

## الفيزياء النووية

### الفصل الاول

اولا : المقدمة : ان دراسة الفيزياء النووية تتركز حول مشكلتين رئيسيتين هما :

١- محاولة فهم خواص القوة التي تربط اجزاء النواة ببعضها ، حيث تتكون النواة من عدد من البروتينات وعدد آخر من النيوترونات ويطلق اسم ( نيوكليون ) على كل من البروتون والنيوترون .

٢- محاولة فهم تصرف المجموعات متعددة الاجزاء .

ثانيا: الخواص النووية الاساسية :

تقسم الخواص النووية من حيث اعتمادها على الزمن الى قسمين :

١- الخواص الثابتة ( غير المعتمدة على الزمن ) مثل الكتلة والحجم والشحنة والزخم الزاوي الذاتي والذي يسمى غالبا بالبرم النووي.

٢- الخواص المتحركة ( المعتمدة على الزمن ) مثل الانحلال الاشعاعي والتفاعلات النووية.

وفي هذا الفصل سوف نتطرق الى الخواص الثابتة فقط ، اما الخواص الحركية فسوف نناقشها في فصول لاحقة ، وقبل التطرق الى الخواص الثابتة من المفيد البدء ببعض التعاريف والمصطلحات التمهيديّة والتي سيتكرر ذكرها خلال الفصول القادمة، وكذلك بعض الوحدات المستخدمة في الفيزياء النووية.

١- العدد الذري  $Z$  (Atomic number): عدد البروتينات الموجودة داخل النواة والذي يساوي عدد الالكترونات خارجها ، لذا فان الذرة متعادلة كهربائيا .

٢- العدد الكتلي ( mass number ) A : هو اقرب عدد صحيح من الوزن الذري الدقيق لاي نواة ، فمثلا بالنسبة لنظير الهيدروجين  $^1\text{H}$  يكون  $A=1$  ، في حين يكون الوزن الذري الدقيق لهذا النظير مساويا  $1,0078254$  من وحدات الكتلة الذرية (a.m.u) وكذلك بالنسبة الى نواة اليورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$  حيث  $A=238$  في حين يكون الوزن الذري  $238,050941$  من وحدات الكتل الذرية (a.m.u) وهكذا .

٣- العدد النيوتروني ( Neutron number ) N : هو عدد النيوترونات الموجودة في اية نواة ، وهي جسيمات عديمة الشحنة .

ملاحظة : ان مجموع العدد الذري (Z) والعدد النيوتروني (N) يكون مساويا للعدد الكتلي (A) اي ان :

$$A=Z+N$$

.....(1)

وهكذا عندما نريد ان نشير الى نواة معينة ، فاننا نستخدم الصيغة الاتية بصورة  $^A_Z\text{X}_N$  ، حيث X يمثل الرمز الكيميائي للعنصر و Z العدد الذري و N العدد النيوتروني ، وفي بعض الاحيان لا يكون من الضروري ذكر عدد النيوترونات الذي يمكن ايجاده من العلاقة (١) .

٤- النيوكليون (nucleon) : يقصد بالنيوكليون اما بروتون او نيوترون .

٥- النيوترون (neutron) : هو احد مكونات النواة متعادل الشحنة ( $Z=0$ ) وعدده الكتلي ( $A=1$ ) ، وذو كتلة تساوي تقريبا كتلة البروتون واكبر من كتلة الالكترون.

٦- البروتون (Proton) : لا يختلف عن النيوترون ، بصورة عامة ، سوى ان له شحنة تساوي شحنة الالكترون ( $+1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ).

٧-الالكترون (Electron) : جسيمة مشحونة بشحنة سالبة تساوي (C  $1.6 \times 10^{-19}$ ) بالكولوم. الالكترون ذو كتلة صغيرة جدا بالمقارنة مع كتلة البروتون حيث ( $m_p=1836 m_e$ ) لذا يمكن اهما لكتلة الالكترون عند الحديث عن كتلة الذرة بصورة عامة ( عدا الحالات التي تتطلب ادخال كتلة الالكترون في الحساب ) .

٨-البوزترون (Positron) : هو الكترون مشحون بشحنة موجبة وله نفس كتلة الالكترون السالب.

٩-الفوتون (Photon) : هو وحدة (كم) الاشعة او الطاقة الكهرومغناطيسية التي تكون على شكل ضوء او اشعة سينية او اشعة كاما ويسير بسرعة الضوء ويحمل طاقة تعطى بالعلاقة :  $E=h\nu$

١٠-النويذة (nuclide) : عينة نووية ذات عدد ذري معين Z وعدد نيوتروني معين N، والرمز الاكثر شيوعا لتمثيل النويذة هو :



حيث X: يمثل الرمز الكيميائي للعنصر

A : العدد الكتلي

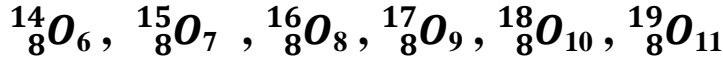
Z : العدد الذري او البروتوني

N: العدد النيوتروني

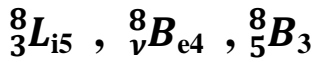
وقد تهمل كتابة N باعتباره معروفا ويساوي الفرق بين A , Z اي ان ( $N=A-Z$ ) ، كما وقد تهمل كتابة Z باعتبار ان رمز العنصر X يدل على العدد الذري.

مثال -عنصر الليثيوم /  ${}^7_3\text{Li}_4$  ,  ${}^7_3\text{Li}_i$  ,  ${}^7\text{Li}_i$  ,  $\text{Li}_i-7$

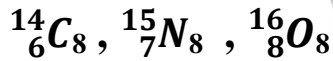
١١- النظائر (Isotopes) : هي نويدات لها نفس العدد الذري  $Z$  ، لذا فهي تمثل نفس العنصر ، لكنها تختلف عن بعضها بالعدد النيوتروني  $N$  ، وتبعاً لذلك تختلف عن بعضها بالعدد الكتلي  $(A)$  . ومثال على ذلك نظائر ذر الاوكسجين :



١٢- الايزوبارات (Isobars) : نويدات تختلف عن بعضها البعض بالعدد الذري  $Z$  وتبعاً لذلك فهي تمثل عناصر مختلفة ، كما وتختلف أيضاً بالعدد النيوتروني  $N$  ، لكن لها نفس العدد الكتلي  $A$  .



١٣- الايزوتونات (Isotones) : نويدات عناصر مختلفة لها نفس العدد النيوتروني  $N$  ، وبالطبع تختلف بالعدد الذري  $Z$  وتبعاً لذلك فهي تختلف عن بعضها بالعدد الكتلي  $A$  .



١٤- الايزوميرات (Isomers) : نويدات عنصر معين وفي حالة متهيجة ولها عمر نصف معين وطويل نسبياً ويشار لها بالرمز :



١٥- الميزونات (Mesons) : جسيمات متوسطة الكتلة ، اي جسيمات كتلة كل منها اكبر من كتلة الالكترون واقل من كتلة البروتون . لقد تم الافتراض على وجود الميزونات باعتبارها المسؤولة عن التجاذب النووي بين البروتون والبروتون او بين البروتون والنيوترون او بين النيوترون والنيوترون . ولقد تم الكشف عن العديد منها في المختبرات ومنها :

أ. البايونات ( $\pi^+$ ,  $\pi^-$ ,  $\pi^0$ ) (Pions)

ب. الكيونات ( $K^+$ ,  $K^-$ ,  $K^0$ ) (Kaons) وغيرها الكثير .

جدول يضم قائمة بكتل بعض الانوية والجسيمات الشائعة

الجسيم	الرمز	الكتلة (u)	الشحنة
بروتون	$P, {}^1_1H$	1.007276	+e
نيوترون	$n, {}^1_0n$	1.008665	0
الالكترون	$e^-, \beta^-, {}^0_{-1}e$	0.0005486	-e
بوزترون	$e^+, \beta^+, {}^0_{+1}e$	0.0005486	+e
جسيم الفا	$\alpha, {}^4_2He$	4.0015	+ze

بعض الوحدات المستعملة في الفيزياء النووية :

١- فيرمي (Fermi) : وهي تعادل ( $10^{-15}$  m) فمثلا ان الابعاد النووية تتراوح بين

$7fm \leftarrow 1fm$  ، وان مدى القوى النووية يكون بحدود 1-2Fm .

٢- بارن (barn) : وتستخدم عادة للتعبير عن المقاطع العرضية للتفاعلات النووية

بصورة عامة والبارن يعادل ( $10^{-28}$  m<sup>2</sup>) .

٣- وحدة الكتل الذرية (atomic mass unit) : ويرمز لها بالرمز (amu) او (u) .

تستخدم في قياس الكتل الذرية والنوية وهي تعادل  $1.66 \times 10^{-27}$  kg .

٤- مليون الكترون فولت (MeV) : غالبا ما يكون ملائما للتعبير عن وحدة الكتلة

الذرية بدلالة مكافئ طاقة سكونها ، فبالنسبة لوحدة كتلة ذرية واحدة ، ومن تطبيق

معادلة تكافؤ الكتلة والطاقة لاينشتين :

$$E=m_0c^2 = (1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}) (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2$$

$$E=1.49 \times 10^{-10} \text{ J}$$

وبما ان  $1=1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$  فان

$$E \cong 931.5 \text{ MeV}$$

وغالبا ما يعبر عن الكتلة في الفيزياء النووية بدلالة وحدة  $\text{MeV}/c^2$  اذ ان :

$$\therefore 1u=931.5 \text{ MeV}/c^2$$

مثال / احسب طاقة كتلة السكون للالكترون بوحدة  $\text{MeV}$  مع العلم ان كتلة الالكترون تعادل  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ؟

Sol/

$$E_e=m_0c^2=9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2$$

$$E_e= 8.18 \times 10^{-14} \text{ J} = 0.511 \text{ MeV}$$

ملاحظة : الالكترون فولت (eV) هي الطاقة التي تكتسبها وحدة الشحنة بالكولوم عند تعجيلها خلال فرق جهد مقداره فولت واحد وعليه فان:

$$1\text{eV}=1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1\text{V}=1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$