Modèle de l'atome نموذج الذرة

نشاط تمهيدي

العالم المادي الذي يحيط بنا يتكون من ذرات. فهل هذه الأخيرة أصغر مكون للمادة؟ و ما هو نموذج الذرة المتداول حاليا؟

I- مراحل بناء النموذج الذري

1- نماذج الذرة و تطورها عبر التاريخ:

اعتبر الفيلسوف اليوناني **ديموقريط** أن الذرة هي الجزء الذي لا يتجزأ من المادة، و كان ذلك حوالي 400 سنة قبل الميلاد. و بعده جاء الفيلسوف أرسطو (322 – 384 قبل الميلاد) حيث اعتبر أن المادة قابلة للانقسام إلى ما لا نهاية و تتكون من أربعة عناصر هي النار، و الماء و الهواء و الأرض. وظل هذا الاعتقاد سائدا إلى أن جاء العالم دالتون الذي قدم نموذجا كرويا للذرة، واعتبر أن ذرات نفس العنصر متشابهة في الخواص (الشكل، الحجم، الكتلة)، وتختلف تماما عن ذرات العناصر الأخرى.

العالم البريطاني **طومسن** اكتشف الإلكترون عام 1897 ووضع نموذجا للذرة، حيث اعتبر أن الذرة كروية الشكل و تتكون من دقائق موجبة ودقائق سالبة موزعة بكيفية عشوائية و أن الذرة متعادلة كهربائيا.

و في سنة 1911 م جاء **روذورفورد**، كان تلميذا لطومسن حيث طلب منه هذا الأخير أن يتحقق من صحة نموذجه، و بفضل تجربته الشهيرة التي قذف خلالها صفيحة ذهبية بواسطة دقائق α، حيث اكتشف من خلاله نواة الذرة و اقترح نموذجا للذرة يتميز بما يلي :

- وجود نواة صغيرة جدا في مركز الذرة، و هي موجبة الشحنة و تتجمع فيها معظم كتلة الذرة.
- وجود إلكترونات سالبة تدور حول النواة.

و في سنة 1913 م طور **نيل بوهر** نموذج روذورفورد و اقترح نموذجا يشبه النظام الشمسي حيث تشغل النواة المركز أما الإلكترونات فتدور حولها في مدارات دائرية معينة محدودة و مستقرة و يوافق كل مدار طاقة محددة.

و أعطي آخر نموذج سنة 1925 م من طرف العالمين **شرودينگر و لويس دوبروگلي** تتكون فيه الذرة من نواة موجبة الشحنة محاطة بسحابة إلكترونية، يعتمد على احتمال وجود الإلكترون في وقت معين حول النواة.

2- استنتاج:

تتكون الذرة من نواة تحتل مركزها وهي موجبة الشحنة و محاطة بسحابة إلكترونية.

II- بنية الذرة:Structure de l'atome

تتكون المادة من ذرات و هي دقائق جد صغيرة. وتتكون الذرات من نواة وإلكترونات تدور حولها.

1- مكونات الذرة

1-1- الإلكترونات

* جميع إلكترونات الذرات متشابهة فيما بينها.
* كل إلكترون يحمل شحنة سالبة $q = -e = -1{,}6\,10^{-19}\ C$. (C: Coulomb)
* كتلة الإلكترون: $m_e = 9{,}11\,10^{-31}\ kg$.

ملحوظة: "e" تسمى بالشحنة الكهربائية الإبتدائية.

1-2- النواة

النواة موجبة الشحنة و تشغل حيزا صغيرا في مركز الذرة، و تتكون من عدد محدود من الدقائق الأساسية تسمى **نويات** وهي **البروتونات و النوترونات**.

* البرتونات : دقائق مادية تحمل شحنة كهربائية موجبة، وهي: $q = +e = +1{,}6\,10^{-19}\ C$.
  - كتلة البروتون : $m_p = 1{,}673\,10^{-27}\ kg$
* النوترونات : النوترونات دقائق ذات شحنة منعدمة.
  - كتلة النوترون : $m_n = 1{,}675\,10^{-27}\ kg$
- نرمز لعدد البروتونات في النواة ب Z و نسميه بعدد الشحنة أو العدد الذري.
- نرمز لعدد النوترونات ب N.
- نرمز لعدد النويات الإجمالي (عدد بروتونات + عدد نوترونات) الذي تحتوي عليه النواة ب A: نكتب إذن $A = Z + N$

ملحوظة: $m_p = m_n$ و $\frac{m_p}{m_e} = \frac{1{,}673\ 10^{-27}\ kg}{9{,}11\ 10^{-31}\ kg} \approx 1836$ أي أن $m_p = 1836 m_e$ يعني أن $m_p \rangle\rangle\rangle m_e$

III- التمثيل الرمزي لنواة الذرة

1- رمز العنصر الكيميائي

لتمثيل نواة الذرة نستعمل رمز العنصر الكيميائي و نضع بجانبه في الأعلى يسارا عدد النويات A و في الأسفل يسارا العدد الذري Z.

و نكتب ${}^{A}_{Z}X$

مثال: بالنسبة لذرة البور ${}^{11}_{5}B$

تتكون من: 5 إلكترونات و 11 نوية (5 بروتونات و 6 نوترونات).

* **تطبيق:** أعط إسم و حدد مكونات الذرات التالية:

${}^{56}_{26}Fe$ ${}^{63}_{29}Cu$ ${}^{197}_{79}Au$ ${}^{238}_{92}U$

2- الحياد الكهربائي للذرة

نعتبر عنصرا كيميائيا ${}^{A}_{Z}X$.

نعلم أن شحنة الإلكترونات المكونة للذرة: $Q = -Z \times e$.

و شحنة النواة تساوي مجموع شحن البروتونات لأن شحنة النوترونات منعدمة : $Q' = +Z \times e$

إذن، الذرة محايدة كهربائيا شحنتها الإجمالية منعدمة. $Q' + Q = 0$

أمثلة

الذرة	الإلكترونات		البروتونات		النوترونات	
	العدد	الشحنة	العدد	الشحنة	العدد	الشحنة
${}^{35}_{17}C\ell$	17	-17e	17	+17e	18	0
${}^{27}_{13}A\ell$	13	-13e	13	+13e	14	0

3- كتلة الذرة و أبعادها

أ- كتلة الذرة

كتلة الذرة تساوي مجموع كتل الدقائق المكونة لها. $m_{atome} = Z \times m_p + (A - Z) \times m_n + Z \times m_e$

يعني أن $m_{atome} = Z \times (m_p + m_e) + (A - Z) \times m_n$

بما أن $m_p = 1836 m_e$ يعني أن m_e مهملة أمام m_p إذن $m_{atome} = Z \times m_p + (A - Z) \times m_n = A \times m_p$

خلاصة: كتلة الإلكترونات مهملة أمام كتل النويات و منه يتضح أن: مجمل كتلة الذرة ممركزة في نواتها.

ب- أبعاد الذرة

الذرة كروية الشكل و كذلك نواتها، و كل منهما تتميز بشعاع.

- يتزايد قطر الذرة بتزايد عدد الإلكترونات.

+ مقدار شعاع الذرة في حدود $1A°$: $R_A = 1\,A° = 10^{-10}\,m$.

+ مقدار شعاع النواة في حدود 1 fm: $R_N = 1\,fm = 10^{-15}\,m$ ($R_A \approx 10^5 \times R_N$: شعاع الذرة أكبر بكثير من شعاع النواة).

- الذرة ثغرية: لأن الإلكترونات تدور حول النواة في فراغات كبيرة جدا.

IV- العنصر الكيميائي

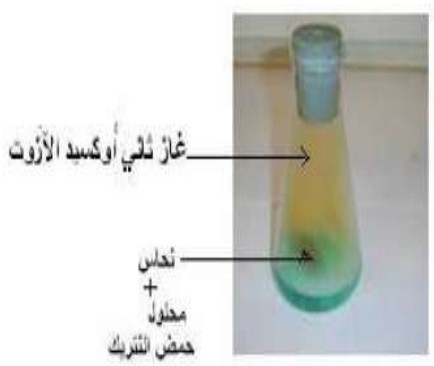
1- انحفاظ العنصر الكيميائي

أ- تجربة 1

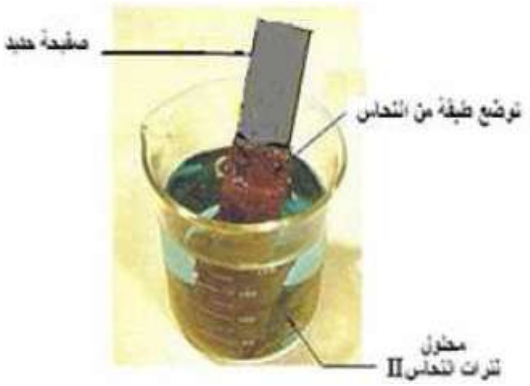
نضيف قليلا من محلول حمض النيتريك على فلز النحاس.

نلاحظ:

* اختفاء كلي لفلز النحاس.
* تصاعد غاز عديم اللون: أول أوكسيد الآزوت (NO) الذي يتحول في الهواء إلى غاز أشقر اللون أي غاز ثاني أكسيد الآزوت.
* و نحصل على محلول أزرق اللون: لنترات النحاس II.



ب- تجربة2:



نغمر صفيحة من الحديد في المحلول المحصل عليه.
نلاحظ توضع طبقة من النحاس على الجزء المغمور من صفيحة الحديد.

ج- استنتاج

خلال هذين التحولين الذاتية الكيميائية للنحاس لم تختف بل نجدها باستمرار رغم التغيرات التي طرأت على النحاس، هذه الذاتية المشتركة تسمى عنصر النحاس. و بصفة عامة، مجموع العناصر الكيميائية الموجودة في الأجسام المتفاعلة نجدها كذلك في النواتج عند نهاية التفاعل.

2- نظائر العنصر الكيميائي

النظائر: ذرات تنتمي لنفس العنصر الكيميائي(لها نفس عدد البروتونات Z) و تختلف في عدد نوتروناتها N أي في عدد كتلتها A و لها نفس الخصائص الكيميائية.

أمثلة لبعض النظائر الكيميائية:

العنصر	نظائر العنصر	عدد البروتونات	عدد الكتلة	عدد النوترونات	عدد الإلكترونات	النسبة المئوية لوجود النظير
الكلور	$^{35}_{17}C\ell$	17	35	18	17	75%
	$^{37}_{17}C\ell$	17	37	20	17	25%
الهيدروجين	$^{1}_{1}H$	1	1	0	1	99.98%
	$^{2}_{1}H$	1	2	1	1	0.02%
	$^{3}_{1}H$	1	3	2	1	10^{-4}%

3- الأيونات الأحادية الذرة

أ- تعريف: نسمي الأيون الأحادي الذرة: كل ذرة اكتسبت أو فقدت إلكترونا أو أكثر.

ب- أمثلة

- الأيونات الموجبة أي الكاتيونات: ناتجة عن ذرة فقدت إلكترونا أو أكثر.

H^+ Na^+ Ca^{2+} Al^{3+}

- الأيونات السالبة أي الأنيونات: ناتجة عن ذرة اكتسبت إلكترونا أو أكثر.

Cl^- F^- O^{2-} S^{2-}

4- العنصر الكيميائي

العنصر الكيميائي هو مجموع الدقائق التي تتوفر نواتها على نفس العدد الذري (نفس عدد البروتونات) وقد يكون ذرات أو أيونات أحادية الذرة أو نظائر.

إذن يتميز العنصر الكيميائي بعدده الذري Z.

V- توزيع الإلكترونات

1- الطبقات الإلكترونية

تتوزع الإلكترونات في ذرة على طبقات مختلفة نرمز إليها على التتابع بالحروف: (K، L، M وN...) و سنقتصر على التوزيع الإلكتروني في الطبقات K، L وM بالنسبة لذرات العناصر الكيميائية ذات العدد الذري $1 \leq Z \leq 18$.

2- توزيع الإلكترونات

القاعدة الأولى: تتسع كل طبقة لعدد محدود من الإلكترونات.

بالنسبة للذرات حيث $1 \leq Z \leq 18$، العدد الأقصى لإلكترونات كل طبقة هو كما يلي:

- الطبقة الأولى K : 2 إلكترونات.
- الطبقة الثانية L : 8 إلكترونات.
- الطبقة الثالثة M : 8 إلكترونات.

و عندما تحتوي الطبقة على العدد الأقصى من الإلكترونات نقول أنها أصبحت مشبعة.

القاعدة الثانية: عدد إلكترونات الذرة يتوزع على الطبقات الإلكترونية بحيث يتم ملء الطبقة الإلكترونية الأولى K، و عندما تصبح مشبعة بإلكترونين ننتقل إلى الطبقة الثانية L و عندما تصبح مشبعة بثمانية إلكترونات ننتقل إلى الطبقة الثالثة M.

ملحوظة: نسمي الطبقة الخارجية آخر طبقة إلكترونية تتواجد بها إلكترونات، و الإلكترونات المتواجدة بها تسمى بإلكترونات **التكافؤ** و هي أقل ارتباطا بالنواة.

3- البنية الإلكترونية

توضح البنية الإلكترونية لذرة عدد الإلكترونات الموجودة في كل طبقة من طبقاتها.

لتمثيل البنية الإلكترونية لذرة نضع رمز الطبقة الإلكترونية بين قوسين و نكتب عدد الإلكترونات الذي تحتوي عليه على اليمين في الأعلى.

أمثلة

$^{1}_{1}H$	$(K)^1$	عدد إلكترونات الطبقة الخارجية: 1
$^{4}_{2}He$	$(K)^2$	عدد إلكترونات الطبقة الخارجية: 2
$^{16}_{8}O$	$(K)^2(L)^6$	عدد إلكترونات الطبقة الخارجية: 6
$^{27}_{13}A\ell$	$(K)^2(L)^8(M)^3$	عدد إلكترونات الطبقة الخارجية: 3
$^{35}_{17}C\ell$	$(K)^2(L)^8(M)^7$	عدد إلكترونات الطبقة الخارجية: 7
$^{35}_{17}C\ell^-$	$(K)^2(L)^8(M)^8$	عدد إلكترونات الطبقة الخارجية: 8
$^{27}_{13}A\ell^{3+}$	$K)^2(L)^8$	عدد إلكترونات الطبقة الخارجية: 8

VI- تطبيقات