأ ما مصادر الخطأ التي أدت إلى وجود التباين في القيم التي حصلت عليها المجموعات؟ ما الاقتراحات التي يمكنك تقديمها في هذا الاستقصاء للتقليل من نسبة الخطأ؟

يكمّن مصدر الخطأ في التجربة نتيجة صغر حجم العينة، ويمكن تحسين التجربة بالبدء بعينة أكبر حجماً

التوسع في الاستقصاء

توقع انظر إلى الكتل الذرية لعناصر مختلفة من الجدول الدوري، وتوقع - بناء على خبرتك في هذه التجربة - النظر الأكثر توافراً لكل عنصر.

تتنوع الإجابات، ويجب أن يكون للطلاب المقدرة على توقع العنصر الأكثر توافراً بحسب كتلته الذرية الموجودة في الجدول الدوري.

دليل مراجعة الفصل

3

الفصل

(الفكرة العامة) الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للمادة .

3-1 الأفكار القديمة للمادة

المفاهيم الرئيسية

- كان ديموقريطوس أول من اقترح وجود الذرات.
- اعتقد ديموقريطوس أن الذرات صلبة، ومتجانسة، ولا يمكن تجزئتها.
- أنكر أرسطو وجود الذرات.
- اعتمدت نظرية جون دالتون الذرية على عدد كبير من التجارب العلمية.

الفكرة الرئيسية > حاول قدماء الإغريق

فهم المادة، إلا أن الدراسة العلمية للذرة بدأت مع جون دالتون في أوائل القرن التاسع عشر.

المفردات

- نظرية دالتون الذرية

3-2 تعريف الذرة

المفاهيم الرئيسية

- الذرة هي أصغر جزء في العنصر له خواص العنصر.
- شحنة الإلكترون (-1) والبروتون ($+1$)، أما النيوترون فليس له شحنة.
- معظم حجم الذرة فراغ يحيط بالنواة.

الفكرة الرئيسية > تتكون الذرة من نواة

تحتوي على بروتونات ونيوترونات، وإلكترونات تتحرك حول النواة.

المفردات

- الذرة
- أشعة المهبط
- الإلكترون
- النواة
- البروتون
- النيوترون

3-3 كيف تختلف الذرات؟

الفكرة الرئيسية يحدّد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوع الذرة.

المفردات

- العدد الذري
- النظائر
- العدد الكتلي
- وحدة الكتل الذرية (aum)
- الكتلة الذرية

المفاهيم الرئيسية

- العدد الذري لأي ذرة هو عدد البروتونات في نواتها، والعدد الكتلي هو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات.
- ذرات العنصر الواحد التي تختلف في عدد النيوترونات تسمى النظائر.
- الكتلة الذرية لأي عنصر هي متوسط كتل نظائر العنصر الموجودة في الطبيعة.

3-4 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

الفكرة الرئيسية الذرات غير المستقرة تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.

المفردات

- النشاط الإشعاعي
- الإشعاع
- التفاعل النووي
- التحلل الإشعاعي
- أشعة ألفا
- جسيم ألفا
- المعادلة النووية
- أشعة بيتا
- جسيم بيتا
- أشعة جاما

المفاهيم الرئيسية

- تتضمن التفاعلات الكيميائية تغيرات في عدد الإلكترونات المحيطة بالذرة، في حين تتضمن التفاعلات النووية تغيرات في أنوية الذرات.
- هناك ثلاثة أنواع من الإشعاعات وهي ألفا، بيتا، وجاما.
- يتحدد استقرار نواة الذرة بنسبة النيوترونات إلى البروتونات فيها.

34. فسر لماذا لم يتمكن ديموقريطوس من إثبات أفكاره تجريبيًا.

لعدم امتلاكه أدوات وأجهزة علمية للبحث في المادة على المستوى الذري.

35. لماذا اعترض أرسطو على النظرية الذرية؟

لعدم اعتقاده أن الذرات تتحرك في الفراغ.

33. الأفكار والطرائق العلمية هل كان اقتراح ديموقريطوس حول وجود الذرات معتمدًا على طرائق وأفكار علمية؟ اشرح.

كانت مجرد أفكار فقط، لم يكن لديه دلائل علمية.

تقارن المفاهيم

30. مَنْ أول مَنْ اقترح مفهوم أن المادة مكونة من جسيمات صغيرة لا يمكن تجزئتها؟

ديمقريطس

31. مَنْ العالم الذي اعتُبر عمله بداية تطور النظرية الذرية الحديثة؟

جون دالتون

32. ميز بين أفكار ديموقريطوس ونظرية دالتون الذرية.

أفكار ديمقريطس	نظرية دالتون الذرية
تتكوّن المادة من فراغ تتحرك فيه الذرات.	تتكوّن المادة من جسيمات صغيرة تدعى الذرات.
الأنواع المختلفة من الذرات لها أحجام وأشكال مختلفة.	ذرات العنصر الواحد متساوية في الحجم والشكل والخواص.
يحدّد حجم الذرات وشكلها وحركتها خواص المادة.	تتحد الذرات المختلفة بنسب عديدة بسيطة لتكوين المركّبات.
الذرات لا تتجزأ.	الذرات لا تستحدث ولا تفسى ولا تتجزأ.
تنتج التغيّرات في المادة عن تغيّرات في تجمعات الذرات وليس عن تغير الذرات.	تنفصل الذرات في التفاعلات الكيميائية، أو تتحد، أو يُعاد ترتيبها.

36. اذكر الأفكار الرئيسة لنظرية دالتون الذرية بلغت الخاصة. أيها تبين مؤخرًا أنه خطأ؟ فسر إجابتك.

تتكون المادة من أجزاء صغيرة جدًا تدعى الذرات، وهذه الذرات لا تتجزأ، وتتشابه الذرات المكونة للعنصر في الحجم والكتلة والخواص الكيميائية. تبين مؤخرًا أن الخطأ الذي وقع فيه دالتون يتمثل في قوله إن الذرات لا تتجزأ؛ إذ يمكن تجزئتها إلى جسيمات ذرية، كما أنه أخطأ حين قال إن جميع الذرات المكونة للعنصر لها خواص متماثلة، ولكن ذرات العنصر الواحد يمكن أن تختلف في كتلتها.

37. حفظ الكتلة وضح كيف قدمت لنا نظرية دالتون الذرية شرحًا مقنعًا عن ملاحظتنا حول حفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي؟

الذرات لا تستحدث ولا تتجزأ ولا تُفنى، ولكن تتضمن التفاعلات الكيميائية فصل الذرات وإعادة ترتيبها.

إتقان المفاهيم

38. ما الجسيمات التي توجد في نواة الذرة؟ وما شحنة النواة؟

يوجد في نواة الذرة البروتونات والنيوترونات، ومقدار الشحنة الموجبة في النواة تساوي عدد البروتونات.

39. كيف كانت الشحنة الكلية موزعة في نموذج طومسون الذري؟

كانت الشحنة الكلية موزعة بانتظام على الكرة.

44. ما شحنة نواة ذرة العنصر الذي عدده الذري 89؟

+89

45. ما الجسيمات المسؤولة عن معظم كتلة الذرة؟

الجسيمات المسؤولة عن معظم كتلة الذرة هي البروتونات والنيوترونات.

46. لو كان لديك ميزان يمكنه تحديد كتلة البروتون فما عدد الإلكترونات التي تزن بروتوناً واحداً؟

1840 إلكترونًا.

47. أنابيب أشعة المهبط ما الجسيمات المكونة للذرة التي اكتشفها العلماء باستعمال أنابيب أشعة المهبط؟

الإلكترونات.

48. ما نتائج التجربة التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترون جسيم موجود في جميع المواد؟

أن تغيير نوع القطب أو نوع الغاز لا يؤثر في الشعاع الناتج.

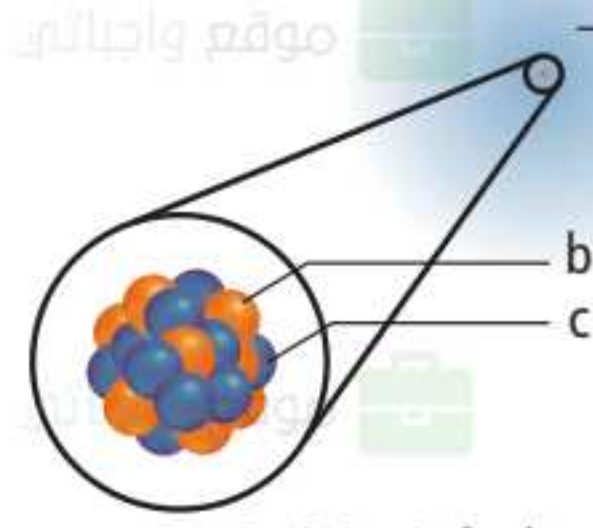
40. كيف أثر توزيع الشحنة في نموذج طومسون في جسيمات ألفا التي مرت خلال الذرة؟

تسبب في انحرافها عن مسارها قليلاً.

41. رتب مكونات الذرة: النيوترون، الإلكترون، البروتون، تصاعدياً بحسب كتلتها.

كتلة الإلكترون أقل من كتلة البروتون التي تساوي كتلة النيوترون تقريباً.

42. سمِّ مكونات الذرة المبينة في الشكل 3-22.



الشكل 3-22

a. سحابة الإلكترونات.

b. البروتونات.

c. النيوترونات.

43. فسّر سبب تعادل الذرات كهربائياً.

لأن عدد البروتونات الموجبة فيها يساوي عدد الإلكترونات السالبة.



الشكل 3-23

49. أشعة المهبط استعمل البيانات في الشكل 3-23 لتفسير اتجاه أشعة المهبط داخل الأنبوب.

تتألف أشعة المهبط من سيل من الإلكترونات تنشأ من المهبط، وتنتقل داخل أنبوب أشعة المهبط من المهبط (الكاثود) إلى المصعد (الأنود) لأن شحنتها سالبة وتنجذب نحو الشحنة الموجبة.

50. وضح باختصار كيف اكتشف رذرفورد النواة؟

وجه رذرفورد شعاعاً رفيعاً من جسيمات ألفا في اتجاه صفيحة رقيقة من الذهب، وتوقع أن معظم جسيمات ألفا ستمرّ خلال نواة ذرة الذهب هذه، ليؤكد نموذج طومسون. ولكن بعض جسيمات ألفا انحرفت بزوايا كبيرة. وقد قاد ذلك إلى اكتشاف أن نواة الذرة موجبة الشحنة.

51. انحراف الجسيمات ما الذي سبب انحراف جسيمات ألفا في تجربة رذرفورد؟

بسبب شحنة نواة ذرة الذهب الموجبة.

52. شحنة أشعة المهبط كيف تم استعمال المجال الكهربائي لتحديد شحنة أشعة (الكاثود) المهبط؟

انجذاب أشعة المهبط إلى الطرف الموجب للمغناطيس، مما يشير إلى أن أشعة المهبط سالبة الشحنة.

57. كيف يرتبط العدد الذري للذرات مع عدد البروتونات، وكذلك مع عدد الإلكترونات؟

العدد الذري =

عدد البروتونات = عدد الإلكترونات.

58. كيف يرتبط العدد الكتلي للذرة مع عدد البروتونات، ومع عدد النيوترونات؟

العدد الكتلي =

عدد البروتونات + عدد النيوترونات

59. كيف يمكنك تحديد عدد النيوترونات في الذرة معتمداً على العدد الكتلي والعدد الذري؟

عدد النيوترونات =

العدد الكتلي - العدد الذري

60. ماذا يمثل كل من العدد المكتوب أعلى رمز عنصر البوتاسيوم والعدد المكتوب في أسفله $^{40}_{19}\text{K}$ ؟

العدد المكتوب أعلى الرمز يمثل

العدد الكتلي للذرة (40)،

أما العدد المكتوب أسفل الرمز فيمثل

العدد الذري لها (19).

53. وضح ما الذي يبقى الإلكترون في الفراغ المحيط بالنواة؟

بسبب انجذابه إلى شحنة النواة

الموجبة.

54. تصوير الذرات ما التقنية المستعملة في تصوير الذرات منفردة؟

المجهر الأنبوبي الماسح (STM).

55. ما نقاط قوة وضعف نموذج رذرفورد للذرة؟

نقاط القوة: تفسيره لنتائج تجربة صفيحة الذهب، وسبب تعادل الذرة كهربائياً.

نقاط الضعف: عدم قدرته على حساب الكتلة الكلية للذرة أو ترتيب الإلكترونات فيها.

إتقان المفاهيم

56. فيم تختلف نظائر عنصر ما، وفيم تتشابه؟

الاختلاف: عدد النيوترونات، والكتل الذرية.

التشابه: الخواص الكيميائية، وعدد البروتونات والإلكترونات،

61. الوحدات القياسية عرف وحدة الكتلة الذرية. ما فوائد تطوير وحدة الكتلة الذرية بوصفها وحدة قياسية للكتلة؟

وحدة الكتلة الذرية تساوي $\frac{1}{12}$

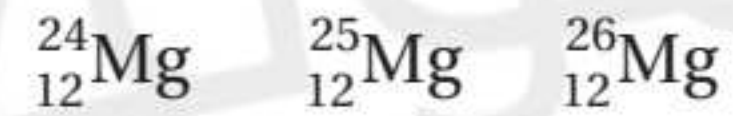
من كتلة ذرة الكربون -12.

وهي معيار نسبي أقرب في المقدار

إلى كتل الذرات والجسيمات

المكونة للذرة.

62. النظائر هل العناصر الآتية نظائر لعنصر واحد؟ فسّر ذلك.



نعم؛ لأن النظائر ذرات للعنصر

نفسه تختلف في العدد الكتلي،

وتتساوى في العدد الذري.

63. هل وجود النظائر يناقض نظرية دالتون الذرية؟ وضح ذلك.

نعم؛ لا تتشابه ذرات العنصر

جميعها في الكتلة.

إتقان حل المسائل

64. ما عدد البروتونات وعدد الإلكترونات الموجودة في ذرة عنصر عدده الذري 44؟

عدد البروتونات 44،

وعدد الإلكترونات 44.

65. الكربون C العدد الكتلي لذرة الكربون 12، والعدد الذري لها 6. ما عدد النيوترونات في نواتها؟

عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

$$\text{عدد النيوترونات} = 12 - 6 = 6$$

66. الزئبق Hg يحتوي أحد نظائره الزئبق على 80 بروتوناً و120 نيوترونًا. ما العدد الكتلي لهذا النظير؟

العدد الكتلي =

عدد البروتونات + عدد النيوترونات

$$\text{العدد الكتلي} = 120 + 80 = 200$$

67. الزينون Xe لعنصر الزينون نظير عدده الذري 54، ويحتوي على 77 نيوترونًا. ما العدد الكتلي لهذا النظير؟

العدد الكتلي للنظير =

العدد الذري + عدد النيوترونات

$$131 = 77 + 54$$

68. إذا احتوت ذرة عنصر ما على 18 إلكترونًا، فما عدد البروتونات الموجودة في نواة ذرة العنصر؟

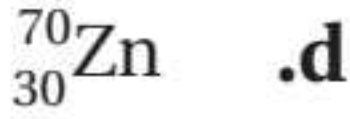
عدد الإلكترونات =

عدد البروتونات = 18 بروتونًا.

تقويم الفصل

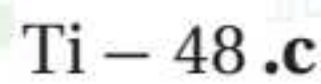
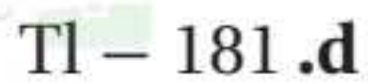
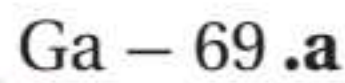
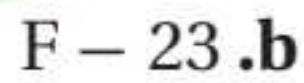
3

71. ما عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات في ذرة كل من العناصر الآتية؟



الرمز	الإلكترونات	البروتونات	النيوترونات
$^{132}_{55}\text{Cs}$	55	55	77
$^{163}_{69}\text{Tm}$	69	69	94
$^{59}_{27}\text{Co}$	27	27	32
$^{70}_{30}\text{Zn}$	30	30	40

72. مستعيناً بالجدول الدوري، ما عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات في ذرة كل من العناصر الآتية؟



الرمز	الإلكترونات	البروتونات	النيوترونات
Ga-69	31	31	38
F-23	9	9	14
Ti-48	22	22	26
Tl-181	73	73	108

69. الكبريت S بين كيف تساوي الكتلة الذرية لعنصر الكبريت 32.065 amu، إذا علمت أن للكبريت أربعة نظائر كما يأتي:

النظير	الكتلة الذرية amu	نسبة وجوده %
الأول	31.972	95.02
الثاني	32.971	0.75
الثالث	33.968	4.21
الرابع	35.967	0.02

الكتلة الذرية للكبريت

$$= (0.9502) (31.972\text{amu}) + (0.0075) (32.971\text{amu}) + (0.0002) (35.967\text{amu}) + (0.421) (33.968\text{amu}) = 32.065\text{amu}$$

70. أكمل الفراغات في الجدول 3-6 الآتي:

العنصر	الكلور	الكلور	الزركونيوم	الزركونيوم
العدد الذري	17	17	40	40
العدد الكتلي	35	37	90	92
عدد البروتونات	17	17	40	40
عدد النيوترونات	18	20	50	52
عدد الإلكترونات	17	17	40	40

3 تقويم الفصل

73. مستعيناً بالجدول الدوري، ما عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة كل من العناصر الآتية؟

F – 23 .b

Ga – 69 .a

Tl – 181 .d

Ti – 48 .c

الرمز	البروتونات	الإلكترونات
V فاناديوم	23	23
Mn منجنيز	25	25
Ir إيريديوم	77	77
S كبريت	16	16

الجدول 3-7 بيانات نظائر الكروم	النظير	نسبة النظير %	الكتلة (amu)
الكروم - 50	4.35	49.946	
الكروم - 52	83.79	51.941	
الكروم - 53	9.50	52.941	
الكروم - 54	2.36	53.939	

$$\text{Cr-50} = (49.946 \text{ amu}) \times (0.0435) = 2.17 \text{ amu}$$

$$\text{Cr-52} = (51.941 \text{ amu}) \times (0.8379) = 43.52 \text{ amu}$$

$$\text{Cr-53} = (52.941 \text{ amu}) \times (0.0950) = 5.03 \text{ amu}$$

$$\text{Cr-54} = (53.939 \text{ amu}) \times (0.0236) = 1.27 \text{ amu}$$

$$51.99 \text{ amu} = \text{الكتلة الذرية للكروم}$$

إتقان المفاهيم 3-4

77. ما التحلل الإشعاعي؟

هو أن تفقد أنوية الذرات غير المستقرة

الطاقة تلقائياً من خلال الإشعاع.

78. ما سبب أن بعض الذرات مشعة؟

يعتمد ثبات الذرات على نسبة النيوترونات

إلى البروتونات في نواة الذرة. فعندما تكون

هذه النسبة كبيرة أو صغيرة تصبح أنوية

الذرات غير مستقرة، مما يجعل الذرة مشعة.

74. الجاليوم Ga له كتلة ذرية 69.723 amu، وله نظيران في الطبيعة: جاليوم-69 وجاليوم-71، فأَي نظير له أكبر نسبة وجود في الطبيعة؟ فسّر إجابتك.

جاليوم-69 يجب أن يكون له أكبر نسبة

وجود في الطبيعة؛ لأن الكتلة الذرية

للجاليوم أقرب إلى الكتلة الذرية

للجاليوم-69 منها للكتلة الذرية

للجاليوم-71.

75. الكتلة الذرية للفضة. للفضة نظيران في الطبيعة:

$^{107}_{47}\text{Ag}$ وكتلته الذرية 106.905 amu، ونسبة وجوده

52.00%، والنظير الآخر $^{109}_{47}\text{Ag}$ ، وكتلته الذرية

108.905 amu، ونسبة وجوده 48.00%. ما الكتلة

الذرية للفضة؟

الكتلة الذرية للفضة:

$$= (106.905) \times (0.5200) + (108.905) \times (0.4800)$$

$$= 107.86 \text{ amu}$$

83. إصدار الإشعاعات ما التغير الذي يحدث في العدد الكتلي عندما تصدر ذرة مشعة: جسيمات ألفا، جسيمات بيتا، أشعة جاما؟

تقلل جسيمات ألفا العدد الكتلي بمقدار 4 ولا تُحدث جسيمات بيتا أو أشعة جاما أيّ تغيير في العدد الكتلي.

84. ما العامل الرئيس في تحديد ما إذا كانت نواة العنصر مستقرة أو غير مستقرة؟

نسبة النيوترونات إلى البروتونات في نواة الذرة.

85. اشرح كيف يرتبط فقدان الطاقة والاستقرار النووي بالتحلل الإشعاعي؟

ينتج التحلل الإشعاعي عندما تصدر النواة غير المستقرة طاقة من أجل الوصول إلى حالة الاستقرار.

86. اشرح ما يجب أن يحدث قبل أن تتوقف ذرة مشعة عن التحلل الإشعاعي؟

يجب تكون ذرة مستقرة غير مُشعة.

87. البورون-10 يشع جسيمات ألفا، ويشع السيزيوم-137 جسيمات بيتا. اكتب معادلة نووية موزونة لكل تحلل إشعاعي.



79. ناقش كيف تصل الذرات المشعة إلى حالة الاستقرار؟

تصل الذرات المشعة إلى حالة الاستقرار

عن طريق فقد الإشعاعات أو الجسيمات التي تؤدي إلى تغيير النسبة بين النيوترونات والبروتونات.

80. عرّف جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وأشعة جاما.

جسيم ألفا: ذرة هيليوم شحنتها ثنائية موجبة (+2)

جسيم بيتا: إلكترونات عالية السرعة شحنتها (-1)

أشعة جاما: إشعاعات عالية الطاقة، ليس لها كتلة.

81. اكتب الرموز المستعملة للتعبير عن إشعاعات كل من ألفا، وبيتا، وجاما.

الأشعة	الرمز	الكتلة	الشحنة
ألفا	α أو ^4_2He	4	+2
بيتا	β	$\frac{1}{1840}$	-1
جاما	γ	صفر	صفر

82. ما نوع التفاعل الذي يتضمن تغييراً في نواة الذرة؟

التفاعل النووي.

88. ما الخطأ في نظرية دالتون الذرية؟ وما المكونات الرئيسة للذرة؟

لا تتجزأ الذرات ولا تنكسر، ويكون

للذرات العنصر الواحد كتل مختلفة.

ويتكوّن التركيب الذري من الجسيمات

التالية: البروتونات والإلكترونات

والنيوترونات.

89. أنبوب أشعة المهبط صف أنبوب أشعة المهبط، وكيف يعمل؟

يوجد في كل طرف من طرفي أنبوب

الأشعة المهبطية قطب، وهذان القطبان

موصولان بمصدر للطاقة الكهربائية،

والأنبوب مملوء بغاز له ضغط

منخفض وعندما يمر التيار الكهربائي

تنتقل الإلكترونات من المهبط إلى

المصعد عبر الأنبوب.

90. الجسيمات المكونة للذرة وضح كيف حدد طومسون

نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته؟ وكيف أدى ذلك إلى

استنتاج أن الذرات مكونة من جسيمات ذرية؟

بيّن طومسون أن كتلة الإلكترون

أقل بكثير من كتلة ذرة الهيدروجين،

وهي أصغر ذرة معروفة (أخف الذرات)،

مما دلّ على أن هناك جسيمات مكونة

للذرة أصغر منها،

وأن الذرات قابلة للتجزئة.

91. تجربة رذرفورد كيف اختلفت نتائج تجربة رذرفورد

في صفيحة الذهب عن النتائج التي توقعها؟

توقع رذرفورد انحراف جسيمات ألفا

قليلاً، عندما تمر خلال صفيحة الذهب،

إلا أن بعض جسيمات ألفا انحرفت بزوايا

كبيرة.

95. كم مرة يساوي قطرُ الذرة قطرَ نواتها؟ وإذا عرفت أن معظم كتلة الذرة يتركز في نواتها، فماذا يمكنك أن تستنتج عن كثافة النواة؟

قطر الذرة أكبر من قطر نواتها عشرة آلاف مرة. ويمكن الاستنتاج أن كثافة النواة يجب أن تكون كبيرة (نواة كثيفة).

96. هل شحنة النواة موجبة أم سالبة أم متعادلة؟ وما شحنة الذرة؟

النواة موجبة الشحنة،

بينما الذرة متعادلة الشحنة.

97. لماذا انحرفت الإلكترونات في أنبوب أشعة المهبط تحت تأثير المجال الكهربائي؟

لأن الإلكترونات تحمل شحنة سالبة؛

وبالتالي تتأثر بقوى التجاذب والتنافر الإلكترونية الناتجة من المجال الكهربائي.

الكهربائي.

98. ما مساهمة العالم هنري موزلي في فهمنا الحديث للذرة؟

اكتشف العالم هنري موزلي

أن ذرات كل عنصر تحتوي على شحنات

موجبة (البروتونات) في أنويتها،

وعدد البروتونات في نواة أي

ذرة يحدّد هويتها بوصفها ذرة عنصر معين.

92. إذا احتوت نواة ذرة متعادلة على 12 بروتوناً فكم إلكترونات في هذه الذرة؟ فسّر إجابتك.

يوجد في نواة الذرة المتعادلة 12 بروتوناً البروتونات هي الجسيمات المشحونة الوحيدة في النواة. ولمازنة تلك الشحنات الموجبة؛ يجب أن يوجد العدد نفسه من الإلكترونات السالبة الشحنة والمساوية لعدد البروتونات، أي سيكون العدد 12 إلكترونات.

93. إذا احتوت نواة ذرة على 92 بروتوناً، والعدد الكتلي لها 235، فما عدد النيوترونات في نواة هذه الذرة؟ وما الرمز الكيميائي لها؟

عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

عدد النيوترونات = 235 - 92 = 143

وتسمّى هذه الذرة اليورانيوم ورمزها $^{235}_{92}\text{U}$

94. مستعيناً بالجدول الدوري، أكمل الفراغات في الجدول 3-8 الآتي:

الجدول 3-8 مكونات نظائر متعددة					
النظير	S-32	Ca-44	Zn-64	F-9	Na-23
العدد الذري	16	20	30	9	11
العدد الكتلي	32	44	64	19	23
عدد البروتونات	16	20	30	9	11
عدد النيوترونات	16	24		10	12
عدد الإلكترونات	16	20	30	9	11

99. ما العدد الكتلي للـ بوتاسيوم -39؟ وما رمز هذا النظير؟
العدد الكتلي للبوتاسيوم -39 = 39،
وشحنة النظير تساوي صفراً.

100. البورون -10، والبورون -11 نظيران موجودان في الطبيعة. فإذا كانت الكتلة الذرية للبورون 10.81 amu. فأَيَ نظير له أعلى نسبة وجود؟

يجب أن يكونَ لنظير البورون -11 أكبر نسبة وجود؛ لأن الكتلة الذرية للبورون أقرب إلى الكتلة الذرية للبورون -11 منها إلى الكتلة الذرية للبورون -10.

101. أشباه الموصلات للسليكون ثلاثه نظائر موجودة في الطبيعة: هي السليكون -28، والسليكون -29، والسليكون -30. اكتب رمز كل منها.

السليكون -28: $(^{28}_{14}\text{Si})$

السليكون -29: $(^{29}_{14}\text{Si})$

السليكون -30: $(^{30}_{14}\text{Si})$

102. التيتانيوم استعن بالجدول 3-9 الآتي لحساب الكتلة الذرية للتيتانيوم.

النظير	الكتلة الذرية (amu)	نسبة النظير %
Ti-46	45.953	8.00
Ti-47	46.952	7.30
Ti-48	47.948	73.80
Ti-49	48.948	5.50
Ti-50	49.945	5.40

$$\text{Ti-46} = (45.953 \text{ amu})(0.0800) = 3.6762 \text{ amu}$$

$$\text{Ti-47} = (46.952 \text{ amu})(0.0730) = 3.4275 \text{ amu}$$

$$\text{Ti-48} = (47.948 \text{ amu})(0.7380) = 35.3856 \text{ amu}$$

$$\text{Ti-49} = (48.948 \text{ amu})(0.0550) = 2.6921 \text{ amu}$$

$$\text{Ti-50} = (49.945 \text{ amu})(0.0540) = 2.6970 \text{ amu}$$

$$47.8784 \approx 47.88 \text{ amu} = \text{الكتلة الذرية للتيتانيوم}$$

103. صف كيف يؤثر كل نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة؟

جسيمات ألفا α : تقلل العدد الذري 2،

وتقلل العدد الكتلي 4.

جسيمات بيتا β : تزيد العدد الذري 1،

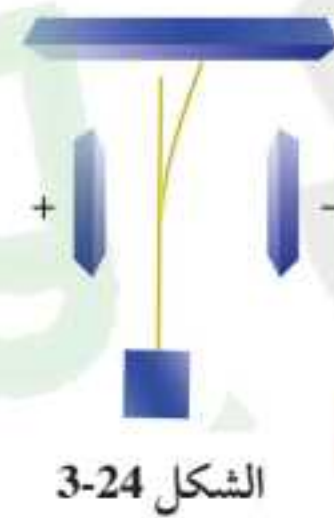
ولا تُغيّر العدد الكتلي.

أشعة جاما γ : لا تُغيّر العدد الذري

ولا العدد الكتلي.

104. الوجود النسبي للنظير يشكل الماغنسيوم حوالي 2% من قشرة الأرض، وله ثلاثة نظائر في الطبيعة. افترض أنك حللت معدناً ما وحصلت على ثلاثة نظائر للماغنسيوم بالنسب الآتية: $Mg-24$ (نسبة وجوده 79%)، و $Mg-25$ (نسبة وجوده 10%)، و $Mg-26$ (نسبة وجوده 11%)، فإذا حلل زميلك معدناً مختلفاً يحتوي على الماغنسيوم فهل تتوقع أن يحتوي على النسب نفسها من جميع النظائر؟ فسر إجابتك.

نعم، تبقى نسبة وجود نظير أي عنصر ثابتة. ولا تعتمد على المصدر الذي أخذت منه.



105. الإشعاع حدد نوعي الإشعاع الميسينين الشكل 3-24 أدناه فسر إجابتك.

الشعاع المنحرف هو جسيمات ألفا الموجبة بسبب انحرافه نحو الصفيحة سالبة الشحنة، أما الشعاع الذي لم ينحرف فيجب أن يكون أشعة جاما المتعادلة.

التفكير الناقد

106. كيف تم استعمال الطرائق العلمية لتحديد نموذج الذرة؟ لماذا اعتبر النموذج نظرية؟

أجريت تجارب عديدة لتفسير الملاحظات وتكوين الفرضيات. واعتبر النموذج نظرية؛ لأن الموضوع ما زال بحاجة إلى التعديل في ضوء توافر بيانات إضافية.

107. ناقش ما التجربة التي أدت إلى خلاف حول نموذج طومسون للذرة؟ وضح إجابتك.

تجربة رذرفورد لصفيحة رقيقة

من الذهب، إذ لم تتفق نتائج هذه

التجربة مع نموذج طومسون الذري.

108. طبق أيهما أكبر: عدد المركبات أم عدد العناصر، وعدد العناصر أم عدد النظائر؟ فسر إجابتك.

عدد المركبات أكبر من عدد العناصر؛

لأن المركبات تتكون من اتحاد العناصر. والعناصر تتحد بطرائق متعددة.

وعدد النظائر أكبر من عدد العناصر؛

لأن لكل عنصر نوعاً واحداً من الذرات، ويمكن أن يكون له أكثر من نظير.

109. حلل لعنصر ثلاثة نظائر في الطبيعة. ما المعلومات الأخرى التي يجب عليك معرفتها لكي تحسب الكتلة الذرية للعنصر؟

نحتاج لحساب الكتلة الذرية

للعنصر إلى معرفة كتلة كل

نظيره في الطبيعة ونسبة وجوده.

110. طبق إذا كان معظم حجم الذرة فراغاً فاشرح لماذا لا يمكنك تمرير يدك خلال جسم صلب؟

الذرات صغيرة جداً وقريبة جداً

بعضها من بعض، وترتبط الذرات

في الجسم الصلب بعضها ببعض

بقوة كهربائية ليس من السهل

كسرها.

111. صمّم ارسم نموذجاً حديثاً للذرة، وحدد مكان كل نوع من الجسيمات الذرية المكونة للذرة.

يجب أن يكون الرسم مشابهاً للشكل 14-3،

حيث تتكوّن الذرات من نواة تحتوي على

بروتونات ونيوترونات، وتكون محاطة

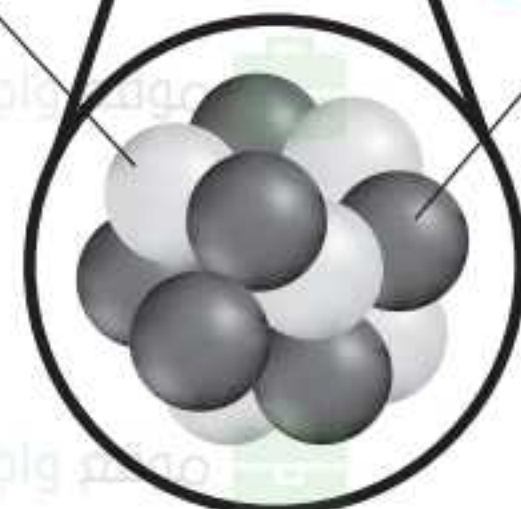
بسحابة من الإلكترونات.

سحابة من
الإلكترونات

النواة

بروتون

نيوترون



112. طبق للإنديوم In نظيران في الطبيعة وكتلته الذرية 114.818 amu. الإنديوم-113 كتلته الذرية 112.904 amu، ونسبة وجوده 4.3%. ما كتلة ونسبة وجود النظير الآخر للإنديوم؟

النظير الآخر هو الإنديوم-115،

وكتلته الذرية تساوي

114.900 amu. نسبة النظير الآخر:

$$100\% - 4.2\% = 95.7\%$$

113. استنتج متوسط الكتلة الذرية للكبريت قريب من العدد الصحيح 32، ومتوسط الكتلة الذرية للكلور 35.435 amu وهذا العدد ليس عدداً صحيحاً. اقترح سبباً محتملاً لهذا الاختلاف.

للكبريت نظير نسبة وجوده في

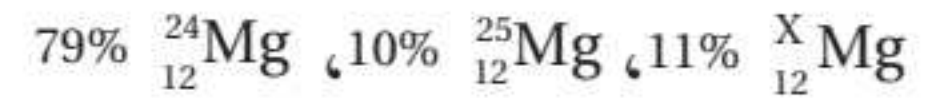
الطبيعة مرتفعة جداً، في حين

أن للكلور أكثر من نظير بنسب

وجود عالية.

مسألة تحفيز

114. نظائر الماغنسيوم أوجد قيمة العدد الكتلي للنظير الثالث للماغنسيوم، علماً بأن نسبة وجود نظائر الماغنسيوم في الطبيعة كالآتي:



والكتلة الذرية للماغنسيوم 24.305 amu.

العدد الكتلي للنظير الثالث = X

$$24.305 \text{ amu} = (24 \text{ amu}) \times (0.79) + (25 \text{ amu}) \times (0.10) + (X \text{ amu}) \times (0.11)$$

$$X = 26 \text{ amu}$$

مراجعة تراكمية

115. كيف تختلف الملاحظات النوعية عن الملاحظات الكمية؟ أعط مثلاً على كل نوع منهما.

لا تحتاج الملاحظات النوعية إلى قياسات

(الماء ساخن)،

في حين تحتاج الملاحظات الكمية إلى ذلك

(درجة حرارة الماء C 42).

116. صنّف المخاليط أدناه إلى مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس:

a. ماء مالح. a. متجانس

b. شربة خضار. b. غير متجانس

c. ذهب عيار 14. c. متجانس

d. خرسانة. d. غير متجانس

117. أيُّ مما يأتي تغيّر فيزيائي، وأيها تغيّر كيميائي؟

a. ماء يغلي. a. فيزيائي

b. عود ثقاب مشتعل. b. كيميائي

c. سكر ذائب في الماء. c. فيزيائي

d. صوديوم يتفاعل مع الماء. d. كيميائي

e. آيس كريم ينصهر. e. فيزيائي

تقويم إضافي

118. **الكتابة في** **الكيمياء** شاشات التلفزيون والكمبيوتر

صف كيف تستعمل أشعة المهبط في توليد صور في شاشات أجهزة التلفزيون والكمبيوتر.

يُغْلَفُ الجزء الخلفي من شاشة

الحاسوب أو شاشة التلفاز بمادة

فوسفورية مشعة تتوهج عندما

يصطدم بها شعاع من الإلكترونات.

وتعني فوسفورية أن المواد تشعّ

ضوءاً بألوان مختلفة.

121. أوجد عدد البروتونات، وعدد النيوترونات لكل نظير من نظائر الزركونيوم.

النظير	الكتلة (amu)	نسبة الوجود (%)	عدد النيوترونات	عدد البروتونات
زركونيوم - 90	89.905	51.45	50	40
زركونيوم - 91	90.906	11.22	51	40
زركونيوم - 92	91.905	17.15	52	40
زركونيوم - 94	93.906	17.38	54	40
زركونيوم - 96	95.908	2.80	56	40

122. هل يبقى عدد البروتونات أو عدد النيوترونات ثابتاً في جميع النظائر؟ فسر إجابتك.

عدد البروتونات يبقى ثابتاً في النظائر جميعها. النظائر هي ذرات للعنصر نفسه، ولكنها تختلف في العدد الكتلي بسبب اختلاف عدد النيوترونات.

123. توقع أي النظائر له كتلة ذرية أقرب إلى متوسط الكتلة الذرية للزركونيوم، بناءً على نسبة وجودها في الجدول أعلاه؟

الزركونيوم - 90

119. STM الذرات المنفردة يمكن رؤيتها من خلال جهاز متطور يسمى STM. اكتب تقريراً مختصراً يبين كيف يتم التصوير، وقم بعمل ألبوم للصور المجهرية معتمداً على الكتب، والمجلات، والإنترنت.

تتحرك النقطة عبر العينة، ويتفاعل الإلكترون في النقطة مع الإلكترونات من الذرات المجاورة في العينة. وهذا التفاعل يُسجل إلكترونياً.

أسئلة المستندات

الزركونيوم Zr فلز ذو بريق معدني، لونه أبيض رمادي، وبسبب مقاومته العالية للتآكل وقلّة امتصاص مقطعه العرضي للنيوترونات فإنه يستعمل عادةً في المفاعلات النووية، كما يمكن أيضاً معالجته (إعادة تصنيعه)، فيبدو مثل الألماس، ويستعمل في المجوهرات.

الجدول 3-10 نسب وجود نظائر الزركونيوم	
العنصر	نسبة وجوده %
زركونيوم - 90	51.4
زركونيوم - 91	11.2
زركونيوم - 92	17.2
زركونيوم - 94	17.4
زركونيوم - 96	2.8

120. ما العدد الكتلي لكل نظير من نظائر الزركونيوم في الجدول 3-10 أعلاه؟

النظير	العدد الكتلي
زركونيوم - 90	90
زركونيوم - 91	91
زركونيوم - 92	92
زركونيوم - 94	94
زركونيوم - 96	96

124. احسب قيمة متوسط الكتلة الذرية للزركونيوم.

$$= (89.905 \text{ amu}) \times (0.5145) +$$

$$(90.906 \text{ amu}) \times (0.1122) + (91.905 \text{ amu}) \times (0.1715)$$

$$+ (93.906 \text{ amu}) \times (0.1738) + (95.908)(0.0280)$$

$$= 91.22 \text{ amu}$$

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أي مما يأتي يصف ذرة البلوتونيوم Pu؟

a. يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحتفظ بخواص البلوتونيوم.

b. لا يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحتفظ بخواص البلوتونيوم.

c. ليس لها خواص البلوتونيوم.

d. العدد الذري لذرة البلوتونيوم 244.

2. النبتونيوم Np له نظير واحد فقط في الطبيعة $^{237}_{93}\text{Np}$

يتحلل ويصدر جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وشعاع جاما. ما الذرة الجديدة التي تتكون من هذا التحلل؟

a. $^{233}_{92}\text{U}$

b. $^{241}_{93}\text{Np}$

c. $^{239}_{90}\text{Th}$

d. $^{241}_{92}\text{U}$

3. ما نوع المادة التي لها تركيب محدد، وتتكون من عدة عناصر؟

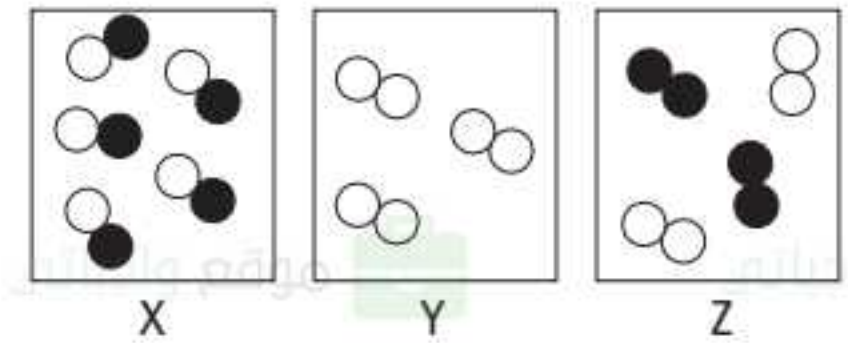
a. مخلوط غير متجانس.

b. مخلوط متجانس.

c. العنصر.

d. المركب.

4. استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال الآتي:



المفتاح	
○	ذرة العنصر A
●	ذرة العنصر B

أي شكل يبين مركباً؟

a. X

b. Y

c. Z

d. كل من X، Z

5. تساوي الشحنة الكهربائية للذرة صفراً لأن:

a. الجسيمات الذرية لا تحمل شحنات كهربائية.

b. الشحنات الموجبة للبروتونات تلغي الشحنات السالبة للنيوترونات.

c. الشحنات الموجبة للنيوترونات تلغي الشحنات السالبة للإلكترونات.

d. الشحنات الموجبة للبروتونات تلغي الشحنات السالبة للإلكترونات.

6. ما عدد النيوترونات، والبروتونات، والإلكترونات في ذرة $^{126}_{52}\text{Te}$ ؟

a. 126 نيوتروناً، 52 بروتوناً، 52 إلكترونًا.

b. 74 نيوتروناً، 52 بروتوناً، 52 إلكترونًا.

c. 52 نيوتروناً، 74 بروتوناً، 74 إلكترونًا.

d. 52 نيوتروناً، 126 بروتوناً، 126 إلكترونًا.

7. نواة العنصر X غير مستقرة بسبب كثرة النيوترونات. لذا فكل ما يأتي يمكن أن يحدث إلا أن:

a. يتحلل إشعاعياً.

b. يتحول إلى عنصر مستقر غير مشع.

c. يتحول إلى عنصر مستقر مشع.

d. يفقد الطاقة تلقائياً.

8. ما الذي يشغل معظم حجم الذرة؟

a. البروتونات.

b. النيوترونات.

c. الإلكترونات.

d. الفراغ.

اختبار مقنن

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 10 و 11.

خواص نظائر النيون في الطبيعة			
النظير	العدد الذري	الكتلة (amu)	النسبة المئوية لوجوده
^{20}Ne	10	19.992	90.48
^{21}Ne	10	20.994	0.27
^{22}Ne	10	21.991	9.25

10. اكتب عدد البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات لكل نظير في الجدول أعلاه.

النظير	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات	عدد النيوترونات
النيون - 20	10	10	10
النيون - 21	10	10	11
النيون - 22	10	10	12

أسئلة الإجابات القصيرة

9. عينة من كربونات الكالسيوم كتلتها 36.41 g تحتوي على 14.58 g من الكالسيوم و 4.36 g من الكربون. ما كتلة الأكسجين في العينة؟ وما النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب؟

$$\text{كتلة الأكسجين} = 36.41 \text{ g} - (4.36 \text{ g C} + 14.58 \text{ g Ca}) = 17.47 \text{ g}$$

$$\% \text{ Ca} = \frac{\text{كتلة Ca}}{\text{كتلة CaCO}_3} \times 100\% = \frac{14.58 \text{ g}}{36.41 \text{ g}} \times 100\% = 40.04\%$$

$$\% \text{ C} = \frac{\text{كتلة C}}{\text{كتلة CaCO}_3} \times 100\% = \frac{4.36 \text{ g}}{36.41 \text{ g}} \times 100\% = 11.97\%$$

$$\% \text{ O} = \frac{\text{كتلة O}}{\text{كتلة CaCO}_3} \times 100\% = \frac{17.47 \text{ g}}{36.41 \text{ g}} \times 100\% = 47.98\%$$

اختبار مقنن

11. احسب متوسط الكتلة الذرية للنيون، مستعينًا بالبيانات في الجدول أعلاه.

الكتلة الذرية المتوسطة للنيون

$$= (19.992 \text{ amu})(0.9048) + (20.994 \text{ amu})(0.0027) + (21.991 \text{ amu})(0.0925) \\ = 20.18 \text{ amu}$$

أسئلة الإجابات المفتوحة

12. افترض أن للعنصر Q ثلاثة نظائر: ^{259}Q ، ^{252}Q ، ^{248}Q . فإذا كانت الكتلة الذرية للعنصر Q تساوي 258.63 وحدة كتل ذرية فما النظير الأكثر وجودًا في الطبيعة؟ اشرح إجابتك.

من المحتمل أن يكون النظير ^{259}Q الأكثر وجودًا في الطبيعة؛ لأن متوسط الكتلة الذرية قريبة من 259. لو كان هناك نظير آخر أكثر وجودًا في الطبيعة، لكان متوسط الكتلة الذرية أقل من ذلك بكثير.

13. يتحلل اليود - 131 إشعاعيًا، ويكون نظيرًا يحتوي على 54 بروتونًا، و 77 نيوترونًا. ما نوع التحلل الذي حدث لهذا النظير؟ فسر إجابتك.

نوع التحلل هو تحلل بيتا، إذ يتغير العدد الذري من 53 (يود) إلى 54 (زنون)، في حين أن العدد الكتلي لا يتغير مطلقًا (131 لليود، 54 + 77 للزنون).