حلول
حلول اون لاين
hulul.online
www.ien.edu.sa

الأهداف

- **تعرّف** الذرة.
- **تميّز** بين 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 الرئيسة **تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات، والإلكترونات 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).

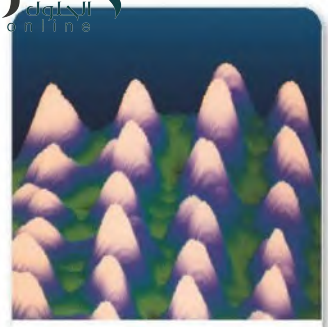
الذرة The Atom

الكثير من التجارب منذ أيام دالتون أثبتت وجود الذرات. لكن ما الذرة؟ للإجابة عن هذا السؤال، تخيل أنك قررت أن تَبْرُدَ قطعةً من النحاس لتتحوّل 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 فتات 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 خطٌّ من ذرات النحاس طوله أقل من متر واحد. ويوضح **الشكل 4–3** طريقة أخرى لتصور حجم الذرة. ويمكنك تصور صغر الذرة عندما تتخيل أنك كبّرت الذرَّة بحيث تصبح في مثل حجم البرتقالة، فإذا صنعت ذلك فكأنك جعلت البرتقالة في مثل حجم الكرة الأرضية؛ مع المحافظة على نسبة التكبير نفسها.

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

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online



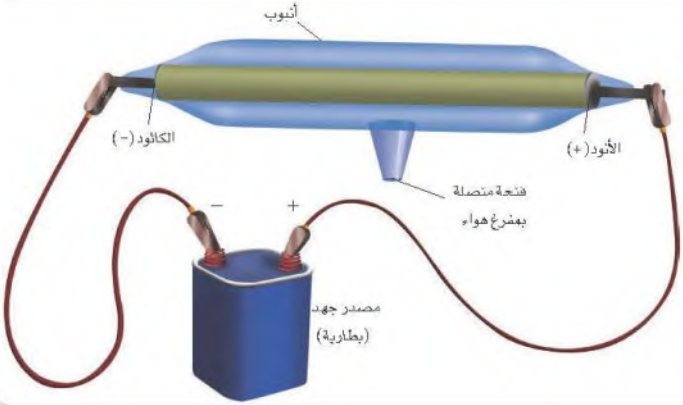
الشكل 5–3 هذه الصورة أخذت بجهاز STM، وهي تبين ذرات منفردة في حمض دهني على سطح من الجرافيت. وقد تم إضافة بعض الألوان للصورة لتوضيح صورة الذرات.

الربط مع علم الأحياء **انظر إلى الذرات** قد تظن أنه لا توجد طريقة لرؤية الذرات؛ لأنها صغيرة جدًّا. إلا أن هناك جهازًا خاصًّا يسمى المجهر الأنبوبي الماسح Scanning Tunnelling Microscope (STM) يسمح لنا برؤيتها. فكما تحتاج إلى المجهر لدراسة الخلايا في الأحياء فإن جهاز STM يسمح لك بدراسة الذرات. **والشكل 5–3** يوضح كيف تبدو الذرات عند رؤيتها بجهاز STM. والعلماء حاليًّا قادرون على جعل ذرات منفردة تتحرك لتكون أشكالاً وأنماطًا، وآلات بسيطة أيضًا، وهو ما يعرف بتقنية النانو، والتي تَعِدُ بصناعة على المستوى الجزيئي، وبناء آلات بحجم صغير جدًّا (حجم الجزيء). وسوف تعرف لاحقًا أن الجزيئات مجموعة من الذرات مرتبطة معًا، 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 يُجَب عنها حتى عام 1900م.

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

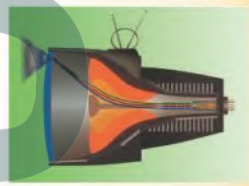


الشكل 6–3 أنبوب أشعة المهبط له قطبان، هما المهبط والمصعد. عندما تمرر تيارًا كهربائيًّا تحت تأثير قوة كهربائية - فرق جهد - مناسبة، تنتقل الكهرباء من المهبط إلى المصعد.

الشكل 7–3 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.

الكيمياء في واقع الحياة

أشعة المهبط



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

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^-. ويبين **الشكل 7-3** بعض التجارب التي استعملت لتحديد خواص أشعة المهبط.

ماذا قرأت؟ اشرح كيف تم اكتشاف أشعة المهبط؟

لاحظ العالم الفيزيائي السير وليم كروكس ومضات ضوئية في إحدى أنابيب الأشعة المهبطية عندما كان يعمل في مختبر معتم

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

كت

إلا

فقد بدأ العالم طومسون (1856–1940م) سلسلة من التجارب على أشعة المهبط في جامعة كمبردج 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.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

استنتج طومسون أن كتلة الجسيم المشحون أقل كثيرًا من كتلة ذرة الهيدروجين، وهي أصغر ذرة معروفة. وهذا الاستنتاج كان مفاجئًا؛ لأنه يعني أن هذه الجسيمات أصغر من الذرة، لذا فإن جون دالتون كان مخطئًا؛ إذ يمكن تجزئة الذرات إلى جسيمات أصغر. ورغم أن نظرية دالتون الذرية كانت مقبولة بشكل واسع إلا أن استنتاجات طومسون كانت حاسمة، وإنْ 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؟ لخّص كيف اكتشف طومسون الإلكترون؟

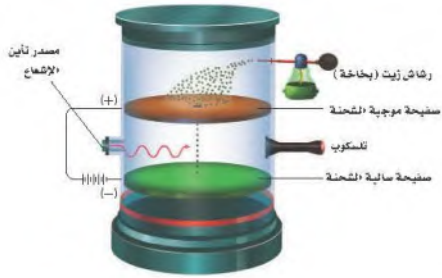
قام طومسون بإجراء سلسلة من التجارب باستعمال أنبوب الأشعة المهبطية، وعند قياس تأثير كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي لتحديد نسبة الكتلة إلى الشحنة لهذه الجسيمات، استنتج أن هذه الجسيمات المشحونة أقل كتلة من أصغر ذرة معروفة، مما يعني أن الذرات تتكون من أجزاء صغيرة.

تجرب
العالم
جهاز
فوق
الزي
الصفيحتين. وعندها تلتصق الإلكترونات بقطرات الزيت، وتشحنها بشحنة سالبة. وبتغيير شدة المجال الكهربائي استطاع مليكان 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 مليكان محكمة جدًّا، لدرجة أن الشحنة التي قاسها منذ مائة عام لا تختلف أكثر من 1% تقريبًا عن القيمة المقبولة حاليًا.

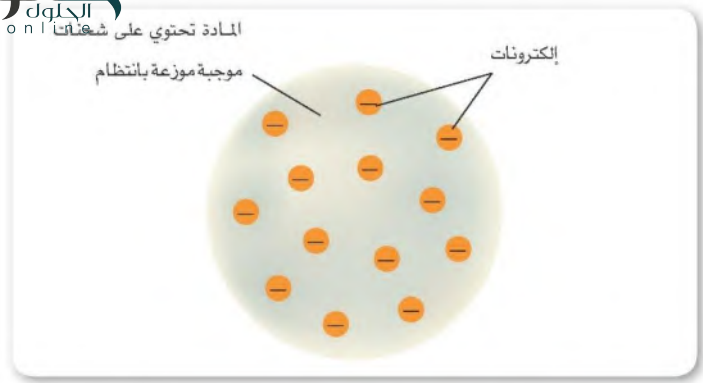
كتلة الإلكترون من خلال معرفة مليكان بشحنة الإلكترون واستعماله نسبة الشحنة إلى الكتلة المعروفة مسبقًا، تمكّن من حساب كتلة الإلكترون:

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



الشكل 8–3 تعتمد حركة قطرات الزيت داخل جهاز مليكان على شحنة القطرات، وعلى المجال الكهربائي. استعمل مليكان 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.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online



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 جدًا. فما المسؤول عن كتلة الذرة؟

في محاولة للإجابة عن هذه الأسئلة اقترح طومسون نموذجًا 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.

الحلول اون لاين
hulul.online

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

الشكل 10–
إن فهمنا الحـ
المكونة لها وسل
على عمل العلماء من مختلف أنحاء العالم خلال القرنين الماضيين.

1860 — 1885 — 1910

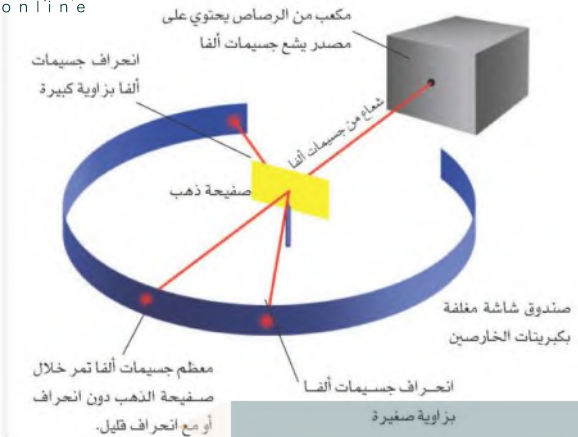
1897م باستعمال أنبوب أشعة المهبط اكتشف طومسون الإلكترونات، وحدد نسبة كتلة الإلكترون إلى شحنته الكهربائية.

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

1932م أثبت جيمس شادويك وجود النيوترونات.

الجسيمات لإطلاق بروتونات على أنوية الليثيوم، لتفتيتها إلى أنوية هيليوم وتحرير الطاقة.

رذرفورد من تحديد خواص النواة، وتشمل الشحنة، والحجم، والكثافة.



الشكل 11–3 خلال تجربة رذرفورد اصطدم شعاع من جسيمات ألفا بصفيحة رقيقة من الذهب. معظم جسيمات ألفا مرت خلال الصفيحة، بينما انحرف بعضها بزاوية، وارتد عدد قليل جدًا من الجسيمات إلى الخلف.

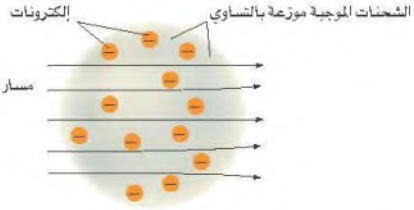
النواة The Nucleus

تجربة رذرفورد في عام 1911م أجرى رذرفورد Rutherford تجربة كما في **الشكل 11–3**، حيث وجه شعاعًا رفيعًا من جسيمات ألفا الموجبة في اتجاه صفيحة رقيقة من الذهب، ووضع شاشة مغلفة بكبريتيد الخارصين حول صفيحة الذهب، حيث تقوم الشاشة بإظهار الضوء عند اصطدام جسيمات ألفا بها. وبملاحظة أماكن حدوث اللمعان استطاع العلماء أن يقرروا ما إذا كانت ذرات صفيحة الذهب قد حرفت جسيمات ألفا عن مسارها.

وقد لاحظ رذرفورد وزملاؤه من خلال التجربة أن نسبة قليلة من جسيمات ألفا انحرفت بزاوية كبيرة، بينما ارتدّ عدد قليل جدًّا من الجسيمات إلى الخلف في اتجاه مصدر الأشعة.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online



الشكل 12–3 بالاعتماد على نموذج طومسون توقع رذرفورد أن جسيمات ألفا الضوئية ستمر من خلال صفيحة الذهب. وأن جزءًا 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 أيضًا. ويبين **الشكل 12–3** نتائج تجربة رذرفورد.

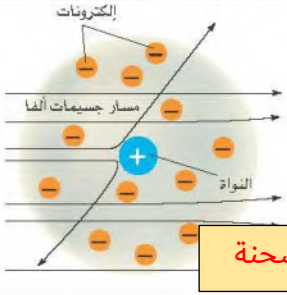
نموذج رذرفورد للذرة استنتج رذرفورد أن نموذج طومسون لم يكن صحيحًا؛ لأنه لم يستطع أن يفسر نتائج تجربة رقاقة الذهب. واعتمادًا على خواص جسيمات ألفا والإلكترونات، وعلى تكرار الارتدادات استنتج أن الذرة تتكون غالبًا من فراغ تتحرك فيه الإلكترونات. كما استنتج أن معظم الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها تتركز في 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 حيزًا صغيرًا في الذرة وتحتوي على معظم كتلة الذرة فإن النواة كثيفة جدًا. إن حجم الفراغ الذي تتحرك فيه الإلكترونات كبير جدًا مقارنة بحجم النواة. وإن قطر الذرة يعادل تقريبًا عشرة آلاف مرة قطر النواة.

ماذا قرأت؟ صف نموذج الذرة الذي وضعه رذرفورد.

تتكون الذرة في نموذج راذرفورد من جزء صغير وكثيف يسمى بالنواة، تحتوي على معظم الشحنة الموجبة ومعظم كتلة الذرة. وتتحرك الإلكترونات في الفراغ المحيط بالنواة

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 بعيدًا عن النواة قليلاً. أما جسيمات ألفا التي تمر مباشرةً بالقرب من النواة فتنحرف بزوايا كبيرة.

استنتج. ما القوة المسببة لانحراف جسيمات ألفا؟

تتنافر جسيمات ألفا الموجبة مع النواة الموجبة الشحنة

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 بيَّن العالم جيمس شادويك James Chadwick أن النواة تحتوي أيضًا 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.

تجربة عملية

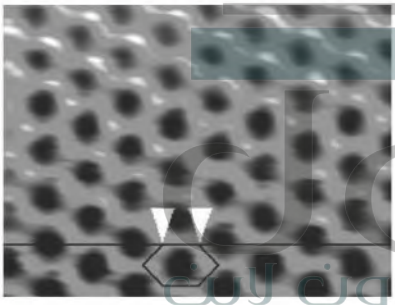
تجربة رذرفورد

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين

مختبر تحليل البيانات

تفسير الأشكال التوضيحية العلمية

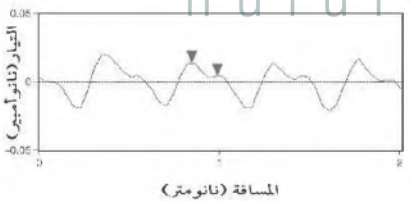
ما المسافات الظاهرة بين ذرات الكربون في مادة ذات شكل بلوري ثابت؟



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 فجوة في تركيب الجرافيت

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

عدد ذرات الكربون=٩، كل قمة وواجهة في المقطع العرضي تمثلان ذرة كربون

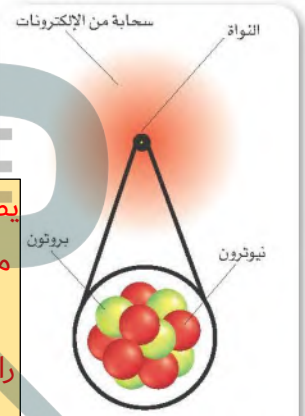
حلول الحلول اون لاين hulul.online

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

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				

الدقائق المكونة للذرة	الشحنة الكهربائية	الكتلة النسبية
الإلكترون	١-	١/١٨٤٠
البروتون	١+	١
النيوترون	صفر	١



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

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

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

يبين الانحراف في اتجاه الصفائح الموجبة الشحنة طبيعة الشحنة السالبة للإلكترونات إن تغيّر المعدن المكون للقطب أو تغير الغاز المستعمل في أنبوب الأشعة المهبطية لا يؤثر في الأشعة المهبطية الناتجة. لذا استنتج العلماء أن الالكترونات موجودة في أشكال المادة كلها

الفكرة الرئيسة 7. صف تركيب الذرة، وحدد موقع كل جسيم فيها.
8. قارن بين نموذج طومسون ونموذج رذرفورد.
9. قوّم التجارب التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترونات السالبة الشحنة موجودة في جميع المواد.
10. قارن الشحنة والكتلة النسبية لكل من الجسيمات المكونة للذرة.
11. احسب الفرق بالـ (kg) بين كتلة البروتون وكتلة الإلكترون.

الفرق بين كتلة البروتون والإلكترون (kg)=
١,٦٧٢ x ١٠$^{-٢٧}$kg