مدخل الى الكيمياء النووية

الذرة والنواة The Atom and Nucleus

الذرة هي الوحدة الاساسية التي تكون المادة. وقد ظلت محاولة معرفة تركيبها التحدي الأكبر الذي واجه العديد من العلماء في العصور القديمة حتى أوائل القرن العشرين حين وضعت النظرية الذرية الحديثة.

إذا **الذرة The Atom:** تتكون من جسيم صغير يسمى النواة ويحيط بالنواة جسيمات صغيرة تسمى الإلكترونات تدور حولها في مدارات معينة. (atom كلمة اغريقية تعني غير قابل للانقسام).

النواة The Nucleus : فيها تتمركز كتلة الذرة ويبلغ نصف قطرها حوالي 10^{-13} سم، في حين يصل نصف قطر الذرة حوالي 10^{-8} سم. والنواة بدورها تتركب من نوعين من الجسيمات المتناهية الصغر تعرف بالبروتونات والنيوترونات، ويعود تعادل الذرة إلى تساوي عدد البروتونات مع عدد الإلكترونات وإختلافهما في الشحنة.

من المفيد تحديد المفاهيم الأولية الآتية في التركيب الذري والنووي:

البروتونات The Proton:

البروتون عبارة عن جسيم صغير تبلغ كتلته $1.67x10^{-24}$ غم وهو أكبر من الإلكترون بحوالي 1839 مرة ويحمل شحنة كهربائية مساوية لشحنة الإلكترون ولكنها موجبة.

النيوترونات The Neutron :

النيوترون عبارة عن جسيم صغير متعادل الشحنة مساوي تقريبا للبروتون في الكتلة وغالبا يعتبر النيوترون عبارة عن إتحاد بروتون وإلكترون.

(في عام 1932 نجح شادويك في اكتشاف النيوترون. فبينما كان العالم يوجه سيلا من دقائق الفا باتجاه هدف من عنصر البورون تحول هذا العنصر الى نتروجين – 14 وانطلقت اشعة مجهولة ذات قدرة فائقة على اختراق الاجسام. اعتقدو في البداية انها اشعة كاما لكن شادويك اثبت انطلاق دقيقة متعادلة تقارب كتلتها كتلة البروتون ولا تحمل أي شحنة كهربائية اطلق عليها اسم النيوترون وكما في المعادلة التالية:

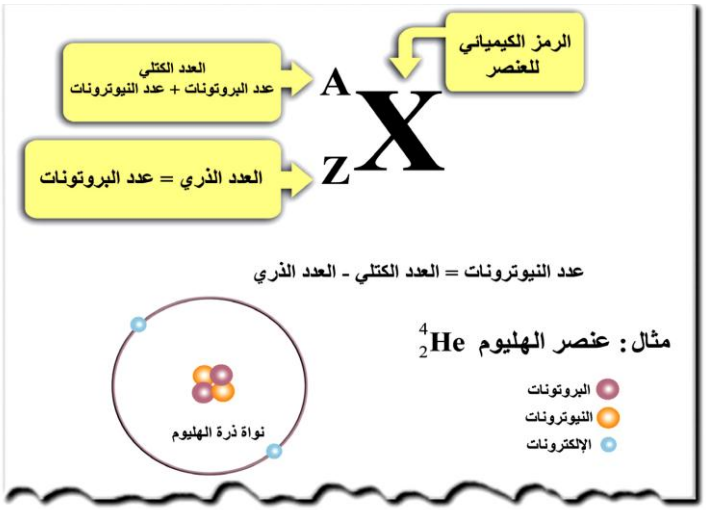
$$^{11}_{5}B + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n$$

النيوكليونات The Nucleun: هو إسم يطلق على الجسيمات النووية، أي البروتونات والنيوترونات ومجموع عددها هو عدد الكتلة إذن فهو مسمى مشترك لكل من البروتون والنيوترون

العددالذري (Z) The Atomic Number : هو عدد البروتونات ويساوي عدد الإلكترونات للذرة المتعادلة ويرمز له بالرمز Z ويعين العدد الذري الخصائص الكيميائية للذرة وبالتالي يحدد العنصر.

عدد الكتلة (A) The Mass Number: هو مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات المكونة لنواة أي عنصر وهو عدد صحيح ويرمز له بالرمز A.

الترميز النووي : يقصد به طريقة كتابة العناصر بطريقة توضح العدد الذري وعدد الكتلة والطريقة كما هو موضح أدناه تتم بكتابة عدد الكتلة إلى أعلى يسار رمز العنصر ويكتب العدد الذري أسفل يسار رمز العنصر كما يلي:



$^{238}_{92}U$, $^{14}_{7}N$

ويمكن أن يشمل الترميز النووي عدد النيوترونات وهذه تكتب أسفل يمين رمز العنصر (أنظر المثال في حالة الأيزوترونات).

الاصناف النووية Nuclear Species

تتألف النواة في ضوء الفرضية البروتونية – النيوترونية من البروتونات والنيوترونات. وتتميز الاصناف النووية بعضها عن بعضها الاخر بمحتويات نواتها من البروتونات والنيوترونات وبأشكال الانحلال وطاقاته.

وتنقسم الاصناف النووية الى اربعة اصناف هي:

1- النظائر Isotopes: هي أشكال مختلفة من ذرات العنصر نفسه يكون لها نفس العدد من البروتونات (العدد الذري) ولكنها تختلف في اعداد الكتلة (أي تحتوي على اعداد مختلفة من النيوترونات). ومن أمثلتها:

$^{35}_{17}Cl$ يحتوي على 17 بروتونا و 18 نيوترونا بينما يحتوي الصنف $^{37}_{17}Cl$ على 17 بروتونا و 20 نيوترونا

نظائر الهيدروجين وهي : $^{3}_{1}H$ (Tritium) $^{2}_{1}H$ (Deuterium) , $^{1}_{1}H$

(اكتشاف نظير الهيدروجين الديوتريوم عام 1931 من قبل العالم الأمريكي هارولد أوري والذي استلم جائزة نوبل بالكيمياء عام 1934 على هذا الاكتشاف. **الديوتيريوم** هو الذرة التي تحتوي نواتها على بروتون واحد ونيوترون واحد وتسمى هذه الذرة بالهيدروجين الثقيل)

(ويستخدم التريتيوم في استخراج الطاقة النووية بواسطة الاندماج النووي، كما يحدث في القنبلة الهيدروجينية .ويبلغ وزنه ثلاثة أضعاف وزن الهيدروجين العادي. يرجع أصل الاسم تريتيوم إلى الكلمة اللاتينيةTri ومعناها ثلاثة. ويتحلل التريتيوم عن طريق إصدار أشعة بيتا ويتحول إلى الهيليوم-1 ، ويتحول نصف التريتيوم إلى هيليوم في حوالي 12 عامًا)

نظائر الصوديوم وهي : $^{22}_{11}Na, ^{23}_{11}Na , ^{24}_{11}Na$

نظائر اليورانيوم وهي : $^{233}_{92}U, \ ^{234}_{92}U, ^{235}_{92}U, \ ^{238}_{92}U,$

ونظراً لكون النظائر اصناف لعنصر واحد فأن لها نفس الخصائص الكيميائية ولكنها تتباين في صفاتها الفيزيائية. والنظائر اما ان تكون مشعة Radioactive او غير مشعة اي مستقرة Stable .

ان للعناصر التي تتراوح اعدادها الذرية من 1-83 ثلاثة نظائر مستقرة كمعدل. وان لبعض العناصر كالفسفور والبزموث والزرنيخ نظيرا مستقرا واحدا ، ولبعض العناصر كالقصدير مثلا عشرة نظائر مستقرة.

2- الأيزوبارات Isobars : هي عناصر مختلفة لها نفس عدد الكتلة ولكنها تختلف في العدد الذري أي في عدد البروتونات. ومن أمثلتها:

$^{14}_{6}C$, $^{14}_{7}N$ وكذلك $^{40}_{20}Ca$, $^{40}_{19}K$

ويطلق اسم أنوية المرآة على زوج الأيزوبارات التي تختلف في قيم N و Z بمقدار الوحدة كما في الأمثلة الآتية:

$$^{13}_{7}N_{6},\ ^{13}_{6}C_{7}$$ وكذلك $$^{23}_{11}Na_{12}\ ,\ ^{23}_{12}Mg_{11}$$

3- الأيزوتونات Isotones : وهي عناصر مختلفة لها نفس عدد النيترونات وتختلف بالأعداد الذرية و اعداد الكتلة. ومن أمثلتها:

$$^{83}_{38}Sr_{45}\ ,\ ^{85}_{40}Zr_{45}$$ وكذلك $$^{23}_{11}Na_{12},\ ^{24}_{12}Mg_{12}$$

4- الأيزومرات Isomers : وهي أنوية لها نفس العدد الذري وعدد الكتلة (أي أن لها نفس العدد من النيترونات أيضا) ولكنها تختلف في خصائصها الاشعاعية كشكل الانحلال وطاقته وعمر النصف نتيجة لاختلاف مقدار الطاقة الداخلية التي تحملها أو بعبارة أخرى أنها تشغل مستويات طاقة مختلفة. وبذلك فإن النواة التي تشغل مستوى الطاقة الأعلى هي النواة غير المستقرة. وفي ترميزها النووي يضاف الحرف الصغير m بجانب عدد الكتلة إلى جهة اليمين. واذا كان للنويدة اكثر من ايزومر فيلحق الحرف برقم مناسب باستثناء النويدة التي تمثل الحالة الارضية المستقرة. ويمثل الحرف m الحرف الاول لكلمة metastable اي ما وراء الاستقرار ومن أمثلتها:

$$^{60m}_{27}Co_{33},\ ^{60}_{27}Co$$

كذلك فانه يوجد للانتيمون ^{126}Sb العديد من الايزومرات منها:

nuclide symbol		half-life
^{126}Sb		12.35(6) d
$^{126m1}Sb$		19.15(8) min
$^{126m2}Sb$		~11 s
$^{126m3}Sb$		553(5) ns

ولا تعتبر الاصناف الايزومرية نويدات منفردة

الجسيمات الأولية

1. جسيم بيتا (β) أو إلكترون β^{0}_{-1} ، e^{0}_{-1}
2. جسيم ألفا (α) He^{4}_{2}
3. النيوترون n^{1}_{0}
4. البروتون p^{1}_{1} ، H^{1}_{1}
5. البوزيترون β^{0}_{+1} ، e^{0}_{+1}