

الباب الثالث الكيمياء النووية

الفرق بين التفاعلات الكيميائية والنوية

التفاعلات النووية	التفاعلات الكيميائية
تتم داخل النواة وتعتمد على مكونات النواة	تتم بين إلكترونات المستوى الأخير بالمشاركة أو الانتقال
تنتج عنها طاقة هائلة	تنتج عنها طاقة محدودة

تركيب النواة

- ١- بروتونات : موجبة الشحنة .. عددها يسمى العدد الذرى
 - ٢- نيوترونات : متعادلة الشحنة .. عددها = العدد الكلى - العدد الذرى
- العدد الذرى** :- عدد البروتونات داخل النواة
العدد الكلى :- مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات داخل النواة

النظائر :- صور مختلفة للعنصر الواحد تتفق فى العدد الذرى وتختلف فى العدد الكلى
سبب اختلاف نظائر العنصر الواحد فى العدد الكلى هو اختلاف عدد النيوترونات

أمثلة للنظائر :-

- ١- نظائر الهيدروجين :-
 - البروتيوم : ${}^1_1\text{H}$
 - الديوتيريوم : ${}^2_1\text{H}$
 - التريتيوم : ${}^3_1\text{H}$
 - ملحوظة : البروتيوم (${}^1_1\text{H}$) هو العنصر الوحيد الذى لا تحتوى نواته على نيوترونات

٢- نظائر الأكسجين :- ${}^{16}_8\text{O}$ ${}^{17}_8\text{O}$ ${}^{18}_8\text{O}$ www.mrashraf.com

ثبات النواة (النظائر) :- يرجع ثبات نواة العنصر الى النسبة بين عدد النيوترونات الى عدد البروتونات كالاتى

- ١- **نظائر مستقرة (غير مشعة)** :- النسبة بين عدد النيوترونات الى عدد البروتونات أقل من (١.٦ : ١)
مثل نظائر الأكسجين
- ٢- **نظائر غير مستقرة (مشعة)** :- النسبة بين عدد النيوترونات الى عدد البروتونات أكبر من أو تساوى (١.٦ : ١) تقريباً
مثل نظائر اليورانيوم

أمثلة :- أكمل الجدول التالى :-

نوع العنصر	النسبة N/P	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	العنصر
				${}^{56}_{26}\text{Fe}$
				${}^{234}_{90}\text{Th}$
				${}^{16}_8\text{O}$
				${}^{238}_{92}\text{U}$

النواة مخزن للكتلة

- وحدة الكتل الذرية** :- هي الوحدة التي تقاس بها كتل مكونات الذرة وتساوى 1.66×10^{-24} جم
- كتلة البروتون = 1.0073
 - كتلة النيوترون = 1.0087
 - كتلة الألكترون = 0.000548 و.ك.ذ

تتركز كتلة الذرة في النواة (النواة مخزن للكتلة) ← لإحتوائها على البروتونات والنيوترونات ولإهمال كتلة الألكترونات لأنها صغيرة جدا بالنسبة لكتلة البروتونات والنيوترونات

النواة مخزن للطاقة

النواة مخزن للطاقة (تماسك مكونات النواة) :- ← علل ←

- 1- قوى التجاذب داخل النواة أكبر من قوى التنافر
- 2- تحول جزء من كتلة النواة الى طاقة

أولا :- قوى الجذب والتنافر داخل النواة :-

- 1- قوى تنافر بين البروتونات وبعضها
- 2- قوى تجاذب بين النيوترونات وبعضها
- 3- قوى تجاذب بين البروتونات والنيوترونات نتيجة تبادل الميزونات

علل ← قوى التجاذب داخل النواة أكبر من قوى التنافر ← لأن قوى التجاذب تكون بين البروتونات والنيوترونات أو بين النيوترونات وبعضها بينما قوى التنافر تكون بين البروتونات وبعضها فقط

علل ← حدوث قوى تجاذب بين البروتونات والنيوترونات ← لتبادل الميزونات بينها

جسيم صغير في النواة يحمل شحنة موجبة أو سالبة

الميزون

تبادل الميزونات :-

- يقضى كلا من البروتون والنيوترون جزءا من حياته كبروتون وجزءا كنيوترون كما يلي :-
- يتحول البروتون الى نيوترون وميزون موجب
 - بروتون → نيوترون + ميزون موجب
 - يتحول النيوترون الى بروتون وميزون سالب
 - نيوترون → بروتون + ميزون سالب

ثانيا :- تحول جزء من الكتلة الى طاقة :-

- رأى العالم المصرى الدكتور على مصطفى مشرفة :-
- المادة والطاقة والإشعاع صور متعددة لشيء واحد
- قانون بلانك :-
- الطاقة الناتجة = الكتلة المتحولة × مقدار ثابت
- المقدار الثابت :- هو الشغل الناتج عندما تتحول كتلة مقدارها 1 جم الى طاقة
- العالم اينشتين :-
- قدر المقدار الثابت بمربع سرعة الضوء (سرعة الضوء = 3×10^8 م/ث)

وحدات الطاقة :-

١- السعر :- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١ جم من الماء درجة واحدة مئوية

٢- الجول :- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١ جم من الماء بمقدار $\frac{1}{4.18}$

$$\text{السعر} = 4.18 \text{ جول} \quad \text{الجول} = \frac{1}{4.18} \text{ سعر}$$

$$\text{الكيلوسعر} = 1000 \text{ سعر} \quad \text{الكيلوجول} = 1000 \text{ جول}$$

٣- الإلكترون فولت :- الشغل المبذول لنقل شحنة إلكترون بين نقطتين فرق الجهد بينهما واحد فولت

تحويل الكتلة الى طاقة :-

١- اذا كانت الكتلة بالجرام والطاقة بالحول :-

$$\text{الطاقة} = \text{ك} \times 9 \times 10^{13} \text{ جول}$$

٢- اذا كانت الكتلة بالجرام والطاقة بالسعر :-

$$\text{الطاقة} = \text{ك} \times 2.15 \times 10^{13} \text{ سعر}$$

٣- اذا كانت الكتلة بوحدة الكتل الذرية (و. ك. ذ) والطاقة بالمليون إلكترون فولت (م. أ. ف)

$$\text{الطاقة} = \text{ك} \times 931 \text{ م. أ. ف}$$

أمثلة :-

١- احسب مقدار الطاقة الناتجة بالجول والسعر من تحول ٢ جم من المادة الى طاقة

$$\text{الطاقة الناتجة} = \text{ك} \times 9 \times 10^{13} = 2 \times 9 \times 10^{13} = 1.8 \times 10^{14} \text{ جول}$$

$$\text{السعر} = \text{ك} \times 2.15 \times 10^{13} = 2 \times 2.15 \times 10^{13} = 4.3 \times 10^{13} \text{ سعر}$$

٢- احسب مقدار الطاقة الناتجة من تحول ٠.٠٣٢ و. ك. ذ الى طاقة

$$\text{الطاقة الناتجة} = \text{ك} \times 931 = 0.032 \times 931 = 29.792 \text{ م. أ. ف}$$

طاقة الترابط النووي

" هي الطاقة اللازمة لربط مكونات النواة "

- كتلة مكونات النواة :- هي مجموع كتل مكونات النواة
- الكتلة الفعلية للنواة :- هي كتلة النواة بعد ترابط مكوناتها
- عند حساب مجموع كتل مكونات النواة ومقارنتها بالكتلة الفعلية للنواة وجد أن :
- الكتلة الفعلية للنواة أقل من مجموع كتل مكوناتها ← علل
← لتحول جزء من كتلة مكونات النواة الى طاقة لربط مكونات النواة وتسمى طاقة الترابط النووي

حساب طاقة الترابط النووي :-

١- نعين الكتلة الحسابية (كتلة مكونات النواة)
= عدد البروتونات × كتلة البروتون + عدد النيوترونات × كتلة النيوترون

٢- الكتلة المتحولة (النقص في الكتلة) = الكتلة الحسابية - الكتلة الفعلية

٣- طاقة الترابط النووي = الكتلة المتحولة × ٩٣١

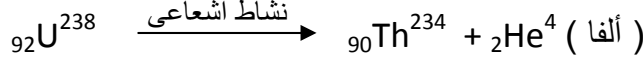
٤- طاقة الترابط لكل جسيم = $\frac{\text{طاقة الترابط النووي}}{\text{العدد الكلي}}$

ملحوظة : كلما زادت طاقة الترابط لكل جسيم في النواة يزداد استقرار النواة

النشاط الإشعاعي الطبيعي

" تفتت تلقائي يحدث لأنوية العناصر المشعة وتخرج اشعاعات غير مرئية مثل ألفا وبيتا وجاما "

- ١- **ألفا** :- تشبه نواة ذرة الهيليوم .. تتكون من ٢ بروتون و ٢ نيوترون
- كتلتها تساوي كتلة نواة ذرة الهيليوم - شحنتها موجبة (٢+)
 - عند خروجها من نواة العنصر يقل العدد الذري بمقدار ٢ ويقل العدد الكتلي بمقدار ٤ ويحدث تحول عنصرى أى يتحول العنصر الى عنصر جديد
 - علل ← عند خروج جسيم ألفا من نواة العنصر يحدث تحول عنصرى ← لأنه تتكون من ٢ بروتون و ٢ نيوترون لذلك يقل العدد الذري للعنصر بمقدار ٢ والكتلى بمقدار ٤



- ٢- **بيتا** :- ألكترونات سالبة
- كتلتها تساوي كتلة الألكترون - شحنتها سالبة (-١)
 - عند خروجها من نواة العنصر يزداد العدد الذري بمقدار واحد ولا يتأثر العدد الكتلى
 - علل ← عند خروج جسيم بيتا من نواة العنصر يزداد العدد الذري ← لتحول نيوترون الى بروتون والألكترون فيخرج الألكترون فى صورة جسيم بيتا ويزداد عدد البروتونات بمقدار واحد فيزداد العدد الذري بمقدار واحد ولا يتأثر العدد الكتلى
 - علل ← عند خروج جسيم بيتا من نواة العنصر يحدث تحول عنصرى ← لتحول نيوترون الى بروتون فيزداد العدد الذري بمقدار واحد فينتج عنصر جديد



- ٣- **جاما** :- موجات كهرومغناطيسية تشبه أشعة اكس
- عند خروج أشعة جاما لا يتأثر العدد الذري أو الكتلى ← لأنه مجرد موجات كهرومغناطيسية ليس لها شحنة أو كتلة

الزمن اللازم لتفتت نصف عدد أنوية العنصر المشع

فترة عمر النصف

حساب فترة عمر النصف :-

- نحل المادة بالقسمة على ٢ مبتدئا بالكمية الكلية ومنتها بالكمية المتبقية لحساب عدد الفترات
- $\text{عمر النصف} = \frac{\text{الزمن الكلى}}{\text{عدد الفترات}}$

مثال :- وضع ١٢ جم من مادة مشعة فى مكان ما وبعد ٥٠ يوما وجد أن الباقي منها ٠.٧٥ جم احسب فترة عمر النصف لهذه المادة

الكمية الكلية = ١٢ جم
الباقي = ٠.٧٥ جم
الزمن الكلى = ٥٠ يوم
عمر النصف = ؟

١٢ ← ٦ ← ٣ ← ٣ ← ١.٥ ← ٠.٧٥

∴ عدد الفترات = ٤ فترات

$$\text{عمر النصف} = \frac{\text{الزمن الكلى}}{\text{عدد الفترات}} = \frac{٥٠}{٤} = ١٢.٥ \text{ يوم}$$

مثال : وضع جسم مشع أمام عداد جيجر فكانت قراءته ٦٤٠٠ تحلل في الدقيقة وبعد ٦ أيام أصبحت قراءته ٨٠٠ تحلل في الدقيقة – أوجد فترة عمر النصف له

الكمية الكلية = ٣٢٠٠
الباقي = ٨٠٠
الزمن الكلي = ٦ يوم
عمر النصف = ؟

الحل :-
٦٤٠٠ ←^١ ٣٢٠٠ ←^٢ ١٦٠٠ ←^٣ ٨٠٠
∴ عدد الفترات = ٣ فترات

$$\text{عمر النصف} = \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد الفترات}} = \frac{٦}{٣} = ٢ \text{ يوم}$$

مثال : لديك ٨٠ جم من مادة مشعة عمر النصف لها ١٢ يوم – بعد كم يوم يتبقى منها ٥ جم

الكمية الكلية = ٨٠٠
الباقي = ٥
الزمن الكلي = ؟
عمر النصف = ١٢ يوم

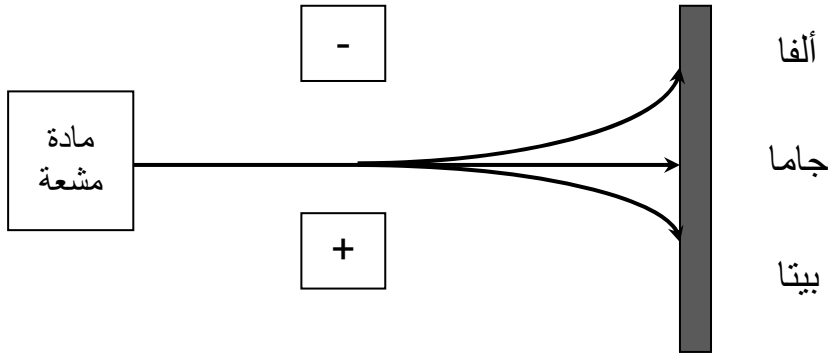
الحل :-
٨٠ ←^١ ٤٠ ←^٢ ٢٠ ←^٣ ١٠ ←^٤ ٥
∴ عدد الفترات = ٤ فترات

$$\text{الزمن الكلي} = \text{عدد الفترات} \times \text{عمر النصف} = ٤ \times ١٢ = ٤٨ \text{ يوم}$$

مسائل :-

- احسب الزمن اللازم لتحلل ٧٥% من مادة مشعة فترة عمر النصف لها ٢٠ يوم
- مادة مشعة فترة عمر النصف لها ١٢ ساعة – احسب المتبقى من ٣٢ جم منها بعد يوم

www.mrashraf.com



اثر المجال الكهربى على الأشعة الذرية

النشاط الإشعاعي الصناعي

تفاعلات نووية صناعية تنتج عنها طاقة هائلة ... وتتم بقذف نواة العنصر المشع بقذيفة نووية فيحدث اضطراب نووى فى النواة وينتج نظير مشع أو عنصر جديد

العوامل التى يتوقف عليها التفاعل النووى :-
 ١- نوع العنصر المقذوف

٢- نوع القذيفة

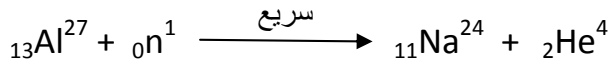
٣- طاقة القذيفة

أنواع القذائف

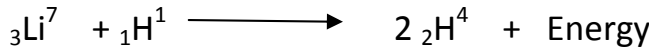
١- النيوترون (${}_0n^1$) ٢- البروتون (${}_1H^1$) ٣- الديوترون (${}_1H^2$) ٤- ألفا (${}_2He^4$)

أمثلة لبعض التفاعلات النووية :-

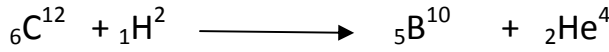
١- بإستخدام قذيفة النيوترون



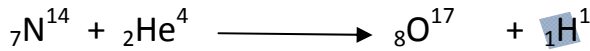
٢- بإستخدام قذيفة البروتون



٣- بإستخدام قذيفة الديوترون



٤- بإستخدام قذيفة ألفا



أنواع التفاعلات النووية :-

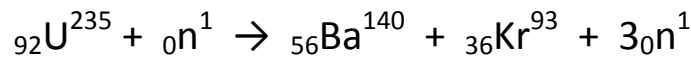
١- تفاعلات انشطارية ٢- تفاعلات اندماجية

www.mrashraf.com

تفاعل نووى صناعى يتم فيه قذف نواة العنصر بقذيفة فتنشطر الى نواتين لعنصرين مختلفين كما ينتج عدد من النيوترونات وطاقة هائلة

التفاعلات الإنشطارية

مثال :- التفاعل الإنشطارى المتسلسل :- قذف نواة اليورانيوم ${}_{92}U^{235}$ بنيوترون فتنشطر الى باريوم وكربتون وينتج ٣ نيوترونات تقذف أنوية يورانيوم جديدة ويستمر التفاعل تلقائيا وتنتج عنه طاقة هائلة



ملحوظة : يتم التحكم فى هذا التفاعل داخل المفاعلات

المفاعل النووى (الإنشطارى) :- جهاز يستخدم للتحكم فى التفاعل الإنشطارى المتسلسل ويمكن عن طريقه :-

- استغلال الحرارة الهائلة الناتجة فى تسخين المياه لإدارة التوربينات التى تولد الكهرباء
- استغلال النيوترونات الناتجة لتحضير نظائر مشعة تستخدم فى الأغراض الطبية والصناعية

ملحوظات :-

الفرق بين المفاعل النووى والقنبلة النووية أن المفاعل يصمم بحيث يمكن التحكم فى التفاعل من حيث اسرعه وابطائه وتوقفه ... بينما تصمم القنبلة بحيث لا يمكن التحكم فى التفاعل وبذلك ينتج عنها دمارا شاملا

تركيب المفاعل

قلب المفاعل :- مكعب ضخ من الجرافيت النفى تتخلله قنوات رأسية أو أفقية توضع فيها المادة المنشطرة
- مادة مهدئة :- تبطئ من سرعة النيوترونات
- عاكس :- لمنع هروب النيوترونات
- ملحوظات :-

- اليورانيوم ٢٣٨ غير قابل للإنشطار فيمتص النيوترونات السريعة دون أن ينشط متحولا الى بلوتونيوم ٢٣٩
- اليورانيوم ٢٣٥ يوجد في خام اليورانيوم الطبيعى بنسبة صغيرة جدا (٠.٧ %)

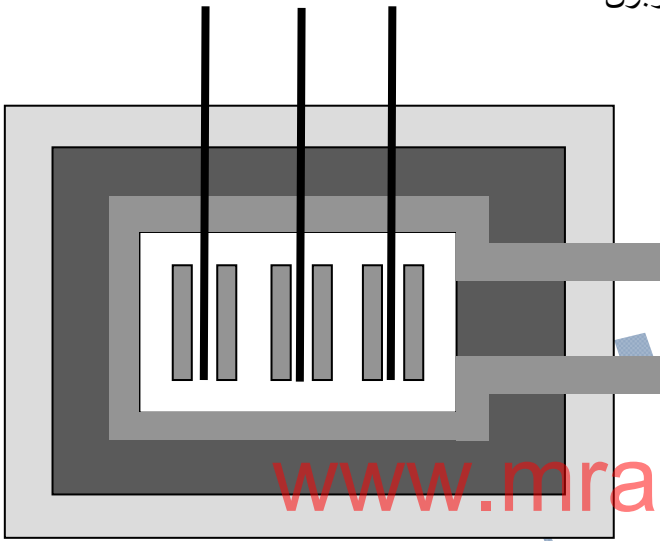
نظام التبريد :- يستخدم لسحب الحرارة الناتجة عن الإنشطار لإدارة التوربينات .. ويستخدم غالبا فى التبريد الماء العادى أو الماء الثقيل أو غاز ثانى أكسيد الكربون

نظام التحكم (قضبان التحكم) :-

- تستخدم للتحكم فى معدل التفاعل
- تتكون من قضبان من الكادميوم أو البورون ← لها قدرة عالية على امتصاص النيوترونات ← لذلك تتحكم فى معدل التفاعل بإدخال القضبان كليا أو جزئيا

الدروع الواقية :-

- حوائط سميكة من الصلب والخرسانة المسلحة تحيط بقلب المفاعل
- الوظيفة :- حماية قلب المفاعل - منع تسرب الحرارة الزائدة



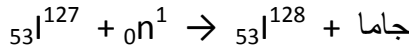
مخاطر المفاعلات على البيئة

- ١- **الاشعة الذرية** :- للتحكم فى منع تسرب الإشعاعات الذرية من قلب المفاعل يجرى الآتى :-
 - يحاط قلب المفاعل بحوائط سميكة من الحديد الصلب والخرسانة المسلحة (الدروع الواقية)
 - يوجد أجهزة رقابية وقياسية على كل مخارج المفاعل لوقف المفاعل فورا اذا حدث تسرب للأشعة
- ٢- **النفايات الذرية** :- هي المخلفات الناتجة عن تشغيل المفاعل .. وتنقسم الى :-
 - نفايات متوسطة وضعيفة الإشعاع :- الناتجة عن تشغيل المفاعل وأعمال الصيانة
 - نفايات عالية الإشعاع :- الوقود النووي - ماء التبريد - الآلات والأجهزة المستخدمة فى قلب المفاعلالتخلص من النفايات :- تخلط بالخرسانة - توضع فى براميل من الصلب - تدفن على أعماق كبيرة فى باطن الأرض أو قاع المحيطات
- ٣- **الحرارة الزائدة** :- يجب أن تبنى المفاعلات على شواطئ الأنهار أو البحار ← لإستغلال مياهها كمصدر متجدد لتبريد قلب المفاعل

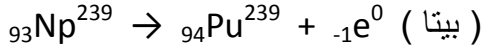
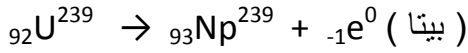
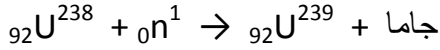
ملحوظة : يؤدى استخدام مياه البحار والأنهار فى تبريد قلب المفاعل الى حدوث تلوث حرارى وارتفاع درجة الحرارة بمقدار (٦ ← ٩ م°) مما يؤدى الى استهلاك الأوكسجين الذائب فى الماء فتهلك الكائنات البحرية

فوائد المفاعلات

- 1- توليد الكهرباء ← باستغلال الطاقة الحرارية الناتجة من المفاعل في ادارة التوربينات التي تولد الكهرباء
- 2- الحصول على بعض النظائر المشعة :- مثل اليود المشع



3- تحويل اليورانيوم 238 الغير قابل للإشطار الى بلوتونيوم 239 القابل للإشطار



دمج نواتين لعنصر خفيف لتنتج نواة عنصر أثقل كتلتها أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة وينحول الفرق في الكتلة الى طاقة

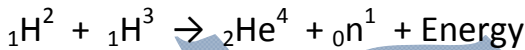
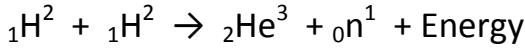
التفاعلات الاندماجية

مثال :- اندماج نظائر الهيدروجين داخل الشمس للحصول على الطاقة الشمسية
علل ← الطاقة الشمسية طاقة اندماجية ←

علل ← الهيدروجين أفضل العناصر في التفاعلات الاندماجية (تفضل نظائر الهيدروجين) ← لإحتواء النواة على بروتون واحد فتكون شحنة النواة أقل ما يمكن وقوى التنافر بين الأنوية ضعيفة جدا مما يسهل اندماجها

www.mrashraf.com

- يفضل في التفاعلات الاندماجية نظائر الهيدروجين : الديوتيريوم والتريتيوم
- أمثلة :-



شروط التفاعل الاندماجي :-

- 1- نظائر الهيدروجين (الديوتيريوم والتريتيوم) : نحصل عليها بالتحلل الكهربى للماء الثقيل
- 2- طاقة حرارية عالية تصل الى ملايين الدرجات ← علل ← لتعرية أنوية الهيدروجين من إلكتروناتها مما يسهل من عملية الاندماج بينها

- للحصول على هذه الطاقة يستخدم تفاعل انشطاري متسلسل

علل ← يعتمد التفاعل الاندماجي على تفاعل انشطاري متسلسل ← لتوليد الطاقة الحرارية العالية اللازمة لتعرية أنوية الهيدروجين من إلكتروناتها فتسهل عملية الاندماج

مزايا الحصول على طاقة اندماجية :-

- 1- عظم الطاقة الناتجة عنها
- 2- توفر نظائر الهيدروجين في مياه البحار العميقة
- 3- يمكن الحصول على طاقة كهربية مباشرة
- 4- لا ينتج عنها نواتج مشعة خطيرة

صعوبات الحصول على طاقة اندماجية :- (علل ← لاتوجد مفاعلات اندماجية)

- 1- صعوبة توفير الحرارة العالية اللازمة لبدء التفاعل
- 2- الطاقة الناتجة عالية جدا لاتتحملها جدران المفاعل

ملحوظة :- أمكن حديثا التحكم فى تأثير الحرارة الناتجة على جدران المفاعل بتسليط مجال مغناطيسى قوى يعمل على تركيز أنوية الهيدروجين بعيدا عن جدران المفاعل

التطبيقات الحربية للطاقة النووية

أولا : القنبلة الإنشطارية

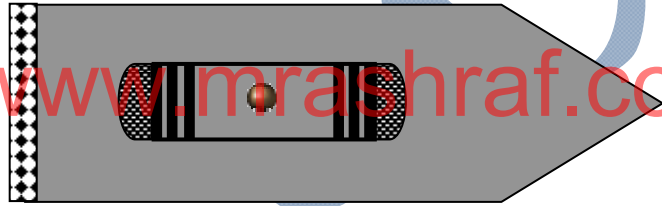
الأساس العلمى :- احدثت تفاعل انشطارى متسلسل فى وقت قصير

التركيب :

- مادة قابلة للإنشطار مثل يورانيوم ٢٣٥ أو بلوتونيوم ٢٣٩ توضع على شكل قطع صغيرة يتم تجميعها أليا لتصبح أكبر من الكتلة الحرجة
- مصدر لفضائف النيوترون مثل البريليوم
- مادة تعوق هروب النيوترونات مثل الجرافيت

قدرة القنبلة الإنشطارية على التدمير :-

- ١- قوة الانفجار : تؤدى لحدوث تضاعفات وتخلخلات عالية فى مركز الانفجار
- ٢- حرارة الإشعاع : تصل الى ١٠ مليون درجة فى مركز الانفجار
- ٣- انبعاث أشعة جاما
- ٤- مواد مشعة متخلفة عن الانفجار



ثانيا :- القنبلة الإندماجية (الهيدروجينية)

الأساس العلمى :- احدثت تفاعل اندماجى بين أنوية الهيدروجين بواسطة الطاقة الناتجة عن تفاعل انشطارى متسلسل علل ← تحتوى القنبلة الإندماجية على قنبلة انشطارية ← تستخدم كمفجر لتوليد الطاقة الحرارية العالية اللازمة لبدء التفاعل الإندماجى بين أنوية الهيدروجين

أسباب تفوق القنبلة الإندماجية فى التدمير :-

- ١- الحرارة الناتجة أعلى بكثير من القنبلة الإنشطارية
- ٢- قوة الانفجار وحدث تضاعفات وتخلخلات عالية فى مركز الانفجار
- ٣- انبعاث أشعة جاما (لإحتوائها على قنبلة انشطارية)
- ٤- مواد مشعة متخلفة عن الانفجار

ملحوظة : للوقاية من الإشعاعات الذرية المتسربة يجب اللجوء الى المخابئ الذرية

المخابئ الذرية :- مخابئ ذات حوائط خرسانية سميكة توجد على أعماق بعيدة عن سطح الأرض

حلمی

www.mrashraf.com

! ایشرف