الدرس 3 - 1 : الانشطار و الاندماج النووي

التفاعلات النووية :

التفاعلات التي تؤدي الي تغيير في أنوية العناصر .

- تنقسم التفاعلات النووية الي نوعان :

1- تفاعلات نووية انشطارية : حيث تنقسم النواة الي نواتين أو ثلاث أنوية أصغر

2- تفاعلات نووية اندماجية : حيث تتحد نواتين أو ثلاث انوية لتكون نواة جديدة

قوانين البقاء في التفاعلات و التحولات النووية :

تخضع التفاعلات النووية و التحولات الطبيعية و الاصطناعية للنواة الي قوانين بقاء تنظمها وهي كما يلي :

www.kwedufiles.com

$$\underset{m_1}{{}^{A_1}_{Z_1}X} \longrightarrow \underset{m_2}{{}^{A_2}_{Z_2}B} + \underset{m_3}{{}^{A_3}_{Z_3}C} + E$$

1- قانون بقاء العدد الذري Z :

العدد الذري للنواة قبل الانحلال = مجموع الاعداد الذرية للأنوية الناتجة بعد الانحلال

$$Z_1 = Z_2 + Z_3$$

2- قانون بقاء العدد الكتلي : A

العدد الكتلي للنواة قبل الانحلال = مجموع الاعداد الكتلية للانوية الناتجة بعد الانحلال

$$A_1 = A_2 + A_3$$

3- قانون بقاء الكتلة و الطاقة :

مجموع الكتل و الطاقات قبل الانحلال = مجوع الكتل والطاقات بعد الانحلال

$$(m_1 \times 931.5) = (m_2 \times 931.5) + (m_3 \times 931.5) + E$$

- لا يطبق قانون بقاء الكتلة علي قوانين التفاعلات النووية لان جزء من كتل المتفاعلات يتحول الي طاقة مع النواتج, ولكن يطبق قانون حفظ الكتلة و الطاقة معا

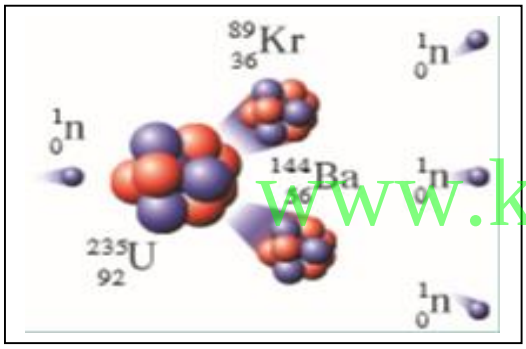
1- الانشطار النووي :

هو تفاعل نووي تنقسم فيه نواة ثقيلة غير مستقرة بعد قذفها بجسيم الي نواتين أو أكثر أخف وزنا و أكثر استقرارا و مترافقة مع اطلاق طاقة .

- حيث تقذف النواة بنيترون بطئ لتنشطر الي نواتين أو أكثر مع النواتج , وتكون دائما كتلة النواتج أقل من كتل المتفاعلات لان جزء من كتل المتفاعلات تتحول الي طاقة مع النواتج .

- من أمثلة التفاعلات النووية الانشطارية تفاعل انشطار اليورانيوم كما يلي :

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{144}_{56}Ba + {}^{89}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$$



و تنطلق من هذا التفاعل طاقة هائلة تزيد عن 200 مليون الكترون فولت .

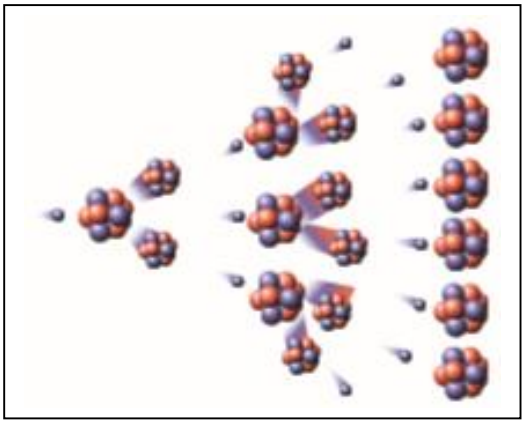
- يستخدم النيترون البطئ كقذيفة نووية لانه متعادل الشحنة و بالتالي لا يتأثر بالمجالات الكهربية ولا المغناطيسية .

www.kweduﬁles.com

- نلاحظ من معادلة التفاعل ظهور ثلاث نيترونات في النواتج , لكنها تكون سريعة نتيجة التفاعل و بالتالي عند تهدئة سرعتها فانها تصطدم بانوية يورانيم أخري محدثة تفاعل انشطاري جديد , وبالتالي يزداد عدد النيترونات و يزداد التفاعل و بالتالي يسمي هذا التفاعل بالتفاعل المتسلسل

التفاعل المتسلسل :

هو التفاعل الذي يؤدي انشطاره الي انشطار جديد , حيث تنتج عن كل انشطار جديد نيترونات يمكنها احداث المزيد من الانشطارات .



المفاعلات النووية :

يستخدم تفاعل انشطار اليورانيوم بنيترون بطئ في المفاعلات النووية التي تستخدم لانتاج طاقة , و يتم الاستفادة من التفاعل المتسلسل بعد السيطرة عليها

ـ تركيب المفاعل النووي :

1- يستخدم الجرافيت و الماء الثقيل D_2O لابطاء سرعة النيترونات و ذلك لضمان استمرار التفاعل المتسلسل , لان التفاعل يحتاج الي نيترون بطئ .
2- يستخدم قضبان الكادميوم في امتصاص النيترونات الناتجة من التفاعل و بالتالي تبطئ عملية الانشطار و يمكننا التحكم في معدل التفاعل , لابقاء التفاعل في معدل يمكن التحكم فيه .

مثال $\frac{1}{133}$

$$\underset{(235.044)}{^{235}_{92}U} + \underset{(1.00866)}{^{1}_{0}n} \longrightarrow \underset{(90.905)}{^{144}_{56}Zr} + \underset{(141.909)}{^{89}_{36}Ce} + 3\,\underset{(1.00866)}{^{1}_{0}n} + 6\,{}^{0}_{-1}e$$

www.kwedufiles.com

$\Delta m = 235.044 + 1.00866 - 90.905 - 141.909 - [\ 3 \times 1.00866\ ]$
$\Delta m = 0.21286\ u$

$E = \Delta m\ 931.5 = (0.21286)\ (931.5) = 198.11\ Mev$

ب- الطاقة المتحررة تكون علي صورة طاقة حركية للجسيمات و اشعاع جاما

ج – يمكن حدوث تفاعل متسلسل بعد تهدئة النيترونات لان التفاعل ينتج ثلاث نيترونات

مثال $\frac{7}{136}$

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n$$

(235.04392) (1.00866) (93.9154) (139.92164) (1.00866)

$\Delta m = 235.04392 + 1.00866 - 93.9154 - 139.92164 - [\ 2 \times 1.00866\ ]$

$\Delta m = 0.19822\ u$

$E = \Delta m\ 931.5 = (0.19822)\ (931.5) = 184.642\ Mev$

مثال $\frac{17}{143}$

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{88}_{38}Sr + ^{136}_{54}Xe + X\,^{1}_{0}n$$

(235.043925) (1.00866) (87.905625) (135.90722) (1.00866)

www.kwedufiles.com

أ -

$235 + 1 = 88 + 136 + [\ X\ (1)\ ]$

$X = 12$ ======> 12 نيترون

ب – طاقة اشعاعية و حركية (أشعة جاما)

ج-

$\Delta m = 235.043925 + 1.00866 - 87.905623 - 135.90722 - [\ 12 \times 1.00866\ ]$

$\Delta m = 0.137359\ u$

$E = \Delta m\ 931.5 = (0.137359)\ (931.5) = 127.95\ Mev$

مثال : في التفاعل النووي التالي

$$^{10}_{5}B \quad + \quad ^{1}_{0}n \quad \rightarrow \quad ^{7}_{3}Li \quad + \quad (X)$$

10.0129 1.0087 7.0160

1 – (X) هي

10 + 1 = 7 + A	5 + zero = 3 + Z
A = 4	Z = 2

$$^{4}_{2}X$$

2 – إذا علمت أن كتلة (X) تساوي (4.0015 a.m.u) أحسب الطاقة الناتجة من التفاعل السابق

$\Delta m = 10.0129 + 1.0087 - 7.0160 - 4.0015$

$\Delta m = 4.1X10^{-3}$ u

$E = \Delta m\ 931.5 = (4.1X10^{-3})\ (931.5) = 3.81915$ Mev

3- متوسط طاقة الربط النووية للنواة B .

$\Delta m = [\ 5 \times 1.00727\ ] + [\ 5 \times 1.00866\ ] - 10.0129 = 0.06675$

$E_{b/n} = \frac{E_b}{A} = \frac{\Delta m\ 931.5}{A} = \frac{(0.06675)(931.5)}{10} = 6.2177625$ Mev

www.kwedufiles.com

مثال ينتج عنصر $^{17}_{8}O$ وبروتون نتيجة تفاعل نواة النيتروجين $^{14}_{7}N$ مع قذيفة نووية

اذا علمت ان كتلة $^{14}_{7}N$ = 14.0045 u , $^{17}_{8}O$ = 17.0045 u

وكتلة البروتون 1.0072 u وكتلة القذيفة = 4.0093 u

1- اكتب معادلة التفاعل

$$^{14}_{7}N \quad + \quad ^{A}_{Z}X \quad \longrightarrow \quad ^{17}_{8}O \quad + \quad ^{1}_{1}H$$

2- العدد الذري والعدد الكتلي للقذيفة

14 + A = 17 + 1	7 + Z = 8 + 1
A = 4	Z = 2

$$^{4}_{2}X$$

3- الطاقة الناتجه من التفاعل

$\Delta m = 14.0045 + 4.0093 - 17.0045 - 1.0072$

$\Delta m = 2.1X10^{-3}$ u

$E = \Delta m\ 931.5 = (2.1X10^{-3})\ (931.5) = 1.95615$ Mev

الاندماج النووي :

يحدث التفاعل الاندماجي عندما تتحد انوية صغيرة لتكون نواة أكبر , و تنطلق طاقة و جسيمات .

- عند الاندماج النووي فان العدد الكتلي للنواة يزداد , و يزداد بالتالي طاقة الربط النووية لكل نيترون , مما يعمل علي استقرار النواة الناتجة من التفاعل .

شروط حدوث التفاعل الاندماجي :

1- يجب أن تكون سرعة الانوية كبيرة جدا , وذلك للتغلب علي قوي التنافر الكهربائية بين الانوية .

2- رفع درجة حرارة الانوية الي ملايين الدرجات , لذلك يسمي عملية الاندماج النووي بالتفاعل النووي الحراري .

- من أمثلة عمليات الاندماج النووي , العمليات التي تحدث في النجوم .
- النجوم و الشمس درجة حرارتها تكون كبيرة جدا مما يؤدي الي دمج انوية الهيدروجين لتكون نواو هيليوم و طاقة هائلة .

www.kwedufiles.com

- يعتقد العلماء بحدوث ثلاث تفاعلات نووية اندماجية متتالية داخل الشمس كما يلي

$$ {}_1^1H + {}_1^1H \longrightarrow {}_1^2H + {}_{+1}^0e + \nu $$
$$ {}_1^1H + {}_1^2H \longrightarrow {}_2^3He + \gamma $$
$$ {}_1^1H + {}_2^3He \longrightarrow {}_2^4He + {}_{-1}^0e + \nu $$

و يمكن جمع المعادلات الثلاث علي صورة معادلة واحدة كما يلي :

$$ 4\ {}_1^1H \longrightarrow {}_2^4He + 2\ {}_{+1}^0e + 2\,\nu + \gamma $$

- من اهم تطبيقات التفاعلات الاندماجية القنبلة الاندماجية , والتي تبلغ طاقتها عدة أضعاف طاقة القنبلة الانشطارية , ولانها تحتاج الي طاقة ابتدائية عالية لدمج الانوية , فأن تفجيرها يحتاج الي قنبلة انشطارية لتوفير الطاقة الازمة و رفع درجة الحرارة لعملية الاندماج .
- حتي الان لا يمكن الاستفادة من طاقة الاندماج النووي نظرا الي صعوبة التحكم فيها و السيطرة علي الطاقة الناتجة منها .

مثال $\frac{2}{135}$

K.E = 0.1 Mev

$$\underset{(2.01402)}{{}^{2}_{1}H} + \underset{(2.01402)}{{}^{2}_{1}H} \longrightarrow \underset{(4.002603)}{{}^{4}_{2}He} + E$$

E = (2.01402 X 931.5) + (2.01402 X 931.5) + 0.1 + 0.1 – (4.002603 X 931.5)

E = 24.04733 Mev

www.kwedufiles.com

مثال $\frac{8}{136}$

$$2\ {}^{2}_{1}H \longrightarrow \underset{(4.002603)}{{}^{A}_{Z}He} + \underset{(1.0087)}{{}^{1}_{0}n}$$
$$(2.01402)$$

2 + 2 = A + 1
A = 3

1 + 1 = Z + 0
Z = 2

$${}^{3}_{2}He$$

E = (2.0141 X 931.5) + (2.0141 X 931.5) – (4.002603 X 931.5) – (1.0087 X 931.5)

E = 3.07 Mev