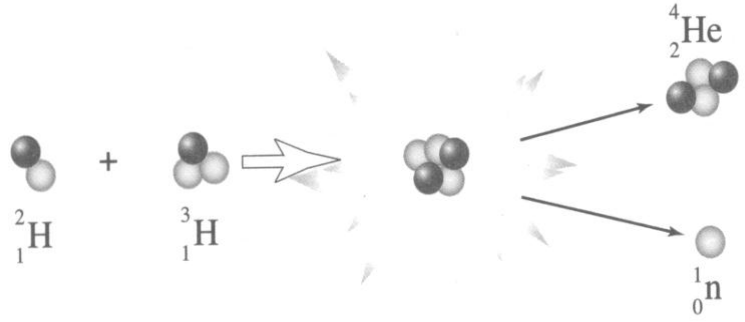
بسم الله الرحمن الرحيم

مادة الفيزياء للصف الثاني ثانوي

علمي

الفصل الثامن : فيزياء النواة

اعداد الاستاذ : جمعة عليان



ت / 0788243842-0775152141

المفاتيح العشرة للنجاح

*عزيزي الطالب تأمل النقاط التالية قبل دراسة المادة فهي اختصار لكتاب " المفاتيح العشرة للنجاح "للكاتب والمحاضر العالمي د. ابراهيم الفقي ، وهو مؤسس علم قوة الطاقة البشرية :

1. الدوافع :

ان الرغبة هي اول قاعدة للنجاح ، فالرغبة هي غرس البذور في ارض النجاح ، وسر النجاح هو الرغبة المشتعلة.

2.الطاقة " وقود الحياة " :

تجنب مصاحبة الاشخاص الذين نطلق عليهم لصوص الطاقة وهم دائمي الشكوى لانهم سيهبطون من عزيمتك ويسرقون طاقتك ويشعرونك بالاحباط ، وبالتالي ستجد ان مستواك في هبوط مستمر.

3.المعارة (المعرفة) :

المعرفة هي قوة ، وبمقدار المعرفة التي لديك ستكون مبدعا وستكون لديك فرصا اكبر لتصبح سعيدا وناجحا ..فبالمعرفة ترتفع درجة ذكائك ويتفتح ذهنك لآفاق ومجالات جديدة.

4-التصور:

دع خيالك يبسح ،ان خيالك له القوة التي يمكن ان تساعدك على تغيير حياتك ، ثق بنفسك وكرر كثيرا " باستطاعتي ان انجح..انا واثق من قدرتي على النجاح ، وستصل باذن الله لأعلى الدرجات ".

5-الفعل :

المعرفه وحدها لا تكفي ، لابد أن يصحبه التطبيق ..والاستعداد وحده لايكفي فلا بد من العمل .

6-التوقع :

ابتداء من اليوم ارتفع بتوقاتك وكن دائما متفائلا ..كيف تنسى الحديث الشريف الذي يقول " تفاءلو بالخير تجدوه " ،ونحن الآن حيث احضرتنا افكارنا .... وسنكون غدا حيث تاخذنا افكارنا .

7- الالتزام :

ألزم نفسك ان تكون الافضل في كل شئ ، وان تكون وسط الأشخاص الايجابيين والناجحين ، وان تقوم بعبادة الله ، وبتأدية صلواتك واطلب من الله المساعدة وستكون اسعد الناس .

8-المرونة:

المرونة والتاقلم يقربانك اكثر من تحقيق اهدافك ، فقائد الطائرة يكون دائما مستعدا لتعديل مساره طوال الرحلة الى ان يصل الى غايته في النهاية .

9-الصبر

يقول توماس أديسون (مخترع المصباح) :كثير من حالات الفشل في الحياة كانت لاشخاص لم يدركو كم كانوا قريبين من النجاح عندما اقدموا على الاستسلام .

10- الانضباط

قم بعمل الواجبات المفروضة عليك الان ولا تقم بعمل أي شئ آخر حتى تؤدي هذه الواجبات ، ابدأ بالتدريج بناء عضلة الانضباط الذاتي ، وستجد نفسك متجها لحياة مليئة بالسعادة والصحة والنجاح .

والله ولي التوفيق

الفصل الثامن : فيزياء النواة

بنية النواة

رذرفورد :

1- في عام 1911 م افترض فيه ان الشحنات الموجبة تتركز في حيز صغير اطلق عليه اسم النواة .

2- في عام 1921 م لاحظ رذرفورد ان قذف غاز النيتروجين بجسيمات الفا يؤدي الى انبعاث جسيمات موجبة الشحنة سميت (بروتونات) .

جيمس شادويك :

في عام 1932 م توصل الى ان قذف صفيحة من البريليوم بجسيمات الفا يؤدي الى انبعاث جسيمات متعادلة كهربائيا اطلق عليه اسم نيوترونات .

بعد هذا الاكتشاف وضع العلماء نموذجا للنواة يفترض مايلي :

1- تتكون من نوعين من الجسيمات هي البروتونات(p) والنيوترونات (N) .

2- يكون عدد البروتونات مساويا للعدد الذري ويرمز له بالرمز (Z) .

3- تسمى البرتونات والنيوترونات معا (نيوكليونات) ، ويرمز لعدد النيوكليونات بالرمز (A) ويسمى العدد الكتلي ($A = Z + N$) .

نظائر العنصر :

قد تختلف نوى ذرات العنصر الواحد في عدد نيوترناتها ، ويطلق عليها اسم نظائر العنصر ، وهي ذرات للعنصر نفسه تتساوى في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي .

مثال : للكربون النظائر التالية: $^{11}_{6}C$ ، $^{12}_{6}C$ ، $^{13}_{6}C$ ، $^{14}_{6}C$.

وجد ان كتلة البرتون تساوي تقريبا 1836 مرة من كتلة الالكترون ، والبرتون والنيوترون متساويان في الكتلة تقريبا .

يعبر العلماء عن الكتل النووية بوحدة تسمى وحدة الكتل الذرية (و . ك . ذ) وتساوي $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون.

وعليه فأن كتلة $^{12}_{6}C$ = 12 و. ك . ذ ، حيث (1 و. ك. ذ = 1,660539 × 10^{-27} كغ) .

الفصل الثامن : فيزياء النواة

الجدول الكتل السكونية لمكونات الذرة بالكيلوغرام وبوحدة الكتل الذرية .

الجسيم	الكتلة (كغ)	الكتلة (و. ك . ذ)
البرتون	$1,67262 \times 10^{-27}$	1,007276
النيوترون	$1,67493 \times 10^{-27}$	1,008665
الالكترون	$9,10939 \times 10^{-31}$	$5,48579 \times 10^{-4}$

ويمكن حساب الطاقة المكافئة لوحدة كتل ذرية واحدة باستخدام معادلة آينشتين في تكافؤ الكتلة والطاقة :

$$ط = ك\ س^2$$

مثال :

احسب الطاقة (بالالكترون فولت) المكافئة لوحدة كتل ذرية واحدة .

الحل :

1 و. ك . ذ = $1,660539 \times 10^{-27}$ كغ .

ط = ك $س^2$

ط = $1,660539 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^{8})^2$

= $14,9 \times 10^{-11}$ جول .

وبما ان 1 الكترون فولت = $1,6 \times 10^{-19}$ جول

$$ط = \frac{14,9 \times 10^{-11}}{1,6 \times 10^{-19}}$$

= $931,5 \times 10^{6}$ الكترون فولت .

الفصل الثامن : فيزياء النواة

شكل النواة :

قام العالم رذرفورد بقذف صفائح فلزية بجسيمات الفا ، وقد حصل على النتائج التالية :

1- أن النواة كرة صغيرة لا يتجاوز نصف قطرها 10^{-14} م .

2- معظم النوى كروية الشكل تقريبا وأن نصف قطرها يعطى بالعلاقة التقريبية الآتية :

$$نق = A^{\frac{1}{3}} \times نق_0$$

حيث ($نق_0$) : ثابت ، يساوي $1,2 \times 10^{-15}$ م .

(A) : العدد الكتلي .

مثال :

اذا كان العدد الكتلي لنواة عنصر ما (A)، وكتلة البرتون (ك) ، فجد :

1 – صيغة رياضية تقريبية لكتلة النواة .

2 – صيغة رياضية لحجم النواة بدلالة A.

3- بين ان كثافة النواة ثابتة ، بمعنى ان نوى العناصر جميعها ثابتة في الكثافة .

الحل :

1- بما أن A = N+Z وكتلة النيوترون تساوي كتلة البرتون تقريبا

كتلة النواة = A × ك .

2- بما ان النواة كروية الشكل

$$ح = \frac{4}{3} \Pi \text{ نق}^3$$

$$= \frac{4}{3} \Pi (A^{\frac{1}{3}} \text{ نق}_0)^3 = \frac{4}{3} \Pi A \text{ نق}_0^3$$

3-

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \frac{A \times ك}{\frac{4}{3} \Pi A \text{نق}_0^3} = \frac{ك}{\frac{4}{3} \Pi \text{نق}_0^3}$$

نلاحظ ان جميع القيم الناتجة ثابتة وبالتالي تبقى الكثافة ثابتة مهما اختلفت قيمة A.

الفصل الثامن : فيزياء النواة

استقرار النواة

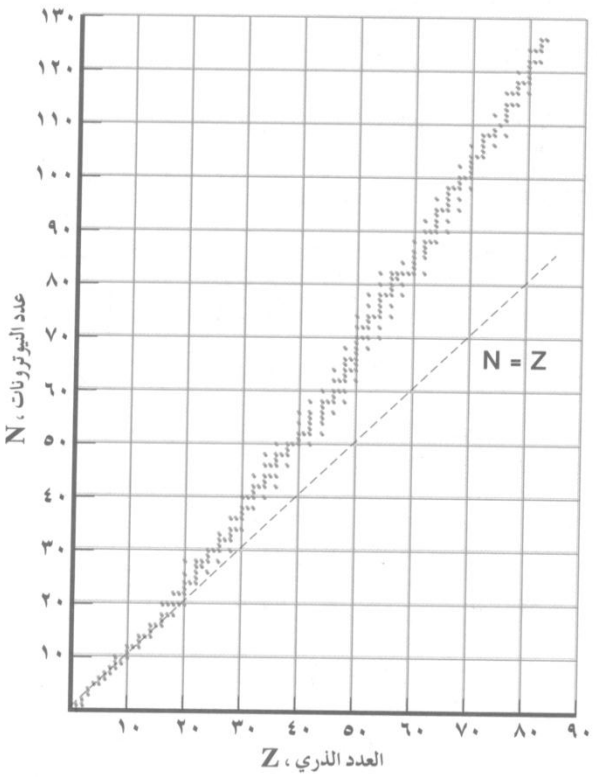
كيف تحافظ النواة على تماسكها على الرغم من احتواها على البرتونات المتشابهة في الشحنة ؟

هذا يعني وجود قوة نووية تعمل على التجاذب بين النيوكليونات بغض النظر عن شحنتها ، حيث تنشأ القوة النووية بين بروتون ونيوترون ، وبين نيوترونين .

سؤال : ماذا نعني بأن القوة النووية ذات مدى قصير ؟

اي انها تنشأ بين النيوكليونات المتجاورة ، فمثلا عندما تكون المسافة بين بروتنين 2×10^{-15} م ، فأن القوة القوة النووية تساوي تقريبا 100 مرة قدر القوة الكهربائية ، وتكاد تنعدم اذا كانت المسافة 3×10^{-15} م تقريبا .

بالنظر الى الشكل المقابل نلاحظ ان النوى تقسم الى :



1- نوى خفيفة مستقرة ($Z < 20$) : حيث يوجد عددمناسب من النيوترونات والذي يجعل القوة النووية تسودعلى القوة الكهربائية ، فيكون عدد البرتونات مساوي لعددالنيوترونات($Z = A$) وغالبا تكون هذه النوى نوى خفيفة.

2- نوى ثقيلة مستقرة ($21 < Z < 82$): حيث يكون عدد البرتونات في هذه النوى كبير وبالتالي القوى الكهربائية كبيرة ، وهذا يتطلب وجود عدد اكبر من النيوترونات وبالتالي قوى نووية اكبر توازي الزيادة في القوى النووية .

3- نوى ثفيلة غير مستقرة ($Z > 82$) : عندما يزداد العدد الذري كثيرا تزداد القوة الكهربائية على نحو كبير ، وبالتالي فالزيادة في عدد النيوترونات لن تستطيع التعويض عن الزيادة الكبيرة في القوة الكهربائية ، وهذا يعني ان تكون هذه النوى غير مستقرة .

ملاحظة : يقدر عدد النوى المستقرة بـ 270 تقريبا ، بينما يقدر عدد النوى غير المستقرة بالمئات .

الفصل الثامن : فيزياء النواة

طاقة الربط النووية

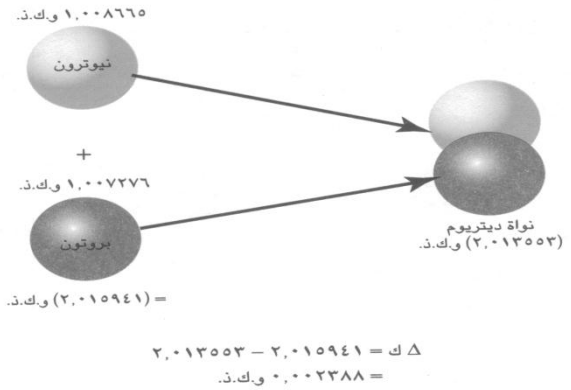
ان فصل مكونات النواة عن بعضها يحتاج الى طاقة كهربائية عالية تعرف بطاقة الربط النووية ، (فكيف تحسب) ؟

لقد دلت الدراسات على ان كتلة النواة تكون دائما اقل من مجموع كتل مكوناتها ، حيث نلاحظ من الشكل المقابل ان :

ك ن + ك ب ≠ ك النواة

1,008665 + 1,007276 ≠ 2,013553

2,013553 ≠ 2,015941



0,002388 = 2,013553 - 2,015941 و . ك . ذ

وهذا الفرق في الكتلة (Δ ك) يمثل " مقدار الطاقة التي يجب ان تزود بها النواة لفصل مكوناتها ، وتسمى طاقه الربط النووية .

$$\Delta ك = (N \, ك_{ن} + Z \, ك_{ب}) - ك_{النواة}$$

حيث (ك ن) : كتلة النيوترون . و (ك ب) : كتلة البرتون .

و (N) : عدد النيوترونات . و (Z) : عدد البرتونات .

واذا تم حساب (Δ ك) بوحدة الكتل الذرية ، فان طاقة الربط النووية (ط الربط) تحسب من العلاقة الاتية :

$$ط_{الربط} = \Delta ك \times 931,5 \text{ مليون الكترون فولت / و.ك.ذ}$$

ولحساب طاقة الربط لكل نيوكلون نستخدم القانون :

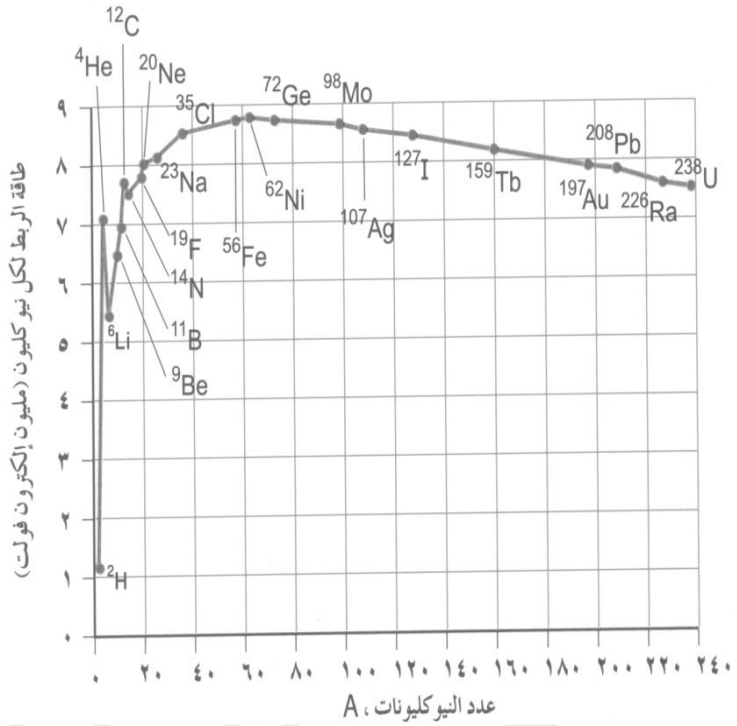
$$\text{طاقة الربط لكل نيوكلون} = \frac{\text{طاقة الربط}}{\text{عدد النيوكلونات}}$$

ويوضح الشكل المقابل كيف تتغير طاقة الربط النووية مع تغير العدد الكتلي ، حيث :

1- النوى المتوسطة قرب العدد الكتلي 60 (اكثر استقرار) حيث يتطلب تفكيكها طاقة كبيرة .

2- النوى الثقيلة (لديها قابلية للانشطار)حيث ينجم عنها نواتان متوسطتان لهما طاقةربط اعلى من طاقة الربط للنواة الاصلية .

3- النوى الخفيفة (لديها قابلية للاندماج) حيث ينجم عنها نوى ذات طاقة ربط اعلى من النوى الاصيلة .



الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال 1 : **احسب طاقة الربط لنواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ ، ثم احسب طاقة الربط النواة لكل نيوكليون ، علما بان كتلة نواة الحديد 55.9206 و . ك . ذ، علما بأن (كتلة البرتون = 1.007276 و . ك . ذ) (وكتلة النيوترون =1.008665 و. ك. ذ) ، اعتبر ان 1 و. ك. ذ تكافئ 931 مليون الكترون فولت .**

الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال 2 : وزارة 1997 : احسب طاقة الربط النووية لنواة الليثيوم $^{8}_{3}Li$ مقدرة بوحدة مليون الكترون فولت علما بأن (كتلة البرتون = 1,007276 و . ك . ذ) (وكتلة النيوترون =1,008665 و. ك. ذ) (كتلة نواة الليثيوم = 8,0026) ، اعتبر ان 1 و. ك. ذ تكافئ 931 مليون الكترون فولت .

الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال 3 : وزارة 2006 الدورة الصيفية : اذا علمت ان كتلة نواة عنصر المغنيسيوم $^{27}_{12}Mg$ تساوي 27 و.ك .ذ ، فأجب عما يأتي،علما بأن(كتلة البرتون= 1,007276 و. ك. ذ) (وكتلة النيوترون=1,008665 و.ك.ذ) :

1- احسب طاقة الربط النووية لنواة العنصر بوحدة و.ك.ذ.

2- احسب نصف قطر نواة العنصر.

اعداد الاستاذ: جمعة عليان

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال 4 : وزارة 2014 شتوي :

في الجدول المجاور طاقة الربط النووية لثلاثة انوية .

اعتمادا على البيانات المبينة في الجدول .

اجب عما ياتي :

1.اي الانوية الاكثر استقرارا ؟ ولماذا ؟

2.احسب كتلة النواة $_{2}^{4}X$.

النواة	$_{2}X^{4}$	$_{3}Y^{6}$	$_{4}Z^{9}$
طاقة الربط بوحدة Mev	٢٨	٣٣	٥٨,٥

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

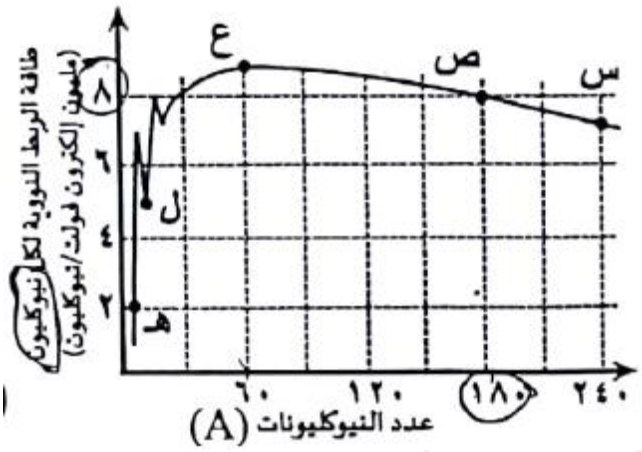
الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال 5 : وزارة 2018 الدورة الشتوية : يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكلون وعدد النيوكلونات (A) لنوى مختلفة ، معتمدا على الشكل وبياناته اجب عما ياتي :

1.اي هذه النوى اكثر استقرارا ؟ ولماذا ؟

2.اي هذه النوى اكثر قابلية للانشطار؟وايها اكثر قابلية للاندماج عند احداث تفاعل نووي ؟

3.احسب طاقة الربط النووية للنواة (ص) .



اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

النشاط الاشعاعي

بيكرل (1896م) :

لاحظ ان الواحا فوتوغرافية ملفوفة بورقة اسود قد اسودت عند تعرضها لاملاح اليورانيوم ، فاستنتج انه لابد من وجود اشعة غير مرئية اخترقت الورقة واثرت في الالواح وكان مصدرها اليورانيوم ، واطلق على هذه الظاهرة النشاط الاشعاعي .

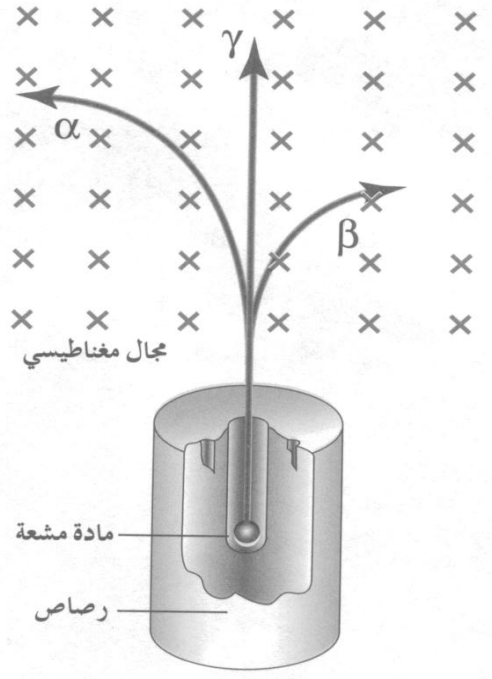
ماري كوري وزوجها بييركوري :

تمكنا من اكتشاف عنصريين جديدين يبديان مثل هذا النشاط أسمياهما بولونيوم وراديوم ، وقد تبين ان مصدر هذا الاشعاع نوى غير مستقرة .

سؤال : كيف تصبح النوى اكثر استقرارا ؟

تتحول الى نواة جديدة ذات كتلة اقل وطاقة ربط اعلى ، ويصاحب هذا التحول انبعاث اشعاع ، ونقول في هذه الحالة ان النواة اضمحلت .

ويعرف النشاط الاشعاعي : بأنه نتاج عملية اضمحلال لنوى غير مستقرة ، حيث تمر النواة بسلسلة من التحولات قبل ان تصل الى حالة الاستقرار .



وقد دلت التجارب على ان الاشعاع المنبعث يتألف من ثلاث أنواع :

1- اشعة الفا α : وهي جسيمات موجبة الشحنة يتكونالواحد منها من بروتونين ونيوترونين فهي تماثل نوى الهيلييوم $_{2}^{4}He$.

2- اشعة بيتا β : تكون من الكترونات $_{-1}^{0}e$.

3- اشعة غاما γ: وهي فوتونات ذات تردد كبير ، ليس لها شحنة ، وتعتبر جزءا من الطيف الكهرومغناطيسي .

ويبين الشكل المقابل المسارات التي تسلكها الاشعة عند مرورها في مجال مغناطيسي منتظم عمودي على الصفحة للداخل.

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

ويمكن الكشف عن اشعاعات (γ ، β ، α) باستخدام جهاز يسمى عداد غايغر ، وقد لوحظ ان لهذه المواد قدرة على اختراق المواد ، حيث :

1- جسيمات الفا في الهواء بين 2.5 سم الى 8 سم .

2- جسيمات بيتا اكثر بحوالي 1000 مرة من جسيمات الفا .

3- جسيمات غاما فقدرتها على الاختراق عالية .

اما من حيث قدرتها على تأيين ذرات المادة التي تخترقها :

وجد ان لاشعة الفا قدرة كبيرة على التأيين كبيرة بسبب كبر كتلتها وشحنتها ، ثم تليها اشعة بيتا ثم غاما .

سؤال : اين يكمن الخطر الحقيقي في الاشعاع النووي ؟

يكمن الخطر في الاشعاع النووي في قدرته على التأيين حيث يؤدي الى تخريب الانسجة الحية ، ويسبب ذلك طفرات وتغيرات في المادة الوراثية ويعتمد مقدار الضرر البيولوجي للاشعاع على عوامل منها نوع الاشعاع ومقدار طاقته والعضو المعرض له .

سؤال : ما العلاقة بين القدرة على التأيين والقدرة على الاختراق ؟

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

اضمحلال الفا

تحاول النوى غير المستقرة باستمرارالاشعاع والتحول الى نوى مستقرة،فتميل مثلا الى بعث جسيم الفا ^4_2He فتتحول الى نواة اكثر استقرارا .

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

حيث (x) : النواة الاصلية ، (Y) : النواة الناتجة ، ونلاحظ من المعادلة السابقة ما يلي :

1- المجموع الجبري للاعداد الكتلية للنواتج يساوي العدد الكتلي للنواة الاصلية،مما يدل على ان العدد الكتلي محفوظ .

2- مجموع الاعداد الذرية للنواتج يساوي العدد الذري للنواة الاصلية . (مبدأ حفظ الشحنة) .

3- وجد ان كتلة النواة الاصلية تكون اكبر من مجموع كتلتي النواة الناتجة وجسيم الفا .

سؤال : اين يذهب الفرق في الكتلة في النقطة 3 السابقة ؟

يمكن الاجابة عن السؤال من خلال المثال التالي .

مثال : تضمحل نواة يورانيوم $^{232}_{92}U$ الى نواة ثوريوم $^{228}_{90}Th$ باعثة جسيم الفا ، اذا علمت ان كتلة نواة اليورانيوم 232.037131 و . ك . ذ ، وكتلة نواة الثوريوم 228.028716 و. ك . ذ ، وكتلة جسيم الفا 4.002602 و . ك . ذ ، فاجب عن الاسئلة التالية :

1- اكتب معادلة نووية موزونة تعبر عن هذا الاضمحلال .

2- احسب فرق الكتلة (Δ ك) .

3- احسب الطاقة المكافئة لفرق الكتلة .

الحل :

1- $^{232}_{92}U \longrightarrow {}^{228}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

2- Δ ك = كتلة U - (كتلة Th + كتلة α)

= 232.037131 - (228.028716 + 4.002602)

= 0.005813 و . ك . ذ .

ط = 0.005813 × 931.5 = 5.4 مليون الكترون فولت .

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0788243842-0775152141

الفصل الثامن : فيزياء النواة

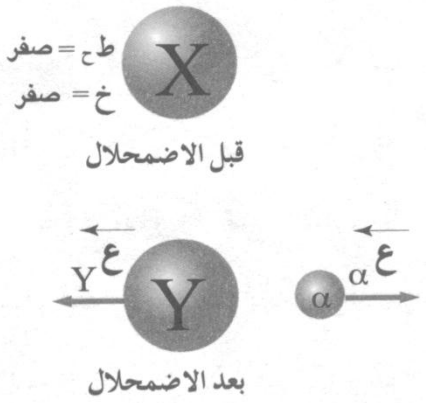
سؤال : هل يتحقق مبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة) اثناء اضمحلال الفا ؟

يتحول فرق الكتلة الى طاقة ، تظهر على شكل طاقة حركية يحملها جسيم الفا والنواة الناتجة .

سؤال : كيف تتوزع الطاقة بين جسيم الفا والنواة الناتجة ؟

بتأمل الشكل المقابل نلاحظ ان النواة الاصلية (X) ساكنة ، وان النواة الناتجة (Y) وجسيم (α) تحركا باتجاهين مختلفين ، ومن قانون حفظ الزخم ع $_{\alpha}$ ك $_{\alpha}$ = ع$_{Y}$ ك $_{Y}$.

وحسب المعادلة فان الجسيم الاخف يحمل الطاقة الحركية الاكبر ، لذلك فأن الجسيم الاخف يحمل معظم الطاقة الحركية الناتجة .



اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

اضمحلال بيتا

سؤال : ما التغير الذي يطرأ على النواة التي تبعث جسيم بيتا ؟

تضمحل بيتا حسب المعادلة النووية التالية :

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

سؤال: كيف يمكن ان للنواة ان تبعث الكترونا مع انها لا تحتوي على الكترونات ؟

يمكن ان يتحلل احد النيوترونات داخل النواة الى بروتون والكترون وبسبب كتلته الصغيرة ينبعث الكترون (جسيم بيتا) ويبقى البرتون ذو الكتلة الكبيرة داخلها .

ملاحظة : يمكن للنواة ان تبعث جسيم بيتا الموجب ويسمى بوزترون $^{0}_{+1}e$ ، وهو جسيم مشابه للالكترون في خصائصه ، عدا ان شحنته موجبة .

سؤال: كيف يمكن ان للنواة ان تبعث بزترونا مع انها لا تحتوي على بزترونا ؟

يمكن ان يتحلل احد البرتونات داخل النواة الى نيترون وبزترون وبسبب كتلته الصغيرة ينبعث البزترون (جسيم بيتا الموجب) ويبقى النيترون ذو الكتلة الكبيرة داخلها .

سؤال : هل يتحقق مبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة) اثناء اضمحلال الفا ؟

لقد توصل العلماء الى ان الكترون من التفاعل السابق يجب ان يحمل مقدارها (156 كيلو الكترون فولت) ، ولكن وجد انه عدد قليل من هذه الالكترونات يمتلك هذه الطاقة ، معظمها طاقته اقل .

استطاع العالم باولي عام 1930 م الاجابة على السؤال السابق ، حيث اقترح انبعاث جسيم أخر بالاضافة الى جسيم بيتا واطلق عليه اسم النيوترينو ν حيث يحمل الطاقة المتبقة ، واقترح انبعاث ضديد النيوترينو $\bar{\nu}$ مصاحب لانبعاث الكترون والنيوترينو ν مصاحب لانبعاث البوزيترون.

وعليه يمكن التعبير عن تحلل النيوترون والبرتون :

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$$^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + \nu$$

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0788243842-0775152141

الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال :

$$^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e \quad \text{(معادلة غير كاملة)}$$

$$^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + \overline{\nu} \quad \text{(معادلة كاملة)}$$

ولذلك يمكن التعبير عن اضمحلال النواة عندما تبعث بيتا السالب (الكترون) ، كالاتي :

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + \overline{\nu}$$

حيث ($\overline{\nu}$) ضديد النيوترينو .

و يمكن التعبير عن اضمحلال النواة عندما تبعث بيتا الموجب (البزترون) ، كالاتي :

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e + \nu$$

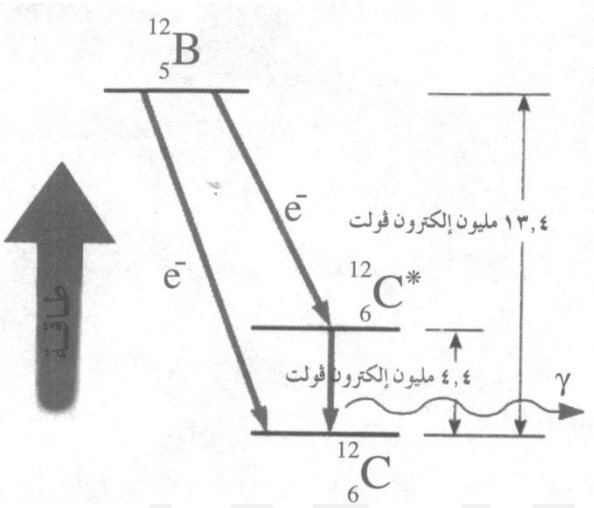
حيث (ν) النيوترينو .

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

اضمحلال غاما

يبين الشكل المقابل مثالا على اضمحلال غاما ، فنواة $_{5}^{12}B$ غير مستقرة ، ويمكن ان تصل الى مستوى الاستقرار بطريقتين :



1- ان تبعث جسيم بيتا طاقته 13,4 مليون الكترون فولت وينتج نواة $_{6}^{12}C$ المستقرة .

2- ان تبعث جسيم بيتا طاقته 9 مليون الكترون فولت وينتج نواة $_{6}^{12}C^*$ غير المستقرة ، وهذا يعني ان لدى النواة الناتجة طاقة زائدة ، وكي تصل الى مستوى الاستقرار تبعث اشعة غاما على هيئة فوتون طاقته 4,4 مليون الكترون فولت .

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

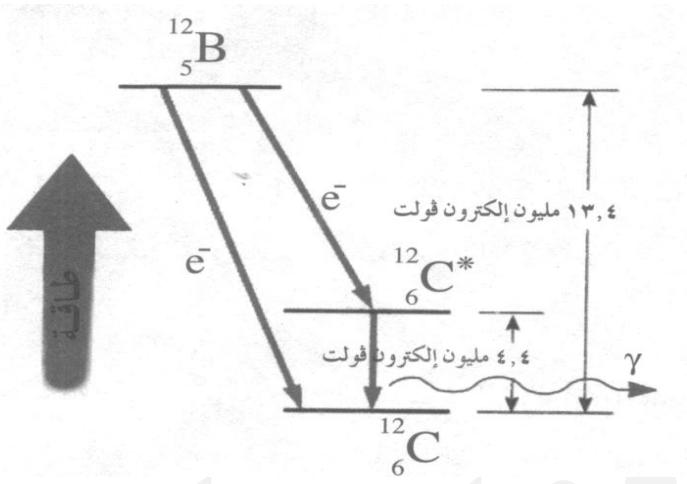
الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال (1) : وزارة 2004 الدورة الشتوية (تكرر 2008 الدورة الشتوية): يمثل الشكل المجاور اشعاع عنصر البورون $^{12}_{5}B$ لجسيم بيتا بطريقتين مختلفتين ، اعتمد على هذا الشكل للاجابة عما يأتي :

1- اكتب معادلة اشعاع ذرة البورون لجسيم بيتا وتحولها مباشرة الى نواة الكربون $^{12}_{16}C$ في الطريقة الاولى .

2- فسر انبعاث اشعة جاما في الطريقة الثانية .

3- ما مقدارة طاقة كل من (جسيم بيتا واشعة غاما) في الطريقة الثانية ؟



اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال (2) وزارة 2009 الدورة الصيفية : انقل الى دفترك المعادلات النووية الاتية واكملها موزونة ، مستخدما الرموز الفيزيائية الصحيحية .

$$4\left({}^{1}_{1}H\right) \longrightarrow {}^{4}_{2}He + \ldots\ldots\ldots$$

$${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + \ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots$$

مثال(3) وزارة 2000 : اكمل المعادلات النووية التالية مع ذكر اسم الدقيقة او الدقائق المنبعثة من كل تفاعل :

$${}^{1}_{1}p + {}^{27}_{13}Al \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + \ldots\ldots\ldots$$

$${}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + \ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots$$

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{92}_{36}kr + {}^{141}_{56}Ba + \ldots\ldots\ldots$$

مثال(4) وزارة 2003 : انقل الى دفتر اجابتك المعادلات النووية الاتية واكملها مستخدما الرموز الصحيحة:

$${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + \ldots\ldots\ldots + \bar{\nu}$$

$${}^{12}_{6}C^{*} \longrightarrow \ldots\ldots\ldots + \gamma$$

مثال(5) وزارة 2003:انقل الى دفتر اجابتك المعادلات النووية الاتية واكملها موزونة مستخدما الرموز الصحيحة :

$$^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}C + \ldots\ldots + \nu$$

$$^{4}_{2}He + {}^{9}_{4}Be \longrightarrow {}^{12}_{6}C + \ldots\ldots + \text{ط ح}$$

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال 6 : ص 267 : اكمل المعادلات النووية الاتية بكتابة الرموز والارقام المناسبة في كل فراغ :

$$^{27}_{13}Al^{*} \longrightarrow {}^{27}_{13}Al + \cdots$$

$$^{230}_{90}Th \longrightarrow {}^{226}_{88}Ra + \cdots$$

$$^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \longrightarrow \cdots \longrightarrow {}^{28}_{13}Al + \gamma$$

$$^{76}_{33}Pb \longrightarrow {}^{76}_{34}Bi + \cdots + \cdots$$

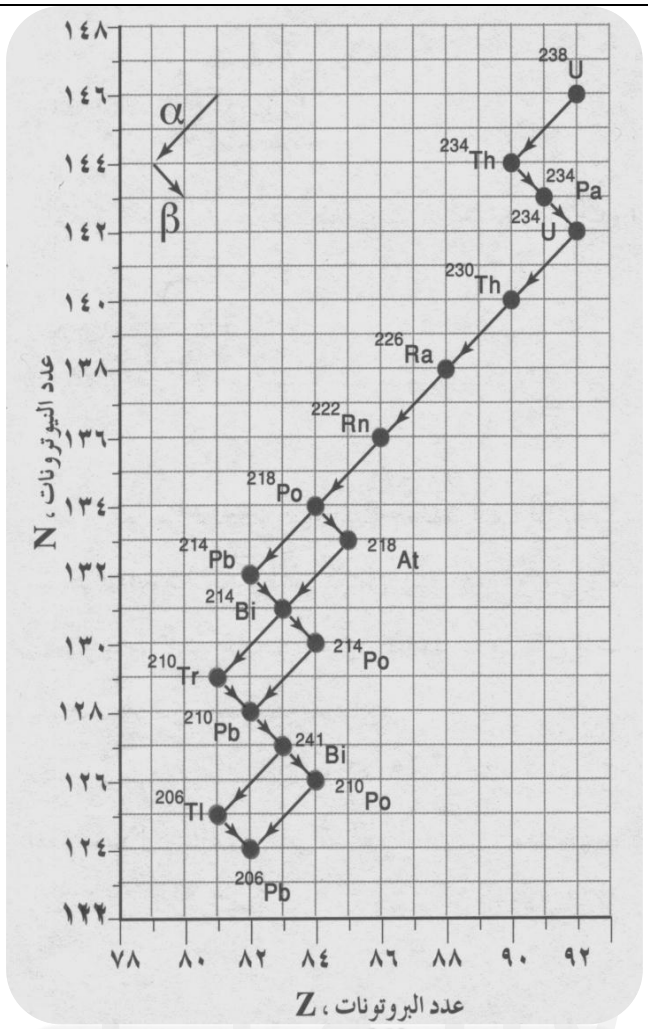
$$^{26}_{13}Al \longrightarrow {}^{26}_{12}Mg + \cdots + \cdots$$

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

الاشعاع النووى الطبيعى



الاشعاع الطبيعي:

عندما تضمحل نواة غير مستقرة فانها تتحول الى نواة جديدة ، واذا كانت النواة ايضا غير مستقرة تضمحل مكونة نواة جديدة ، وهكذا تمر بسلسلة من التحولات قبل ان تصل الى حالة الاستقرار .

وسلاسل الاضمحلال الاشعاعي ثلاث سلاسل ، هي : سلسلة اليورانيوم ، وسلسلة الثوريوم ، وسلسلة الاكتينيوم .

ويبين الشكل المقابل سلسلة الاضمحلال الاشعاع الطبيعي لنواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ والتي تمر بالعديد من الخطوات والتي تمثل انبعاث اشعة بيتا والفا ثم تنتهي في النهاية بعنصر الرصاص المستقر $^{206}_{82}pb$.

سؤال : تبدأ سلسلة اضمحلال الثوريوم بنواة $^{232}_{90}Th$ ،ما العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الناتجة بعد سلسلة تحولاتتنبعث فيها 3 جسيمات الفا وجسيمي بيتا ؟

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال (2) وزارة 2008 الدورة الصيفية: مثلت احدى سلاسل الاضمحلال الاشعاعي كالاتي :

$$_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} \longrightarrow {}_{91}Pa^{234} \longrightarrow {}_{92}U^{234} \ldots \longrightarrow {}_{82}Pb^{206}$$

رقم (1)

أولا :

1- ما اسم السلسلة المبينة ؟

2- ما اسم الجهاز الذي يستخدم للكشف عن الاشعاعات النووية ؟

ثانيا :

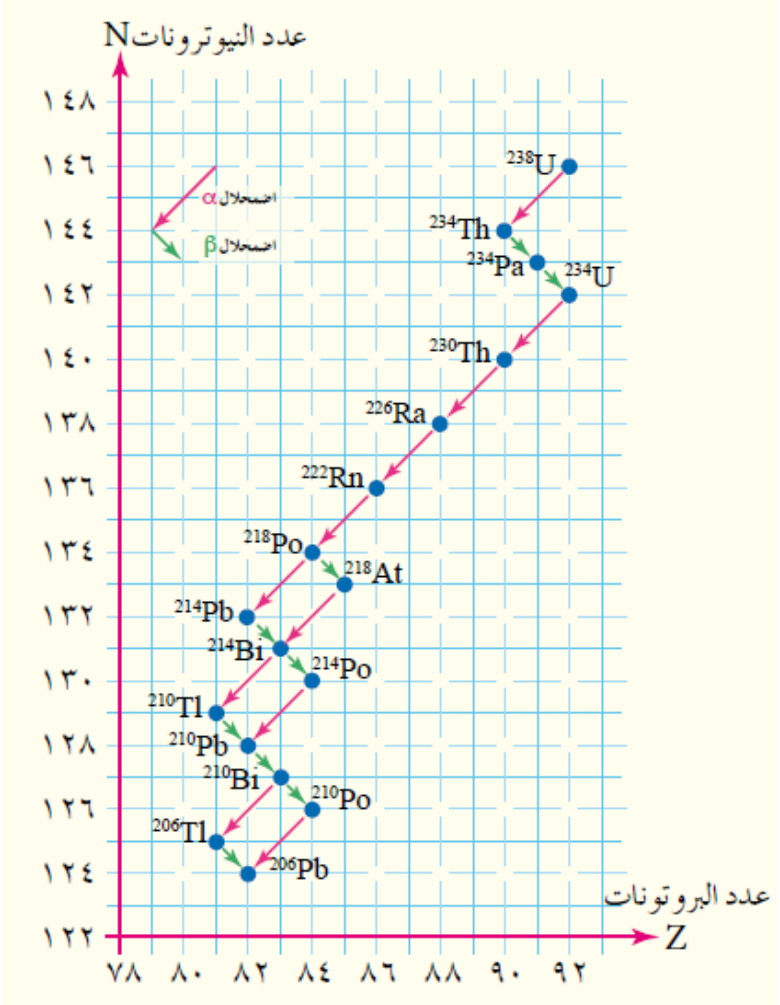
عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا المنبعثة في الاضمحلال رقم (1) .

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

مثال (3) يوضح الشكل احدى سلاسل الاضمحلال الاشعاعي الطبيعي ، مستعينا بالشكل أجب عما يأتي :

1. **ما اسم هذه السلسلة.**
2. **أي نظائر الرصاص الاتية مستقر ($^{214}_{82}Pb$ ، $^{210}_{82}Pb$ ، $^{206}_{82}Pb$).**
3. **كم عدد دقائق الفا ودقائق بيتا السالبة المنبعثة نتيجة اضمحلال نواة اليورانيوم $^{218}_{92}U$ الى نواة البولونيوم $^{218}_{84}Po$ ؟**
4. **اكتب معادلة نووية موزونة تعبر عن الاضمحلالات المذكورة في الفرع السابق .**
5. **ما العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة من سلسلة تحولات تبدأ بنواة الراديوم $^{226}_{82}Ra$ تنبعث فيها 5 دقائق الفا و3 دقائق بيتا السالبة ؟**



اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0788243842-0775152141

الفصل الثامن : فيزياء النواة

الاشعاع النووى الصناعى

كل ما ذكرناه سابقا هو ظاهرة الاشعاع الطبيعي ، الا ان الامرلم يتوقف عندها بل تعداه الى انتاج نوى مشعة بواسطةالتفاعلات النووية ، ويعرف التفاعل النووي بـ :

العملية التي يتم فيها احداث تغيير في مكونات النواة .

ويتم لاحداث التفاعل النووي عن طريق تسريع الجسيم (القذيفة) باستخدام اجهزة خاصة يطلق عليها اسم المسارعات النووية ، تكسب الجسيم طاقة حركية تمكنه من اختراق النواة واحداث التحولات النووية .

وتخضع جميع التفاعلات النووية لمبادئ حفظ العدد الذري والعدد الكتلي وحفظ (الطاقة – الكتلة) وحفظ الزخم . وعلى نحو عام ، يمكن التعبير عن التفاعل النووي بالمعادلة .

$$a + X \longrightarrow (C.N)^* \qquad Y + B$$

حيث (X) : النواة الهدف، (a) : القذيفة ،(y): النواة الناتجة ، $(C.N)^*$: النواة المركبة ،(b) : الجسيم الناتج .

تعد النواة المركبة حالة انتقالية مؤقتة تحلل سريعا في التفاعل النووي ، ويسمى الاشعاع الصادر عنها في هذه الحالة اشعاعا نوويا صناعيا.

ومن الامثلة على القذائف المستعملة في التفاعلات النووية :

البرتون ^1_1H ، دقائق الفا ^4_2He ، الديتريوم ^2_1H ، النيترون ^1_0n .

ويعد النيترون ^1_0n من افضل القذائف النووية لانه متعادل كهربائيا فلا يتفاعل مع النواة تجاذبا او تنافرا .

ومن الامثلة على التفاعلات النوويية التي تنتج اشعاعيا نوويا صناعيا :

$$^1_1H + ^7_3Li \longrightarrow ^8_4Be^* \longrightarrow ^7_4Be + ^1_0n$$

$$^1_0n + ^{14}_7N \longrightarrow ^{15}_7N^* \longrightarrow ^{14}_6C + ^1_1H$$

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

تطبيقات على التفاعلات النووية الصناعية :

1. التعقب :

يتم الكشف عن وجود الانسدادات في الاوعية الدموية او غيابها عن طريق تعب الاشعاع في جسم المريض :

أ. يحقن محلول يحتوي على صوديوم مشع في وريد ساق المريض .

ب. يستطيع الطبيب بواسطة اجهزة خاصة ان يقتفي اثر المادة المشعة ويعرف ان كان دم المريض ينساب بشكل طبيعي في الاوعية الدموية ام لا .

2. العلاج بالاشعاع :

يمكن ان يكون الاشعاع النووي مفيدا بالدرجة الاولى في قتل الحلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة ،حيث:

أ. يتم تحديد نوع الاشعاع وطاقته والعضو المعرض له (الجلد ، العظام ، الكبد .....) .

ب. تحديد زمن التعرض للاشعاع .

جـ. تحديد مدى قرب الجسم من مصدر الاشعاع .

د.توجيه حزمة ضيقة عالية التركيز نحو النسيج السرطاني.

يمكن استخدام اشعة غاما المنبعثة من احد النظائر المشعة مثل الكوبلت $^{60}_{27}Co$.

سؤال : حدد مع بيان السبب الاشعة النووية الاكثر خطورة على الانسان عند التعرض لها :

1. من مصدر خارج جسم الانسان .

2. من مصدر داخل جسم الانسان.

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

الانشطار النووي

عام 1983 م توصل العلماء الى نتيجة مذهلة ، فقد تبين ان نواة $^{238}_{92}U$ يمكن ان تنشطر اذا قذفت بنيوترون بطئ ، حيث تمتص النواة النيوترون فتصبح في حالة عدم استقرار ، ثم ما تلبث ان تنشطر الى نواتين متوسطتين اضافة الى انبعاث طاقة عالية ونيوترونات جديدة ، ويعرف <u>الانشطار النووي</u> :

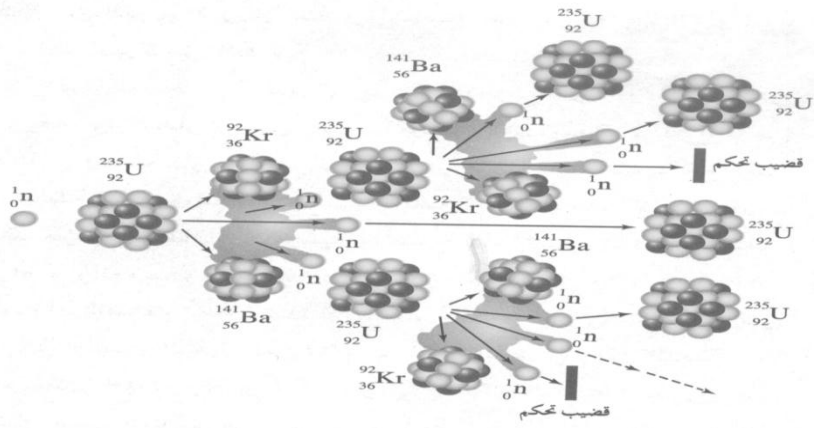
تفاعل نووي يدث فيه انقسام نوى ثقيلة عند قذفها بنيترون الى نواتتين متوسطتي الكتلة ، ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول الى طاقة وفق معادلة اينشتين في تكافؤ الكتلة والطاقة .

ومن الامثلة عليه التفاعل الاتي :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}kr + 3\,^{1}_{0}n$$

وتكمن اهمية هذا التفاعل في الطاقة المتحررة منه ، فمثلا ينبعث من التفاعل السابق 208 مليون الكترون فولت ، وهذا ناتج من انشطار نواة واحدة ، فماذا لو استمر التفاعل في الحدوث من خلال النيوترونات الناتجة ؟ سوف يستمر التفاعل في سلسلة كما يبين الشكل الاتي ، ويسمى هذا التفاعل بالتفاعل المتسلسل ، حيث يعرف <u>التفاعل المتسلسل</u> :

تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم نتيجة قذفها بنيوترونات تنبعث من نوى يورانيوم انشطرت سابقا .



*****ويجب منع تسرب للنيوترونات خارج كتلة اليورانيوم كي يستمر التفاعل المتسلسل .**

<u>الكتلة الحرجة</u> : الحد الادنى من كتلة اليورانيوم اللازمة لمنع تسرب النيوترونات وادامة حدوث التفاعل المتسلسل .

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0788243842 - 0775152141

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0788243842-0775152141

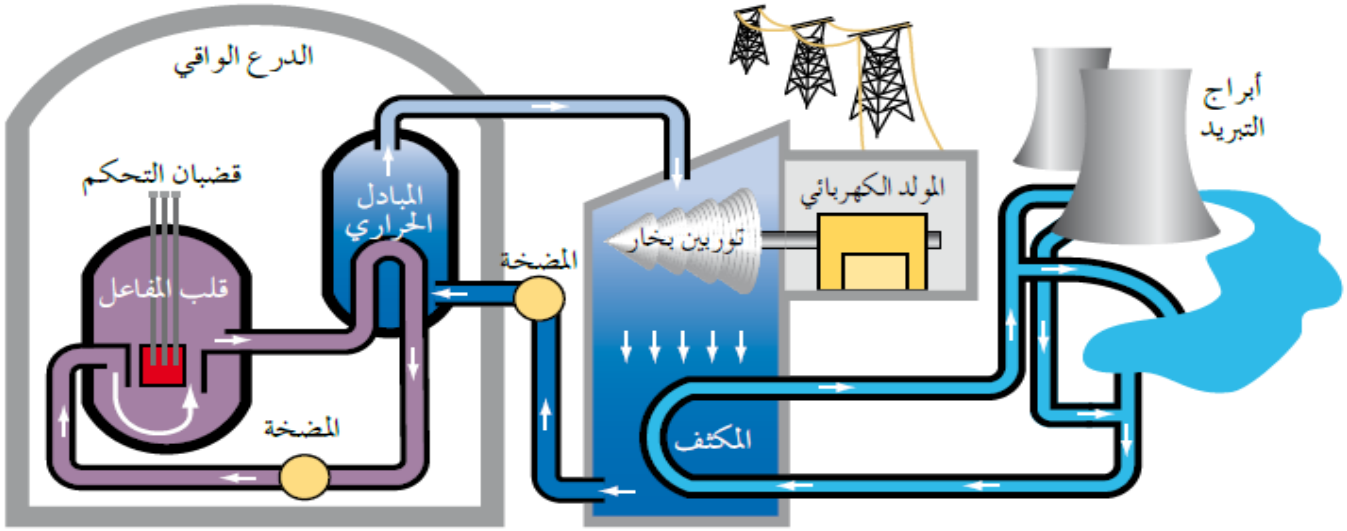
الفصل الثامن : فيزياء النواة

<u>المفاعل النووي</u> :

يعرف المفاعل النووي بانه :

النظام الذي يعمل على توفير الظروف المناسبة لاستمرار تفاعل الانشطار النووي والسيطرة عليه .

<u>اجزاء المفاعل النووي المضغوط :</u>



1- قلب المفاعل ويتكون من :

أ. مادة الوقود النووي يولانيوم $^{235}_{92}U$ أو بلونيوم $^{239}_{94}U$ تحضر في صورة اقراص توضع فوق بعضها دلخل انابيب طويلة .

ب. قضبان التحكم : قضبان من الكادميوم تتحكم في سرعة التفاعل المتسلسل وتعمل اليا ، ذات كفاءة عالية في امتصاص النيوترونات ، حيث تفصل بين انابيب حزم الوقود النووي فتحات مخصصة لادخال عدد مناسب من قضبان التحكم لكي تمتص بعض النيوترونات عند الحاجة لابطاء عملية الانشطار وابقائها ضمن المعدل المطلوب وتسمى عملية التحكم .

جـ. المواد المهدئة للنيوترونات : مواد ذات اعداد كتلة صغير مثل تو الغرافيت والماء H_2O العادي والماء الثقيل D_2O اذ يشير الرمز D_2 الى الديتريوم ، وهو نظير الهيدروجين $^{2}_{1}H$.توضع في طريق النيوترونات السريعة الناتجة من تفاعلات الانشطار لتصطدم بها النيوترونات وتقل سرعتها ، فتصبح قادرة على احداث تفاعل انشطار جديد ، وتعرف هذه العملية بالتهدئة.

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

2.المبادل الحراري :يستخدم الماء الساخن جدا والمضغوط القادم من قلب المفاعل ، في تسخين الماء الموجود في المبادل الحراري لانتاج البخار اللازم الذي يذهب لادارة العنفات (التوربينات) المتصلة بمولدات الطاقة الكهربائية.

3. الدرع الواقي : يحيط بقلب المفاعل والمبادل الحراري للوقاية من التسرب الاشعاعي .

4. **المولدات الكهربائية : تحول الطاقة الحرارية والحركية لبخار الماء الى طاقة كهربائية .**

5. **المكثف : يعمل على تحويل بخار الماء الفائض الى ماء.**

6. **ابراج التبريد : تعمل على تزويد المكثف والمبادل الحراري بالماء اللازم .**

تشغيل المفاعل:

1. **يبدأ تشغيل المفاعل برفع قضبان التحم ببطء من قلب المفاعل.**
2. **يبدأ التفاعل المتسلسل وتظهر الطاقة المتحررة من تغاعلات الانشطار على شكل طاقة حرارية .**
3. **الطاقة الحرارية تعمل على تسخين الماء وانتاج البخار اللازم لادارة العنفات المتصلة بمولدات الطاقة الكهربائية.**

امور يجب مراعتها قبل انشاء المفاعل النووي:

1. **اختيار اماكن نائية بعيدة عن التجمعات السكنية.**
2. **اختيار اماكن قريبة من مصادر وفيرة بالمياه .**
3. **تصريف النفايات المواد المشعة بشكل امن .**
4. **فحص الحاويات المستخدمة في نقل الوقود النووي باستمرار.**

اعداد الاستاذ :جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ:جمعة عليان ت/0775152141-0788243842

الفصل الثامن : فيزياء النواة

الاندماج النووي

الاندماج النووي : عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها اقل من مجموع كتلتيهما ، وينتج من هذا التفاعل طاقة ، ومن الامثلة على الاندماج النووي ، التفاعل التالي :

$$4\,{}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{+1}e + 2\,\nu$$

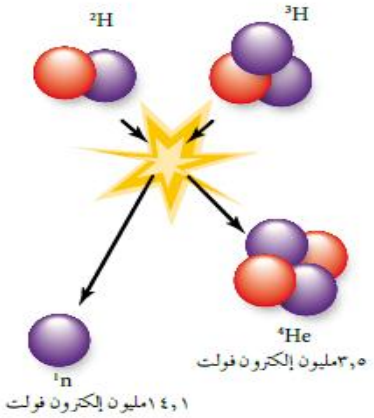
سؤال : لماذا يسمى هذا التفاعل بـ (التفاعل النووي الحراري) ؟

النوى الداخلة في التفاعل موجبة الشحنة ، فان القوى الكهربائية تحول دون الاندماج ، لذلك كي يحدث هذا التفاعل يجب ان تكون سرعة النوى كبيرة ، لتقترب كثيرا من بعضها ، فتتمكن القوة النووية من التغلب على القوة الكهربائية ، وهذا يتطلب رفع درجة حرارة المواد الداخلة في التفاعل الى ما يقارب (10^{7}) كلفن ، لذلك يسمى التفاعل النووي الحراري .

ويصعب حاليا اجراء تفاعلات الاندماج النووي في المختبرات العلمية ، ولكنها تحدث بشكل تلقائي في باطن الشمس والنجوم ، حيث تتوافر درجات حلرارة عالية وضغط هائل لازمان لحدوث تفاعل الاندماج النووي .

والطاقة الناتجة من الاندماج النووي اكابر من الطاقة الناتجة من الانشطار ، لذلك يسعى العلماء لانتاج طاقة على سطح الارض ناتجة من دمج نظيري الديتريوم ${}^{2}_{1}H$ والتريتيوم ${}^{3}_{1}H$ حيث يكون مجموع كتل النوى الداخلة في التفاعل اكبر من مجموع كتل النوى والجسيمات الخارجة من التفاعل .

$${}^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$



اعداد الاستاذ : جمعة عليان بكالوريوس فيزياء ماجستير اساليب تدريس ت/0775152141 - 0788243842

اعداد الاستاذ : جمعة عليان

ت/ 0788243842

ت/ 0775152141

ملخص قوانين

الثاني ثانوي علمي (المستوى الثالث)

الفصل السابع : فيزياء النواة

القانون	الوحدة	الاستخدام
$(A) = (Z) + (N)$		حساب عدد النيوكليونات A في النواة اذا علم عدد البروتونات Z والنيوترونات N

$ط = \Delta ك س^2$	جول	حساب فرق الطاقة الناتجة عن فرق الكتلة عند اعطائها بوحدة كغم
$نق = A^{\frac{1}{3}} نق_0$	متر	حساب نصف قطر النواة اذا علم العدد الكتلي
$\Delta ك = (N ك_{ن} + Z ك_{ب}) - ك_{النواة}$	و.ك.ذ	حساب طاقة الربط النووية بين النيوكليونات او الطاقة اللازمة لفصل النيوكليونات
$ط_{الربط} = \Delta ك \times 931,5$	جول	حساب فرق الطاقة الناتجة عن فرق الكتلة بوحدة مليون إلكترون فولت
$ط_{الربط النووية لكل نيوكلون} = \frac{طاقة الربط للنواة}{عدد النيوكليونات}$	جول	حساب طاقة الربط النووية لكل نيوكلون

اضمحلال الفا

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$$

اضمحلال غاما

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A}_{Z}Y + \gamma$$

اضمحلال بيتا

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e$$

يصاحب بيتا السالب (الكترون) $^{0}_{-1}e$ انبعاث ضديد النيوترينو ($\bar{\nu}$)

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

ويصاحب بيتا الموجب (البزترون) $^{0}_{+1}e$ انبعاث النيوترينو (ν)

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A}_{Z-1}Y + ^{0}_{+1}e + \nu$$