الجامعة السورية الخاصة
كلية هندسة البترول

الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY

الكيمياء العامة واللاعضوية

الدكتور: جليل ضمد غليم

العام الدراسي 2017-2018

المحاضرة (2)

2019-2018

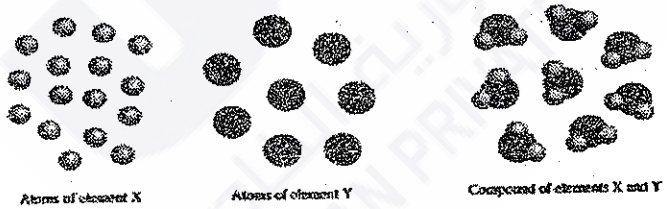
الفصل الثاني

بنية الذرة

2-1- مقدمة Introduction:

عرّف قدماء اليونان المادة بأنها تتألف من جسيمات دقيقة غير قابلة للانقسام وتكون في حركة دائمة ويتحد بعضها مع البعض الآخر بطرائق متعددة، أطلقوا اسم ذرة Atom على هذه الجسيمات، هذا التصور غير مبني على تجارب علمية وإنما أساسه نظريات فلسفية، حتى ظهرت نظرية دالتون Dalton's atomic theory في بداية القرن التاسع عشر بالاعتماد على القوانين التي تم ذكرها سابقاً والتي تشمل النقاط الآتية:

- الذرة (atom) أصغر جزء بالنسبة للعنصر ولا يمكن تجزئتها كيميائياً.
- تتشابه ذرات العنصر الواحد بالخصائص الفيزيائية والكيميائية وتختلف في ذلك عن ذرات أي عنصر آخر.
- تتحد العناصر بعضها مع بعض كيميائياً بنسبة أعداد صحيحة وثابتة من ذرات كل عنصر مُكونة ذرة مركبة أو ما يعرف بالجزيء (فرضية آفوغادرو).
- تفاعل ذرات بعض العناصر بذرات عنصر آخر مكونة من مركب، وهذا ما يُعرف بقانون النسب المضاعفة التي اكتشفها دالتون نفسه، كما هو موضح:



وساهمت التجارب الكثيرة خلال القرن التاسع عشر في التعرف على طبيعة الذرة ومكوناتها مثل مرور تيار كهربائي عبر غاز ما في أنابيب مغلقة، حيث بينت التجارب أن مكونات الذرة هي عبارة عن بروتونات، وإلكترونات ونيترونات.

2-2- مكونات الذرة The contents of the atom:

2-2-1-الأشعة المهبطية-اكتشاف الإلكترونات The Electrons- negative rays:

لقد مكنت دراسة الأشعة المهبطية من اكتشاف الإلكترونات و التي تنشأ نتيجة تفريغ أنبوبة زجاجية تحتوي على قطبين إلى ضغط 0.01 atm، وعند إمرار التيار الكهربائي عبر الأنبوبة يبدأ الغاز الموجود فيها بإصدار أشعة ملونة بلون أخضر

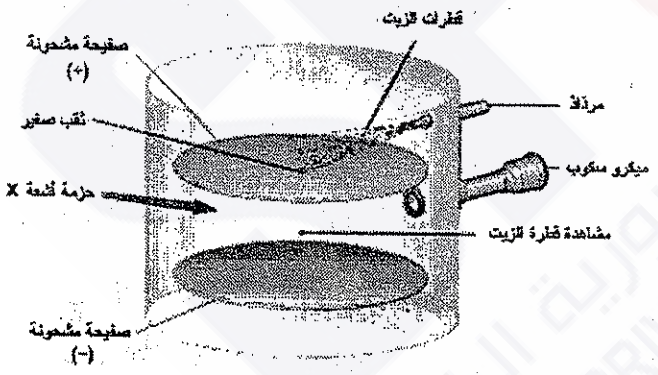
متلألئ تصدر من المهبط تسير في خط مستقيم باتجاه المصعد، وهي قابلة للانحراف في ساحة كهربائية أو مغناطيسية. وعليه فإن الأشعة المهبطية هي جسيمات مادية صغيرة ذات شحنة سالبة أطلق عليها اسم الإلكترونات وحدتها الإلكترون e^-. يوضح الشكل (2-1) أنبوبة الأشعة المهبطية لاكتشاف الإلكترونات:

الشكل (2-1) أنبوبة الأشعة المهبطية

درس تومسون الأشعة المهبطية و أوجد نسبة الشحنة إلى كتلة هذه الجسيمات:

$$e^-/m = -1.7588\times10^8\ C/g \quad (C = As)$$

وهي نسبة ثابتة بغض النظر عن الغاز الموجود في الأنبوبة أو نوع المهبط. وفي عام 1909 م قام العالم ميليكان Millikan في تحديد شحنة الإلكترون من خلال تجربته الشهيرة قطرات الزيت كما يتضح من الشكل (2-2):



الشكل (2-2) المخطط العام لتجربة رذاذ الزيت من ميليكان

تمكن ميليكان من تجربته تحديد سرعة قطرات الزيت المشحونة كهربائياً بوساطة مواد نشطة إشعاعياً وغير مشحونة كهربائياً، مما يؤدي إلى تغير سرعة هذه القطرات نحو اللوحة الموجبة أو السالبة للمكثفة. فالقطرة الموجبة الشحنة تتحرك بسرعة إلى اللوحة السالبة وبالعكس. وبمعرفة شدة الساق الكهربائية وكثافة الزيت ونصف قطر القطرة والمسافة بين صفيحتي المكثفة وسرعة الهواء بالإضافة إلى سرعة قطرة الزيت، استطاع ميليكان بعد تجاربه المتكررة على قطرات مختلفة أن يحسب الشحنات الكهربائية لقطرات متعددة ووجد المقدار الأساسي (e^-) أو مضاعفاته كما يأتي:

$$e^- = 1(1.6x10^{-19}C)$$
$$e^- = 2(1.6x10^{-19}C)$$
$$e^- = 3(1.6x10^{-19}C)$$

يلاحظ أن جميع القيم تحتوي على القيم $1.6x10^{-19}$ C هي أصغر شحنة سالبة وتساوي شحنة الإلكترون. وتعطي القياسات الدقيقة لواحدة الشحنة الكهربائية القيمة الآتية:

$$e^- = 3(1.602x10^{-19}C) = 4.802x10^{-10}esu$$

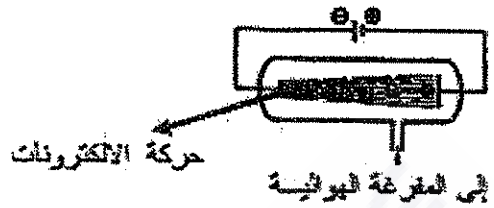
ويستنتج بأنه لا توجد الشحنة الإلكترونية السالبة بشكل سيالة مستمر وإنما على شكل جسيمات صغيرة منفصل بعضها عن بعض ومحددة بالقيمة $1.602x10^{-19}C$ أو أضعاف هذه الكمية. ومنه نستطيع استنتاج كتلة الإلكترون في الحالة الساكنة:

$$\frac{e}{m} = -1.76x10^8 C/g$$
$$e^- = -1.6x10^{-19}C$$
$$m = \frac{e^-}{\frac{e}{m}} = \frac{-1.6x10^{-19}}{-1.76x10^8} = 9.1x10^{-28}gr$$

2-2-2-الأشعة الموجبة- اكتشاف البروتونات The protons- positive rays:

استطاع العالم غولدشتاين Goldstein وباستخدام أنبوبة أشعة مهبطية (المهبط يحتوي على ثقوب)، وبإمرار التيار الكهربائي في هذه الأنبوبة وبوجود كمية من غاز، أن يلاحظ أن أشعة أخرى غير الأشعة المهبطية تنطلق وتتجه عكس اتجاه المصعد في حين أن الإلكترونات تتجه نحو المصعد ويمكن تفسير ذلك بأن الأشعة المهبطية حيْن تكونها تصطدم بذرات الغاز الموجودة في الأنبوبة مما يؤدي إلى انفصال إلكترونات جزيئات الغاز التي تحمل الشحنة الموجبة وتتجه عكس اتجاه المصعد. ووجد أن كتلة هذه الأشعة الموجبة، شحنتها وكذلك لون الأشعة الضوئية يختلف باختلاف نوع الغاز في الأنبوبة ومنه نستنتج أن الأشعة الموجبة ما هي إلا عبارة عن الشوارد الموجبة

لذرات الغاز الموجود في الأنبوب. ولا يمكن رؤية الأشعة المهبطية (e^-) أو الأشعة الموجبة (P) وإنما يحدث تألق للغازات في أنابيب الإنفراغ. كما هو مبين في الشكل (2-3):



الشكل (2-3) الأشعة المهبطية واكتشاف البروتونات

ووجد أن أكبر نسبة شحنة إلى كتلة تكون عند استخدام غاز الهيدروجين في الأنبوبة وذلك لأن الكتلة ستكون أصغر ما يمكن وهي تمثل بروتوناً فقط وأن مقدار الشحنة الموجبة يساوي مقدار الشحنة السالبة: وهي تساوي 1/1837 من نسبة شحنة إلى كتلة الإلكترون أي أن كتلة البروتون أكبر من كتلة الإلكترون بحوالي 1837 مرة و هي تساوي $1.67\text{x}10^{-24}$ gr.

2-2-3- اكتشاف النيترونات Detection of Neutrons:

لاحظ العالم شادفيك أن قذف ذرة البيريليوم Be بجسيمات ألفا يجعلها تطلق أشعة ذات سرعة عالية تساوي1/10 من سرعة الضوء وقدرة عالية على الاختراق. وهي لا تتأثر بالمجال المغناطيسي أو الكهربائي، وكتلتها تساوي تقريباً كتلة البروتونات وكتلتها أكبر من كتلة الإلكترونات بمقدار1837 مرة. وتملك النيترونات أهمية كبيرة في المحافظة على ثبات الذرة لأنها تقلل من قوى التنافر بين البروتونات داخل النواة.

$$^{9}_{4}\text{Be} + {}^{4}_{2}\text{He} \longrightarrow {}^{1}_{0}\text{n} + {}^{12}_{6}\text{C}$$

يبين الجدول (2-1) الجسيمات الأساسية في الذرة وأهم صفاتها:

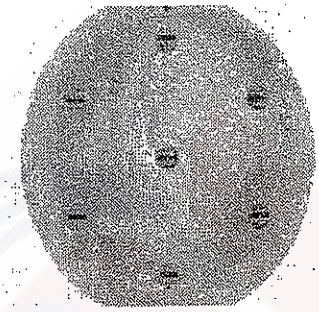
الجدول (2-1) الجسيمات الأساسية في الذرة وأهم صفاتها

الجسيم	الكتلة النسبية(amu)	الكتلة بـــ Kg	الشحنة C=As	الرمز
الإلكترون	0.000549	$9.1\text{x}10^{-31}$	$-1.6\text{x}10^{-19}$	e^-
البروتون	1.0076≈1	$1.672\text{x}10^{-27}$	$+1.6\text{x}10^{-19}$	P^+
النيترون	1.0086≈1	$1.675\text{x}10^{-27}$	±0	N

2-3- نماذج بنية الذرة The atom configuration models:

2-3-1- نموذج تومسون للذرة Thomson's model of the atom:

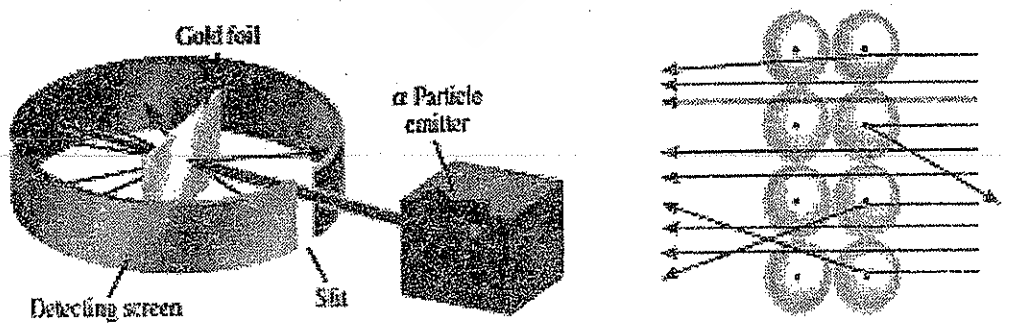
توصل تومسون بعد عدة تجارب قام بها لمعرفة طبيعة وجسيمات الذرة وخصائصها إلى أن الذرة تتكون من كرة من الشوارد الموجبة مغموس فيها عدد من الشحنات السالبة "الإلكترونات" بحيث يتم التعادل الكهربائي كما هو مبين بالشكل الآتي:



واستطاع تومسون حساب النسبة e/m.

2-3-2- نموذج رذرفورد للذرة Rutherford's Model of the Atom:

ويتم بتسليط أشعة ألفا (نوى الهليوم He^{+2}) على صفيحة رقيقة من الذهب سماكتها $5000A^{\circ}$، وجد أن معظم الأشعة تخترق الصفيحة، وجزء منها ينحرف عن مساره الأصلي، وجزء يرتد كلياً بعد اصطدامه بالصفيحة. يمكن تفسير نفاذ معظم الأشعة بأنه يدل على أن معظم الصفيحة فراغ، أما انحراف الجزء القليل فيعني مرور الأشعة بمراكز تحمل شحنات موجبة، وارتدادها كلياً يعني اصطدام الأشعة بمراكز تحمل شحنة موجبة أيضا. وجزء صغير من الأشعة ينحرف فيعني أن المراكز التي تحمل شحنة موجبة تشغل حيزاً صغيراً جداً، هذه المراكز سميت فيما بعد بالنوى حيث تتمركز معظم كتلة الذرة فيها وتكون الإلكترونات محاطة بها. ونظراً لصغر حجم الإلكترونات فإن معظم الأشعة تنفذ بسهولة. يوضح الشكل (2-4) نموذجاً بسيطاً لتجربة رذرفورد:



الشكل (2-4) نموذج بسيط لتجربة رذرفورد

يمكن إجمال نتائج تجربة رذرفورد في النقاط الآتية:

– كل ذرة عنصر تتألف من نواة تحوي شحنة موجبة و هي تمثل معظم كتلة الذرة.

– حجم الذرة كبير جداً بالنسبة للنواة.

– عدد البروتونات في نواة الذرة يعرف بالعدد الذري للعنصر وعليه فإن العدد الذري لكل الذرات في العنصر الواحد يكون متساوياً.

– في الذرة المتعادلة كهربائياً يكون عدد البروتونات في النواة يساوي عدد الإلكترونات خارج النواة.

– رقم الكتلة يساوي عدد البروتونات + عدد النيترونات.

ويطلق اسم نوكليون على كل من البروتون والنيترون لأن النوكليون جسيم ذو حالتين كوانتيتين هما البروتون والنيترون.

تسمى الذرات التي تتساوى في العدد الذري وتختلف في رقم الكتلة بالنظائر (Isotopes) مثل: ^{14}C، ^{12}C ويحتوي النظيران على ثمانية وستة نيترونات على التوالي. والنظير يكون متشابهاً في الخصائص الكيميائية ومختلفاً في الخصائص الفيزيائية مثل الوزن، وبعض النظائر قد تُعطى أسماء ورموزاً مختلفة كما في نظائر الهيدروجين.

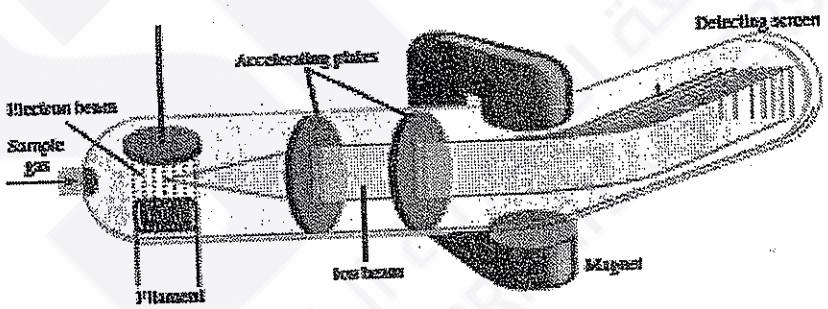
وإذا كان العدد الذري لعنصر ما فردياً، يكون له على الأقل نظيران حسب قاعدة أستون (Aston).

– وعندما يكون لنواتين أو أكثر نفس عدد الكتلة نفسه مع عدد ذري مختلف فتسمى بالإيزوبارات (Isobares)، كما في $^{40}_{19}K$ و $^{40}_{20}Ca$. وتصبح إيزوبارات العناصر غير مستقرة إذا وجدت بجوار عناصر مستقرة لها عدد الكتلة نفسه، مثل: عنصر الروبيديوم $^{87}_{37}Rb$ غير المستقر وهو إيزو بار مع السترونسيوم $^{87}_{38}Sr$.

– وإذا كان لنواتين أو أكثر عدد النيترونات نفسه مع الاختلاف في العدد الذري فتسمى عندها بالإيزوتونات (Isotones) مثال: $^{3}_{1}H$ ، $^{4}_{2}H$. ويوضح الجدول الآتي عدد النيترونات، وعدد الكتلة والعدد الذري لبعض العناصر:

العنصر	العدد الذري	عدد الكتلة	عدد النيترونات
H	1	1	0
D	1	2	1
T	1	3	2
	6	12	6

- **قياس رقم الكتلة باستخدام مطياف الكتلة:**
- يساعد مطياف الكتلة قياس كتلة الذرة أو الجزيء على أساس انحراف الشوارد الموجبة في ساحة كهربائية ومغناطيسية وتعود هذه الطريقة إلى العالم توسون (1824-1907) والتي طورها العالم أستون(1877-1945) باستخدامه لوحة تصوير تسجل عليها شوارد المادة المختلفة في كتلتها (النظائر) وعندها يسمى الجهاز **mass spectrograph**، ولكن في الوقت الحاضر تستخدم أجهزة الكترونية لالتقاط الشوارد الموجبة ويدعى الجهاز مطياف الكتلة **mass spectrometer** يبين الشكل (2-5) مطياف الكتلة:



الشكل (2-5) مطياف الكتلة

2-3-3- نموذج بور للذرة Bohr's model of the atom:

تبعاً لنموذج رذرفورد بقي أن نعرف كيفية دوران الإلكترونات وما هو موقعها، والسبب في التساؤل هو نظرية ماكسويل التي كانت سائدة يومها والتي تنص على أن الإلكترون يفقد طاقته باستمرار في أثناء دورانه حول النواة، وهذا يعني أن الإلكترون سيسقط ويصطدم بالنواة وهذا لن يحدث طبعاً. لقد كان لدراسة طيف ذرة الهيدروجين من قبل العالم بالمر Balmer عام 1885 م وآخرين أثر كبير في إقدام العالم بور عام 1913 م على نشر نظريته، والتي تتألف من النقاط الآتية: