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 التمهيدية 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 A (mass number) : هو اقرب عدد صحيح من الوزن الذري الدقيق لاي نواة ، فمثلا بالنسبة لنظير الهيدروجين ^{1}H يكون A=1 ، في حين يكون الوزن الذري الدقيق لهذا النظير مساويا ١,٠٠٧٨٢٥٤ من وحدات الكتلة الذرية (a.m.u) وكذلك بالنسبة الى نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ حيث A=238 في حين يكون الوزن الذري ٢٣٨,٠٥٠٩٤١ من وحدات الكتل الذرية (a.m.u) وهكذا .

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

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

$$A=Z+N \qquad .....(1)$$

وهكذا عندما نريد ان نشير الى نواة معينة ، فاننا نستخدم الصيغة الاتية بصورة $^{A}_{Z}X_{N}$ ، حيث X يمثل الرمز الكيميائي للعنصر و Z العدد الذري و N العد 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 ($+1.6\times10^{-19}$ C).

٧-الالكترون (Electron) : جسيمة مشحونة بشحنة سالبة تساوي (1.6×10^{-19} C) 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-النويدة (nuclide) : عينة نووية ذات عدد ذري معين Z وعدد نيوتروني معين N، والرمز الاكثر شيوعا لتمثيل النويدة هو :

$^{A}_{Z}X_{N}$ or $^{A}_{Z}X$ or ^{A}X or X-A

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 / $^{7}L_{i}$, $^{7}_{3}L_{i}$, $^{7}_{3}L_{i4}$, L_{i}-7

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

$^{14}_{8}O_{6}$, $^{15}_{8}O_{7}$, $^{16}_{8}O_{8}$, $^{17}_{8}O_{9}$, $^{18}_{8}O_{10}$, $^{19}_{8}O_{11}$

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

$^{8}_{3}L_{i5}$, $^{8}_{\nu}B_{e4}$, $^{8}_{5}B_{3}$

١٣–الايزوتونات (Isotones) : نويدات عناصر مختلفة لها نفس العدد النيوتروني N ، وبالطبع تختلف بالعدد الذري Z وتبعا لذلك فهي تختلف عن بعضها بالعدد الكتليA .

$^{14}_{6}C_{8}$, $^{15}_{7}N_{8}$, $^{16}_{8}O_{8}$

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

$^{A}_{Z}X^{*}_{N}$

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 (Pions) π^+ , π^- , π^o

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

جدول يضم قائمة بكتل بعض الانوية والجسيمات الشائعة

الجسيم	الرمز	الكتلة (u)	الشحنة
بروتون	P, $_1^1H$	1.007276	+e
نيوترون	n , $_0^1n$	1.008665	0
الكترون	$e^- , \beta^- , {}_{-1}^{0}e$	0.0005486	-e
بوزترون	$e^+ , \beta^+ , {}_{+1}^{0}e$	0.0005486	+e
جسيم الفا	$\alpha , {}_2^4He$	4.0015	+ze

بعض الوحدات المستعملة في الفيزياء النووية :

١-فيرمي (Fermi) : وهي تعادل (10^{-15} m) فمثلا ان الابعاد النووية تتراوح بين 1fm←7fm ، 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^2) .

٣-وحدة الكتل الذرية (atomic mass unit) : ويرمز لها بالرمز (amu) او (u) . تستخدم في قياس الكتل الذرية والنووية وهي تعادل 1.66×10^{-27} kg .

٤-مليون الكترون فولت (MeV) : غالبا ما يكون ملائما التعبير عن وحدة الكتلة الذرية بدلالة مكافئ طاقة سكونها ، فبالنسبة لوحدة كتلة ذرية واحدة ، ومن تطبيق معادلة تكافؤ الكتلة والطاقة لاينشتين :

$E=m_oc2 = (1.66\times10^{-27}\ kg)\ (3\times10^{-19}\ m/s)^2$

$E=1.49\times10^{-10}\ J$

وبما ان $1=1.6\times10^{-19}\ J$ فان

$E\cong 931.5\ MeV$

وغالبا ما يعبر عن الكتلة في الفيزياء النووية بدلالة وحدة MeV/c^2 اذ ان :

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

مثال / احسب طاقة كتلة السكون للالكترون بوحدة MeV مع العلم ان كتلة الالكترون تعادل $9.1\times10^{-13}\ kg$ ؟

Sol/

$E_e=m_oc^2=9.1\times10^{-31}\ kg\ (3\times10^8\ m/s)^2$

$E_e= 8.18\times10^{-14}\ J = 0.511\ MeV$

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

$1eV=1.6\times10^{-19}\ C\times1V=1.6\times10^{-19}\ J$