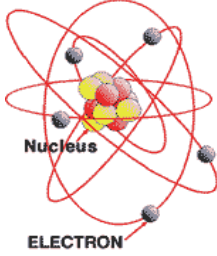


الفصل الرابع عشر

الفيزياء النووية Nuclear Physics

Introduction

١٤-١ مقدمة



لقد كان هناك عدة محاولات لاكتشاف تركيب الذرة ووضع نماذج يفسر هذا التركيب. ومن هذه النماذج امكن رسم صورة واضحة لمكونات الذرة وأن كتلتها تتركز في جسم صغير يحمل شحنة كهربائية موجبة سمي نواة الذرة (nucleus).

Some properties of nucleus

١٤-٢ بعض خصائص النواة:

The structure of the nucleus

تركيب النواة:

■ النواة تتكون من بروتونات (Protons) موجبة الشحنة ونيوترونات (Neutrons) متعادلة الشحنة. ويطلق عادة على البروتونات و النيوترونات اسم مشترك هو نويه (نيوكلون Nucleon).

■ ويعرف العدد الكتلي A للنواة بمجموع عدد البروتونات Z والنيوترونات:

$$A = N + Z$$

■ ويرمز عادة لاي عنصر بالرمز التالي: A_ZX

فمثلاً: نواة ذرة الأكسجين ${}^{16}_8O$ نجد أن بها 8 بروتونات و 8 نيوترونات فيكون العدد الكتلي 18.

أ. النظائر: Isotopes

هي ذرات لعنصر واحد تتساوى في عددها الذرى (Z) ومتماثلة بالتالي من حيث صفاتها الفيزيائية وتفاعلاتها الكيميائية وتختلف عن بعضها البعض في وزنها الذرى أي في العدد الكتلى (A) لأنويتها و بالتالي في عدد النيوترونات (N).

مثل: ${}^{35}_{17}Cl$ و ${}^{37}_{17}Cl$.

ج. كتلة النواة: Nuclear mass

كما ذكرنا سابقاً أن النواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات ولقد وجد أن كتلة البروتون تساوى تقريباً كتلة النيوترون وكتلة الإلكترون أقل من كتلة البروتون أو النيوترون بحوالي تقريباً 2000 مرة.

$$m_p = 1.672648 \times 10^{-27} \text{ kg} \text{ و } m_n = 1.674955 \times 10^{-27} \text{ kg} \text{ و } m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

ولقد وجد من السهل إستخدام وحدة صغيرة لتحديد الكتل الذرية بدلاً من الكيلوجرام وهي وحدة الكتل الذرية (و.ك.ذ) (atomic mass unit, [a.m.u]). ووجد أن:

$$1 \text{ a.m.u} = 1.660566 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

وعلى ذلك تكون:

$$m_n = 1.674955 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1.008665 \text{ u}$$

$$m_p = 1.672648 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1.007276 \text{ u}$$

$$m_e = 9.109382 \times 10^{-31} \text{ kg} = 0.000549 \text{ u}$$

ويعبر أحياناً عن وحدات الكتل الذرية بوحدات الطاقة. ويمكن التحويل باستخدام المعادلة التالية:

$$E = mc^2$$

$$1 \text{ a.m.u} = 1.660566 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$E = 1.660566 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 0.149 \times 10^{-9} \text{ J} \quad \text{إذن:}$$

والآن نحول الجول إلى إلكترون فولت:

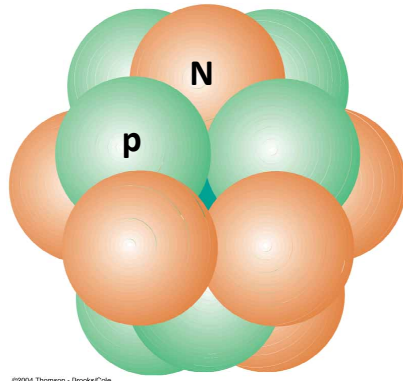
$$E = \frac{0.149 \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 931.5 \times 10^6 \text{ eV} = 931.5 \text{ MeV}$$

وعلى ذلك تكون:

$$1 \text{ a.m.u} = 1.660566 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931.5 \text{ MeV}$$

د. حجم النواة: Size of nucleus

لقد وجد من التجارب أن مركز الذرة عبارة عن نواة على شكل كرة.



ووجد أن مكعب نصف قطر النواة r يتناسب مع العدد الكتلي A كما في العلاقة:

$$r^3 \propto A$$

$$r = r_0 A^{1/3} \quad \text{أي أن:}$$

حيث r_0 : ثابت التناسب ويساوي $1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$.

■ وبما أن شكل النواة كروي، يمكن حساب حجمها كما يلي:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (r_0 A^{1/3})^3 = \left(\frac{4}{3} \pi r_0^3\right) A$$

وبما أن المقدار $\left(\frac{4}{3} \pi r_0^3\right)$ ثابت يمكن القول بأن الحجم يتناسب طردياً مع العدد الكتلي للذرة (أي، $V \propto A$).

■ ويمكننا كذلك حساب كثافة النواة من العلاقة:

$$\rho = \frac{M}{V}$$

فمثلاً كثافة نواة الكربون ١٢ هي:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{12 \times 1.660566 \times 10^{-27}}{\left(\frac{4}{3} \pi (1.2 \times 10^{-15})^3\right) \times 12} = 2.3 \times 10^{17} \text{ kg / m}^3$$

١٤-٣ استقرار النواة والقوى النووية: Nuclear Stability and Nuclear Forces

قد يتسأل البعض عن سر وجود البروتونات قريبة من بعض بالرغم من تشابه الشحنة مما ينتج عنه تنافر بسبب القوى الكهربائية؟

السر في ذلك والله أعلم هو وجود القوى النووية والذي تظهر في المسافات القصيرة جداً. وهي تؤثر بين النيوكلونات سواء كانت بين بروتون و بروتون أو بين بروتون ونيوترون أو نيوترين ونيوترون. وهذه القوى تكبر القوى الكهربائية النافرة بحوالي ٤٠ مرة.

تمارين: سؤال ١ و ٢ و ٣ صفحة ٦٢١.

تدريب

١. إذا كانت وحدة الكتلة الذرية (amu) تساوي 931.5 MeV فإنها تعادل:

أ. $1.49 \times 10^{-10} \text{ J}$ ب. $1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ج. $931.5 \times 10^{-9} \text{ J}$ د. $5.8 \times 10^{21} \text{ J}$

٢. إذا كان نصف قطر نواة عنصر هو $6 \times 10^{-15} \text{ m}$ ($r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$) فإن العدد الكتلي لهذا العنصر يساوي: أ. 5 ب. 25 ج. 75 د. 125

٣. يتناسب حجم النواة V لعنصر ما مع عددها الكتلي A طبقاً للتناسب التالي:

أ. $V \propto A$ ب. $V \propto A^3$ ج. $V \propto A^2$ د. $V \propto (1/A)$

٤. لتحويل الكتلة إلى طاقة تستخدم العلاقة :

د- $E = mc^2$

ج- $E = m / c^2$

ب- $E = mh$

أ- $E = mc$