مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

الوحـــــدة السابعـة
الفيزيـاء النوويـة
Nuclear Physics

لها أهمية كبيرة في مجالات السلم مثل توليد الطاقة الكهربية/ علاج مرضى السرطان والحروب في صنع القنابل الذرية والهيدروجينية.

مكوناتها

(١) النـــــواة:
موجبة الشحنة لوجود البروتونات وتتركز فيها كتلة الذرة.

(٢) الإلكترونات:
سالبة الشحنة وتدور حول النواة.

وفي هذه الوحدة سنتعرف على تركيب النواة وطاقتها واستخداماتها.

تركيب النواة:

ظهرت نظريات عديدة لمحاولة تفسير تركيب النواة قديماً و حديثاً ومنها:

(١) نظرية البروتون- الإلكترون (P-e)

ظهرت في بداية القرن العشرين قبل اكتشاف النيوترون.

فـروض النظريـة:

أ) النواة تحتوي على عدد من البروتونات مساو للعدد الكتلي للنواة.
ب) النواة تحتوي على عدد من الإلكترونات مساو للفرق بين العدد الكتلي والعدد الذري للنواة.

توضيـــح:

ذرة الأكسوجين $^{16}_{8}O$

العدد الكتلي ← 16
العدد الذري ← 8

تحتوي النواة على ١٦ بروتون يساوي العدد الكتلي لها، وعلي ١٦ _ ٨ = ٨ إلكترون

لماذا افترض العلماء وجود إلكترونات في النواة؟ ولماذا تغير الرأي الآن؟

ليفسروا خروج أشعة بيتا السالبة من النواة.

وتغير الرأي لسببين:

١)لأن الإلكترون المتحرك حسب معادلة دي برولي له طول موجي أكبر من أبعاد أي نواة.
٢)لاكتشاف النيترون.

اكتشاف النيترون:

أكتشف العالم شادويك وجود النيترون بتجربته الشهيرة في عام ١٩٣٥م وقد اعتمد على فكرة التصادم تام المرونة للأجسام المتصادمة.

فكـرة التجربـة:

قذف عنصر البريليوم بقذائف ألفا السريعة فتنطلق النيوترونات حسب المعادلة:

جسيم ألفا + نواة بريليوم ← نواة كربون + نيوترون

$$^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

وقد اعتقد العلماء في البداية أن النيوترونات موجات كهرومغناطيسية طاقتها عالية جداً ولكن بتحليل التفاعل وحسب قانون بقاء العدد الكتلي (العدد الكتلي للمتفاعلات= العدد الكتلي للنواتج) يتضح أن النيوترون جسيم متعادل عدده الكتلي = ١

(٢) نظرية البروتون/ النيوترون(p-n)

ظهرت بعد اكتشاف النيوترون.

فروض النظرية:

أ) تتركب النواة من بروتونات موجبة ونيوترونات متعادلة الشحنة.

ب) عدد البروتونات والنيوترونات يمثل العدد الكتلي للنواة وتسمى البروتونات والنيوترونات بالنيوكلونات.

حيث: عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

توضيح:

ذرة الأكسوجين $^{16}_{8}O$

العدد الكتلي ← 16

العدد الذري ← 8

عدد البروتونات = ٨ (وأيضاً عدد الإلكترونات خارج النواة =٨ لأن الذرة متعادلة كهربياً)

عدد النيوترونات = ١٦ _ ٨=٨

وقد استطاعت النظرية تفسير النشاط الإشعاعي الطبيعي والصناعي للنواة وتفسير وجود النظائر.

النظائر:

لاحظ العلماء عند قياس الكتلة الذرية لبعض العناصر بطريقة دقيقة بأنها تحتوي على قيم كسرية أي أن ذرات العنصر الواحد لا تكون متساوية في الكتلة وباستخدام جهاز مطياف الكتلة ظهرت لبعض العناصر خطوط طيف على لوح فوتوغرافي يساوي عددها عدد نظائر العنصر.

النظائر:

هي أنوية لنفس العنصر تتشابه في عدد البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات.

أو: هي وجود العنصر الواحد في عدة صور تتشابه في أعدادها الذرية وتختلف في أعدادها الكتلية.

أمثلة:

نظائر الهيدروجين:	$^{1}_{1}H$ بروتون	$^{2}_{1}H$ ديوترون	$^{3}_{1}H$ تريتيوم
عدد البروتونات =	١	١	١
عدد النيوترونات=	١	١	١

نظائر الكربون=	$^{11}_{6}C$	$^{12}_{6}C$	$^{13}_{6}C$	$^{14}_{6}C$
عدد البروتونات:	٦	٦	٦	٦
عدد النيوترونات:	٥	٦	٧	٨

النشـــــــاط الإشعاعـــي

اكتشاف النشاط الإشعاعي:

١) اكتشفها العالم الفرنسي بيكريل عندما لاحظ انبعاث إشعاعات من أملاح اليورانيوم كما لاحظ خاصية توهج الأملاح عند تعرضها للضوء وأيضاً قدرة الأشعة على تفريغ الأجسام المشحونة كهربياً.

٢) بعد ذلك اكتشفت العالمة مدام كوري وزوجها بييركوري عناصر مشعة مثل البولونيوم ثم الراديوم $^{226}_{88}Ra$ وهم من أهم العناصر المشعة.

تفسير الظاهرة:

١) العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم / الراديوم/ البلوتونيوم نلاحظ اختلاف كبير في عدد النيوترونات عن عدد البرتونات داخل أنوية ذراتها:

مثـــال الراديـــــوم $^{226}_{88}Ra$

عدد البروتونات = ٨٨

عدد النيوترونات = ٢٢٦ ــ ٨٨=١٣٨

٢) هذا الاختلاف يؤدي إلى عدم استقرار النواة لأن النواة تميل بشكل طبيعي إلى أن يكون عدد البرتونات فيها مساوي لعدد النيوترونات.

٣) لذلك تميل الذرات إلى التخلص من هذه الزيادة في عدد النيوكلونات بانبعاث جسيمات وأشعة من هذه الأنويه ويعرف هذا بالنشاط الإشعاعي الطبيعي للمواد المشعة.

ظاهرة النشاط الإشعاعي:

هي عملية التحول التلقائي لأنويه ذرات العناصر غير الثابتة أو المشعة إلى أنويه ذرات عناصر أخرى عن طريق انبعاث نوع معين من الإشعاع.

وقد تمكن العلماء من معرفة مكونات النشاط الإشعاعي حيث تنقسم إلى ثلاثة أنواع هي:

[١] أشعة (جسيمات) ألفا (α):

عبارة عن جسيمات مشحونة مكونة من نواة ذرة الهيليوم $^{4}_{2}He$ تحمل شحنة كهربية موجبة تساوي ضعف شحنة الإلكترون، وهي تحتوي على ٢ بروتون و ٢ نيترون.

ما يحدث عند انبعاث أشعة ألفا من نواة عنصر مشع

هو التحول إلى عنصر آخر يقل عدده الذري (شحنته) بمقدار ٢ ويقل عدده الكتلي (كتلته) بمقدار ٤ عن العنصر المشع.

مثـــــــــــــال:

تحول الراديوم إلى الرادون بانبعاث أشعة ألفا.

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$$

خواصهـا:

١) قدرتها ضعيفة على اختراق الأجسام لكبر كتلتها.
٢) قدرتها عالية على التأيين لكبر شحنتها.
٣) تتـأثر بالمجـالات الكهربيـة والمغناطيسـية لشـحنتها الموجبـة فتنحـرف عنـد مرورهـا فـي المجالات.

[٢] أشعـة (دقائق) بيتـا (β):

هي دقائق صغيرة مشحونة بشحنة مساوية لشحنة الإلكترون ولها نفس كتلة الإلكترون.

أنواعهـا:

أ) دقائق بيتا السالبة (β^-) أي إلكترون شحنته – ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$كولوم.

ب)دقائق بيتا الموجبة (β^+) أي بوزيترون شحنته + ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$كولوم.

تفسير انبعاث أشعة بيتا من النواة.

النواة لا تحتوي على إلكترونـات ولـذلك فـإن انبعـاث أشـعة بيتـا إنمـا يحـدث نتيجـة لتحـول نيتـرون إلـى بروتون أو العكس كما يلي:

أ)انبعاث الإلكترون (β^-):

يحدث لتحول نيترون في النواة إلى بروتون وإلكترون وجسم متعادل يسمى انتنيوترينو $\bar{\gamma}$.

$$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{+1}P + {}^{0}_{-1}e + \bar{\gamma}$$

ب) انبعاث البوزيترون (β^+):

يحدث لتحول بروتون في النواة إلى نيوترون وبوزيترون وجسم متعادل يسمى نيوترينو γ.

$$^{1}_{+1}P \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + \gamma$$

ما يحدث عند انبعاث بيتا السالبة من نواة عنصر مشع

هو قلت عدد النيوترونات بمقدار (١) في النواة الجديدة ويزيد عدد بروتوناتها بمقدار (١) عن النواة الأصلية بينما يظل عدد الكتلة ثابت أي يزداد العدد الذري بمقدار (١).

يحدث عند انبعاث بيتا الموجبة من نواة عنصر مشع

زيداد عدد النيوترونات في النواة الجديدة بمقدار (١) عنها في النواة الأصلية ويقل عدد البروتونـات عن النواة الأصلية بمقدار (١) بينما يظل عدد الكتلة ثابت. أي يقل العدد الذري بمقدار (١).

خواصهـا:

١) قدرتها عالية على اختراق الأجسام لصغر كتلتها.
٢) لها قدرة على تأيين الغازات التي تمر بها ولكن بدرجة أقل من أشعة ألفا.
٣) تنحرف عند مرورها في المجالات الكهربية والمغناطيسية بزاوية انحراف أكبر من زاوية انحراف أشعة ألفا.

[٣] أشعة جامـا(ɣ):

هي موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية وتردد عالي وطول موجي قصير جداً.

تفسير خروج أشعة جاما من العنصر المشع

يحدث عندما تفقد نواة العنصر طاقة زائدة عن طاقة استقرارها أي يهبط مستوى طاقة النواة إلى مستوى أقل فتخرج أشعة جاما تحمل هذه الطاقة على هيئة فوتونـات طاقتها عاليـة وطولها الموجي قصير جداً ولذلك لا يتغير العدد الكتلي للعنصر أو العدد الذري لهُ.

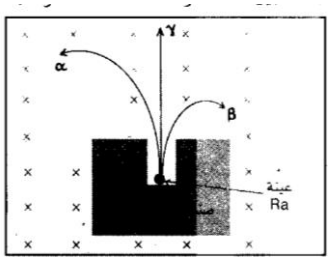
خواصهـا:

١) قدرتها هائلة جداً على اختراق الأجسام لكبر طاقتها.

٢) شديدة الخطورة عند سقوطها على الأجسام لأنها تتلف المادة الحية ولذلك تسمى بأشعة الموت.
٣) لا تنحرف عند مرورها في المجالات الكهربية والمغناطيسية لأنها غير مشحونة.
تمثل أشعة جاما جزء من الطيف الكهرومغناطيسي وهي تشبه في خواصها الأشعة السينية إلا أن طاقتها أكبر.

تأثير المجال المغناطيسي على مكونات النشاط الإشعاعي:

تجربــة:



١)نضع عينة من مادة مشعة مثل الراديوم داخل صندوق مقفل من الرصاص به نافذة لخروج الأشعة.
٢)تمر الأشعة خلال مجال مغناطيسي كما بالشكل ونلاحظ انحراف الأشعة.

الاستنتاج:

١) انحراف أشعة ألفا الموجبة عكس انحراف أشعة بيتا السالبة.
٢) لا تنحرف أشعة جاما لأنها متعادلة غير مشحونة.

التحليل الإشعاعي وعمر النصف:

عرفنا سابقاً أن بعض ذرات العناصر المشعة تتحول إلى ذرات عناصر أخرى طبيعياً وقد يحدث التحول صناعياً بقذفها بجسيمات أو أشعة ولذلك فإن أنوية العناصر المشعة تتحلل وتقل عدد النيوكلونات فيها وتختلف سرعة انحلال العناصر من مادة لأخرى ويعبر عن ذلك باستخدام مصطلح أطلق عليه أسم عمر النصف.

عمر النصف لعنصر مشع:

هو الزمن اللازم لتحلل نصف كمية المادة المشعة وتحولها لعنصر جديد بواسطة النشاط الإشعاعي.

العوامل التي يتوقف عليها عمر النصف لأي عنصر:

١) العدد الذري للعنصر.
٢) النشاط الإشعاعي للعنصر.

توضيــح:

١) عمر النصف للراديوم هو ١٦٠٠سنة، الرادون ٣.٢٨ يوم.
٢) لو يوجد ١٠٠جم مثلاً من الراديوم فبعد ١٦٠٠سنة تصبح ٥٠جم منه لأن ٥٠جم الأخرى تتحول إلى الرادون وبعد فترة ثانية تصبح ٢٥جم منه وهكذا.

قياس وحساب شدة النشاط الإشعاعي

يستخدم جهاز يسمى عداد جيجر لقياس شدة النشاط الإشعاعي:

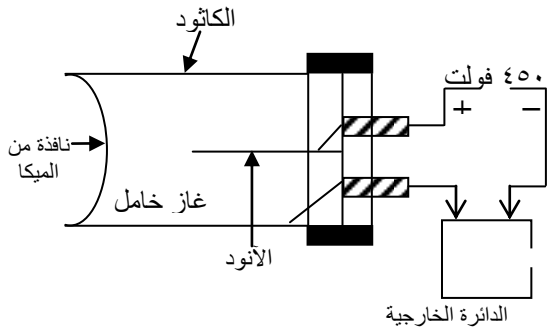
الأساس العملي لفكرة الكشف عن الأشعة:

الأشعة طاقتها عالية وعند مرورها في وسط مادي مثل الغازات فإنها تؤين ذرات الغازات إلى إلكترونات وأيونات موجبة فإذا أمكن الكشف عن الشحنة أو بتسجيلها أو قياسها أمكن بذلك الاستدلال على وجود الإشعاعات المؤينة ($\alpha - \beta - \gamma$)وهذه هي الفكرة التي بنى عليها الكثير من كواشف الإشعاع مثل عداد جيجر.

عـــــداد (كشـــــاف) جيجـر

تركيبــه:

١) أسطوانة معدنية مقفلة من الجانبين بأحد وجهيها نافذة من الميكا تسمح بنفاذ الأشعة المنبعثة من العنصر المشع.
٢) تمـــلأ الأســـطوانة بغـــاز خامـــل (الأرجون).



٣) يمر في وسطها سلك معدني دقيق معزول عن جدرانها يتصل بموجب البطارية فيعمل كآنود.
٤) تتصل جدران الأنبوبة بسالب البطارية فتعمل ككاثود وتوجد في الدائرة الخارجية مقاومة وعداد للنبضات الكهربية.

شرح عملـه:

١) عند نفاذ الأشعة الناتجة من عينة العنصر إلى الأسطوانة فإنها تؤين ذرات الغاز إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة ويتوقف هذا على شدة النشاط الإشعاعي.
٢) يجذب الأنود الإلكترونات بينما تجذب الكاثود (جدران الأنبوبة) الأيونات الموجبة.
٣) تتضاعف الأيونات نتيجة لتصادم الإلكترونات بذرات الغاز فيتولد تيار كهربي في صورة نبضات كهربية في الدائرة الخارجية يمكن حساب عددها بواسطة العداد وبالتالي معرفة كمية النشاط الإشعاعي.

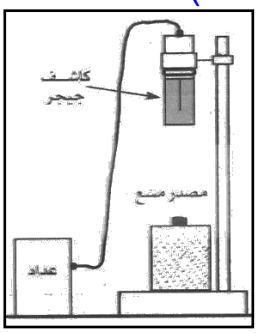
توجد نسبة من بخار كحول في الأسطوانة لامتصاص الفوتونات الزائدة فتمنع توليد إلكترونات ثانوية فيسجل العداد النبضات الناتجة من التأين بتأثير الإشعاع فقط،

وظيفة الجهاز:

الكشف عن الأشعة وتحديد كميتها والتمييز بين أنواعها المختلفة.

وهو يستخدم في المفاعلات الذرية وفي الأبحاث العلمية.

تعيين المنحنى المميز لكشاف جيجر (التجربة العملية التاسعة)

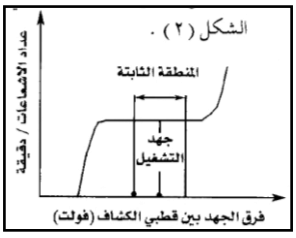


الأدوات:

١) كشاف جيجر مثبت على حامل خاص به.
٢) دائرة عد (عداد).
٣) مصدر فرق جهد كهربائي (٥٠٠/٢٥٠ فولت).
٤) مصدر مشع تخرج منه إشعاعات بيتا.
٥) ماسك يستخدم في تداول المصدر المشع أثناء التجربة كما في الشكل.

خطوات العمل:

١) صل كشاف جيجر بالمصدر الكهربائي وبالعداد.
٢) اترك الأجهزة تعمل لمدة خمس دقائق قبل البدء في القياس حتى تتلافى تأثير الحرارة.
٣) تأكد من سلامة الأجهزة قبل البدء في العمل وذلك بتشغيل العداد، لكي تقيس تردد المصدر العام للكهرباء بالمعمل (أو بالغرفة التي تجري فيها التجربة، ٥٠ ذبذبة في الثانية مثلاً).
٤) باستخدام الماسك ضع المصدر المشع على بعد (١٠سم) من الكشاف.
٥) ضع المصدر الكهربائي بحيث يغذي الكشاف بأقل قيمة لفرق الجهد (٢٥٠فولت).
٦) سجل عدد الإشعاعات بواسطة العداد خلال فترة زمنية مناسبة (حوالي ٤-٥دقائق).
٧) ارفع قيمة فرق الجهد في خطوات ثابتة وفي كل مرة سجل عدد الإشعاعات بالعداد (خلال نفس الفترة الزمنية) كما في بند (٦) حتى تصل بفرق الجهد إلى (٤٠٠-٤٥٠فولت).
٨) يجب أن يكون العداد والمصدر المشع ثابتين في موضعيهما طيلة فترة هذه القياسات.
٩) يجب وقف التجربة عند بدء ارتفاع الإشعاعات المسجلة بالعداد بعد فترة ثبوتها. حتى لا يتلف الكشاف.
١٠) ارسم العلاقة البيانية بين العدد المسجل في الدقيقة على المحور الصادي وفرق الجهد بين قطبي الكشاف (بالفولت) على المحور السيني.
١١) عين من الرسم المنطقة التي تثبت فيها قيمة عدد الإشعاعات المسجلة.
١٢) عين فرق الجهد المقابل لنقطة المنتصف.

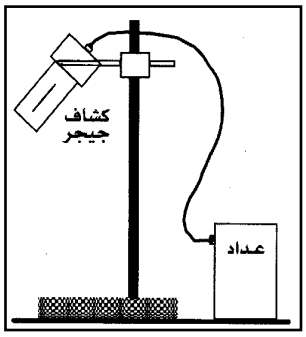


لهذه النقطة الثابتة فيكون هو جهد التشغيل الخاص بالكشاف كما في الشكل (٢).

استخدام كشاف جيجر لقياس النشاط الإشعاعي والكشف عن نوعه (التجربة العملية العاشرة)

الأدوات:

١-كشاف جيجر مثبت على حامل خاص به. ٢-دائرة عد (عداد).
٣-مصدر فرق جهد كهربائي.
٤-مصادر مشعة ثلاثة أحدهما يشع أشعة ألفا والثاني بيتا والثالث جاما.
٥-ماسك لتداول المصادر المشعة.
٦-رقائق مختلفة السمك من الألومنيوم والرصاص.
٦-قاعدة يوضع عليها المصدر المشع.
٧-أرفف يثبت عليها الألواح المختلفة من الورق، أو الألومنيوم، أو الرصاص كما في الشكل.



خطوات العمل:

أولاً: قياس النشاط الإشعاعي وتعيين كميته:

١) صل الكشاف بالعداد، وبمصدر الجهد الكهربائي.
٢) أترك الأجهزة تعمل لمدة من الزمن (١٠دقائق) حتى تتلافى تأثير التسخين، والحرارة.
٣) تأكد من سلامة الأجهزة بواسطة عد تردد المصدر العام للكهرباء بالمعمل (٥٠ذبذبة في الثانية مثلاً).
٤) أضبط مصدر فرق الجهد بحيث يغذي الكشاف بقيمة فرق جهد مساوية لجهد التشغيل الذي قمت بتعيينه في التجربة السابقة.
٥) سجل عدد الإشعاعات التي تصل الكشاف بدون وجود المصدر المشع الذي يراد قياسه أمام الكشاف، وذلك خلال فترة زمنية (٤-٥دقائق) وعلى فترات مختلفة قبل بدء التجربة حتى تتأكد من عدم وجود مصدر مشع آخر. اللهم إلا ما أتى من الأشعة الكونية.
- سجل هذا العدد لأهميته.
٦) ضع المصدر المشع المراد قياسه على بعد مناسب من الكشاف وسجل عدد الإشعاعات التي تصلهُ خلال فترة زمنية (٤-٥دقائق).
٧) عين عدد الإشعاعات المنبعثة من المصدر المشع في الثانية الواحدة بعد أن تطرح منه عدد الإشعاعات المسجلة في الثانية الواحدة والتي قيست بدون وجود المصدر في الخطوة رقم (٥).
٨) كرر الخطوتين رقم (٦ ، ٧) عدة مرات واحسب المتوسط الحسابي لهذه القيم، هذا المتوسط الحسابي لهذه القيم، هذا المتوسط الحسابي يدل على كمية الإشعاع المنبعثة من المصدر في الثانية الواحدة. أي على قوة المصدر.

ثانياً: التمييز بين الأنواع المختلفة للإشعاع:

١) ضع المصدر المشع الذي تنبعث منه إشعاعات ألفا فوق القاعدة الخاصة به على بعد معين من الكشاف.
٢) سجل عدد الإشعاعات المسجلة بالعداد في فترة زمنية معينة (٤-٥دقائق).
٣) ضع لوح رقيق من الورق فوق المصدر المشع على أحد الأرفف المخصصة لذلك.
٤) سجل عدد الإشعاعات التي تصل الكشاف بواسطة العداد في نفس الفترة الزمنية التي قيست في الخطوة السابقة (٤-٥دقائق).
- لاحظ أن هذا العدد قد قلّ بنسبة كبيرة جداً عنه في الخطوة (١) مما يدل على أن معظم إشعاعات ألفا المنبعثة من المصدر المشع قد امتصت في لوح الورق وهذا يدل على عدم قدرة أشعة ألفا على النفاذ، والاختراق خلال المواد.
٥) استبدل مصدر ألفا المشع بمصدر آخر يشع أشعة بيتا.
٦) ضع هذا المصدر على نفس المسافة.

- سجل عدد أشعة بيتا التي تصل الكشاف في فترة زمنية معينة (٤-٥دقائق).

٧) ضع لوح رقيق من الورق بين المصدر والكشاف.

- لاحظ أن تأثيره في تقليل عدد الإشعاعات التي تخترقه ليس كبيراً مثل تأثيره في حالة إشعاعات ألفا.

٨) استبدل اللوح الورقي بألواح مختلفة السمك من مادة الألومنيوم.

- لاحظ أنه كلما زاد السمك قلت الإشعاعات التي تخترقه بنسبة كبيرة؛ حيث تمتص في ألواح الألومنيوم من ذلك.
- يُستنتج من ذلك أن أشعة بيتا لها قدرة على النفاذ خلال المواد أكبر من تلك التي تتميز بها أشعة ألفا.

٩) استبدل ألواح الألومنيوم بألواح من الرصاص ذات سمك مختلف.

١٠) لاحظ فاعليتها في تقليل نسبة إشعاعات جاما التي تنفذ منها.

الاستنتاج:

١)يستخدم عداد جيجر في قياس كمية النشاط الإشعاعي.

٢)يستخدم أيضاً في قياس كمية الإشعاع وعن طريقة يمكن التمييز بين الأنواع المختلفة للأشعة.

٣)قدرة أشعة جاما أكبر في النفاذ خلال المواد من أشعة ألفا وأشعة بيتا.

طاقة الربط النووية:

عرفنا سابقاً أن نواة الذرة تتركب من بروتونات ونيوترونات (نيوكلونات) وقد أفادت نتائج القياسات الدقيقة للكتل الذرية بأن كتلة النواة كوحدة متكاملة أقل من مجموع كتل مكوناتها عندما تكون كل منها على انفراد.

∴يوجد فرق في الكتلة بين مجموع كتل مكوناتها منفردة وكتلة النواة مجتمعة أي الفعلية ويتحول هذا الفرق إلى طاقة تربط مكونات النواة وتسمى بطاقة الربط النووية ويمكن حسابها من قانون اينشتاين: **طاقة الربط النووية = ك × ع²** جول

حيث (ك) الفرق في الكتلة = كتلة مكونات النواة منفردة - كتلة مكونات النواة مجتمعة

(الكتلة الحسابية) ⟵ (الكتلة الفعلية)

ع سرعة الضوء ٣ × ١٠^{٨} م/ث

توضيح: نواة الديوترون $_{1}^{2}H$

تحتوي على بروتون واحد ونيوترون واحد.

كتلة مكونات النواة (الكتلة الحسابية) = عدد البروتونات × كتلتها+عدد النيوترونات× كتلتها

= ١ × ١.٠٠٧٨ + ١× ١.٠٠٨٧

= ٢.٠١٦٥ و.ك.ذ (وحدة كتل ذرية)

كتلة نواة الديوترون مجتمعة (الكتلة الفعلية) = ٢.٠١٤١ و.ك. ذ

∴ الفرق في الكتلة (ك) = ٢.٠١٦٥ – ٢.٠١٤١ =٠.٠٠٢٤ و.ك.ذ

∵ط = ك × ٩٣١

∴ط = ٠.٠٠٢٤ × ٩٣١

ط = ٢.٢٣ مليون إلكترون فولت

أي أن تكوين نواة الديوترون من اتحاد بروتون مع نيوترون تخرج كمية من الطاقة تبلغ قيمتها ٢.٢٣م.أ.ف هذه الطاقة تساوي الشغل اللازم بذلة لتفتيت نواة الديوترون إلى مكوناتها أو أزيد قليلاً.

طاقة الربط النـووي:

هي الطاقة اللازمة لربط مكونات النواة.

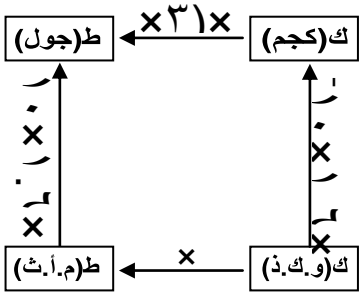
أو هي الطاقة اللازم إعطاؤها لمكونات النواة لفصلها تماماً عن بعضها.

١) تعتبر طاقة الربط مقياس لمدى ترابط النواة واستقرارها ولولاها لتفكك الكون ولم يتماسك.
٢) عند تحلل النواة طبيعياً أو صناعياً تخرج الطاقة من النواة على شكل أشعة جاما وغيرها.

كيفية حساب طاقة الربط النووي في المسائل:

١) نحسب عدد النيوترونات في النواة: عدد النيوترونات = العدد الكتلي – العدد الذري.
٢) نحسب كتل مكونات النواة منفردة:
الكتلة الحسابية = عدد البروتونات × كتلتها + عدد النيوترونات × كتلتها.
٣) نحسب الفرق في الكتلة: ك= الكتلة الحسابية – الكتلة الفعلية (و. ك. ذ)
٤) نحسب طاقة الربط النووي كما يلي:
أ) أما نعوض في العلاقة: ط = ك × ٩٣١ (م.أ.ف)
ط = ك × ٩٣١× ١.٦ × ١٠$^{-١٣}$ (جول)
حيث (١م . أ . ف = ١٠$^{-٦}$ أ.ف = ١٠$^{-٦}$× ١.٦ ×١٠$^{-١٩}$جول = ١.٦ ×١٠$^{-١٣}$جول)
ب) أو نعوض في العلاقة ط = ك × ع^{٢} حيث نحول ك (و.ك.ذ) إلى ك (كجم) بالضرب × ١.٦٦ × ١٠$^{-٧}$ كجم

متوسط طاقة الربط للنيوكلون الواحد =
والرسم المقابل يمثل خريطة التحويلات.



مثـال(١):

احسب طاقة الربط النووي لذرة الهيليوم ^{4}He علماً بأن كتلة البروتون ١.٠٠٧٨ و.ك.ذ، كتلة النيوترون ١.٠٠٨٧ و.ك.ذ، كتلة نواة الهيليوم ^{2} ٤.٠٠٢٦ و.ك.ذ. ثم احسب متوسط طاقة الربط لكل نيوكلون.

الإجابة النموذجية :

عدد البروتون = ٢ لأن (العدد الذري = ٢)
عدد النيوترونات = ٤-٢ = ٢ نيوترون.
(١) الفرق في الكتلة (ك) = الكتلة الحسابية – الكتلة الفعلية.
= (٢× ١.٠٠٧٨ +٢× ١.٠٠٨٧) - ٤.٠٠٢٦
∴ ك = ٤.٠٣٣٠ – ٤.٠٠٢٦ = ٠.٠٣٠٤ و.ك.ذ
∵ ط = ك × ٩٣١
∴ ط = ٠.٠٣٠٤ ×٩٣١ = ٢٨.٣ م.أف
= ٢٨.٣ × ١.٦ ×١٠$^{-١٣}$ = ٤٥.٢٨×١٠$^{-١٣}$ جول.

حل ثـــان: ك = ٠.٠٣٠٤ × ١.٦٦ ×١٠$^{-٢٧}$ = ٠.٠٥ × ١٠$^{-٢٧}$ كجم.
∴ ط = ك× ع^{٢}
∴ ط = ٠.٠٥ ×١٠$^{-٢٧}$ × (٣×١٠^{٨})^{٢}
ط = ٠.٠٥ × ١٠$^{-٢٧}$ ×٩ ×١٠^{١٦} = ٠.٤٥ × ١٠$^{-١١}$ = ٤٥ ×١٠$^{-١٣}$جول.

(٢) متوسط طاقة الربط للنيوكلون الواحد = $\frac{\text{ط}}{\text{العدد الكتلي}} = \frac{28,3}{4}$ = ٧.٠٧٥ م . أ . ف

مثـال(٢):

في أحد التفاعلات النووية الانشطارية تحولت كتلة ٥جم من المادة إلى طاقة احسب كمية الطاقة المكافئة بوحدة الجول- الإلكترون فولت.

الإجابة النموذجية :

ك = ٥جم = ٥ × ١٠$^{-٣}$كجم ع = ٣× ١٠^{٨}م/ث

∵ ط = ك × ع^{٢}

∴ ط = ٥ × ١٠$^{-٣}$× (٣×١٠^{٨})^{٢}

ط= ٥× ١٠$^{-٣}$ × ٩ × ١٠^{١٦} = ٤٥ × ١٠^{١٣} جول

ط = $\frac{45\times10^{13}}{1,6\times10^{-19}}$ = ٢٨.١٢٥ × ١٠^{٣٢} أ . ث

الانشطـار النـووي:

وجد أنهُ عند قذف نواة ذرة يورانيوم $^{235}_{92}u$ بنيوترون سريع جداً فإن نواة اليورانيوم تنشطر إلى نواتين هما الباريوم والكريبتون ويسمى ذلك بالإنشطار النووي ويصاحب ذلك انطلاق طاقة حيث يحدث نقص في الكتلة ناتج من أن كتل المواد الناتجة تقل عن كتل المواد الأصلية ويتحول الفرق في الكتلة إلى طاقة كبيرة حسب قانون اينشتاين.

توضيـح:

$$^{235}_{92}u + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + ^{1}_{0}n + \text{طاقـة}$$

عملية الانشطار النووي:

هو عمليـة انقسـام نـواة ثقيلـة إلـى نـواتين جديدتين أو أكثـر لهمـا عدد ذري أقل من النـواة الأصلية وانطلاق عدد من النيوترونـات ويصـاحب ذلك انطـلاق طاقـة نوويـة وجسيمات أوليـة أخرى مختلفة.

التفاعـل المتسلسـل:

يلاحظ من التفاعل السابق خروج ٣ نيوترونـات تستطيع بدورها القيام بتصـادمات جديدة تؤدي إلى انشطار عدد مساوي لها من أنويـه اليورانيوم فيتكون عدد مضـاعف من النـواتج (٩ نيوترون) تصبح مقذوفات جديدة وهكذا يستمر التفاعل في زمن قصير جداً يسمى بالتفاعل المتسلسل.

تعريفه:

هو سلسلة من التفاعلات الانشطارية تحدث في زمن قصير جداً.

النتائج المترتبة على التفاعل المتسلسل (التطبيقات):

١) أدى اكتشاف الانشطار النووي وخروج كمية هائلة من الطاقة إلى إنتاج القنبلة الذرية.

٢) كما أمكن التحكم في الطاقة الناتجـة في المفـاعلات النوويـة لاستخدامها بشكل سلمي في أغراض مختلفة.

الاندمــاج النـووي:

عمليـة عكسية للانشطـار النـووي حيث تنـدمج أنويـة صـغيرة لتكـوين نـواة كبيـرة مستقرة ويحدث هذا في وجود طاقة هائلة لحدوث الاندماج.

توضيـح:

$$^{2}_{1}He + ^{3}_{1}He \xrightarrow{\text{طاقة هائلـه}} ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + \text{طاقة هائلة جداً}$$

تعريفه

هو اتحاد نواتين صغيرتين غير مستقرتين لتكوين نواة أكبر أكثر استقراراً.

التطبيق العلمي على الاندماج النووي:

القنبلــة الهيدروجينيــة.

حيث توضح أنويه الهيدروجين داخل القنبلة في وعاء وبداخل القنبلة أيضاً قنبلة انشطارية ويبدأ تفجير القنبلة الهيدروجينية بتفجير القنبلة الانشطارية التي بداخلها أولاً فتتكون حرارة هائلة تعمل على الاندماج لآنويه الهيدروجين فيؤدي ذلك إلى انطلاق طاقة تدميرية هائلة (تعادل ٥٠ قنبلة انشطارية).

يشبه عمل القنبلة الهيدروجينية ما يحدث في الشمس حيث تندمج أنويه ذرات الهيدروجين متحولة لذرات هيليوم وتختزن طاقة هائلة تتحول إلى طاقة حرارية عالية تساعد على استمرار حرارة الشمس المتوهجة.

المفاعلات النووية السلمية:

هو تصميم يمكن التحكم فيه في الطاقة النووية الناتجة من التفاعلات النووية عن طريق التحكم في عملية الانشطار ومعدل حدوثها.

أهم التطبيقات على استخدام الطاقة النووية سلمياً:

١) توليد الطاقة الكهربية:

حيث تستخدم الطاقة النووية الناتجة في المفاعل في تسخين مياه البحر فتتحول إلى طاقة بخارية هائلة تدير توربين الذي يدير ملف المولد الكهربي فتتولد طاقة كهربية.

٢) تحلية مياه البحر:

حيث يؤدي تسخين مياه البحر المالحة وتحوله إلى بخار ماء (دون أن تتبخر جزيئات الملح المذابة فيه) وبتكثيف ذلك البخار تنتج المياه العذبة الصالحة للشرب والري.

٣) في الزراعة:

حيث تستخدم بعض النظائر المشعة الناتجة من المفاعل في اكتشاف درجة الامتصاص للأملاح الكلسية من التربة أو في القضاء على الحشرات الضارة.

٤) في الطب:

تستخدم بعض الإشعاعات النووية المخففة (كوبالت مشع) في علاج السرطان وتشخيص بعض الأمراض.

تعاريق

١)**الفيزياء النووية:** أحد فروع علم الفيزياء الحديثة ولها أهمية كبيرة في السلم والحروب.

٢) **تركيب النواة:**

أ) نظرية البروتون- الإلكترون (***P-e***) تنص على:

(١) النواة تحتوي على عدد من البروتونات مساو للعدد الكتلي للنواة.

(٢) النواة تحتوي على عدد من الإلكترونات مساو للفرق بين العدد الكتلي والعدد الذري للنواة وقد ظهرت قبل اكتشاف النيوترونات لتفسير انبعاث أشع بيتا من النواة.

ب) نظرية البروتون - النيوترون (***P-n***) تنص على:

(١) تتركب النواة من بروتونات موجبة ونيوترونات متعادلة الشحنة.

(٢) عدد البروتونات والنيوترونات يمثل العدد الكتلي للنواة وتسمى بالنيوكلونات.

وقد ظهرت حديثاً بعد اكتشاف النيوترون واستطاعت تفسير النشاط الإشعاعي والنظائر.

٣)**اكتشاف النيوترون:**اكتشفه العالم شادويك واعتمد على فكرة التصادم تام المرونة.

$$^{141}_{56}Be + {}^{14}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

٤)**النظائر:** هي أنوية لنفس العنصر تتشابه في عدد البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات.

٥)**ظاهرة النشاط الإشعاعي:** هي عملية التحول التلقائي لأنوية ذرات العناصر المشعة إلى أنوية ذرات عناصر أخرى عن طريق انبعاث نوع معين من الإشعاع.

٦)**مكونات النشاط الإشعاعي (٣) أنواع:**

(١)**جسيمات ألفا (α):** عبارة عن نواة هيليوم موجبة $^{4}_{2}He$

(٢)**رقائق بيتا (β):** عبارة عن إلكترون سالب (β) أو إلكترون موجب يسمى بوزيترون (β^{+})

(٣)**أشعة جاما (γ):** عبارة عن موجات كهرومغناطيسية طاقتها عالية وترددها عالي وطولها الموجي قصير جداً.

٧)**عمر النصف لعنصر مشع:** هو الزمن اللازم لتحلل نصف كمية المادة المشعة وتحولها لعنصر جديد بواسطة النشاط الإشعاعي.

ويتوقف عمر النصف للعنصر على (١) العدد الذري لهُ. (٢) النشاط الإشعاعي لهُ.

٨) **عداد جيجر:** جهاز للكشف عن الأشعة وتحديد كميتها والتمييز بين أنواعها المختلفة، وهو يستخدم في المفاعلات الذرية / الأبحاث العلمية.
٩) **طاقة الربط النووية:** هي الطاقة اللازمة لربط مكونات النواة أو هي الطاقة اللازم إعطاؤها لمكونات النواة لفصلها تماماً عن بعضها، وهي مقياس لاستقرار أنواة وتماسك الكون وعدم تفككه.
١٠) **الإنشطار النووي:** هو عملية انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين جديدتين أو أكثر لهما عدد ذري أقل من النواة الأصلية وانطلاق عدد من النيوترونات ويصاحب ذلك انطلاق طاقة نووية وجسيمات أولية أخرى مختلفة.
١١) **التفاعل المتسلسل:** هو سلسلة من التفاعلات الانشطارية تحدث في زمن قصير جداً.
١٢) **التطبيقات على التفاعل المتسلسل:** (١) إنتاج القنبلة الذرية.
(٢) المفاعلات النووية السليمة
١٣) **الاندماج النووي:** هو اتحاد نواتين صغيرتين غير مستقرتين لتكوين نواة أكبر أكثر استقراراً.
١٤) **التطبيق على الاندماج النووي:** القنبلة الهيدروجينية.
١٥) **المفاعلات النووية السليمة:** هو تصميم يمكن التحكم فيه في الطاقة النووية الناتجة من التفاعلات النووية عن طريق التحكم في عملية الإنشطار ومعدل حدوثها.
١٦) **التطبيقات على استخدام الطاقة النووية سليماً:**
(١) توليد الطاقة الكهربية. (٢) تحلية مياه البحر.
(٣) في الزراعة. (٤) في الطب.

القوانين

(١) حساب طاقة الربط النووي:
أ) النقص في الكتلة (ك) = وزن مكونات النواة منفردة - وزن النواة مجتمعة.
(الكتلة الحسابية) (الكتلة الفعلية)
ك = (عدد البروتونات× كتلتها + عدد النيوترونات× كتلتها) – الكتلة الفعلية. (مثال١)
ب) طاقة الربط النووية = ك × ٩٣١ م. أ . ف
ط = ك × ٩٣١ × ١.٦ × ١٠$^{-١٣}$ جول
ج) أو ط = ك × ع^{٢}جول (مثال٢)
كجم م/ث

(٢) حساب متوسط طاقة الربط النووي لكل نيوكلون:
متوسط الطاقة لكل نيوكلون = طاقة الربط النووي / عدد النيوكلونات

تعليلات:

	الحقيقة العلمية	التعليل (التفسير)
١	افترض العلماء قديماً وجود إلكترونات بالنواة ثم تغير الرأي حديثاً.	ليفسروا خروج أشعة بيتا من النواة. وتغير الرأي لاكتشاف النيوترون ولأن الطول الموجي للإلكترون أكبر من أبعاد أي نواة.
٢	تتشابه النظائر في أعدادها الذرية وتختلف في أعدادها الكتلية.	لأنها تتشابه في عدد البروتونات المسئول عن العدد الذري وتختلف في عدد النيوترونات وهو جزء من العدد الكتلي.
٣	خروج إشعاعات من العناصر المشعة (الثقيلة)	يرجع ذلك لزيادة عدد النيوترونات بانويتها عن عدد البروتونات فتصبح النواة غير مستقرة ولذلك تميل ذرات العناصر إلى التخلص من هذه ا لزيادة بانبعاث جسيمات وأشعة من أنويتها.
٤	تأثر اشعة الفا وبيتا بالمجالات الكهربية والمغناطيسية بينما لا	يرجع ذلك لانها مشحونة فتتأثر بالمجالات بينما لا تتأثر أشعة جاما لأنها غير مشحونة.

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
	تتأثر أشعة جاما.	
٥	قدرة أشعة جاما أكبر في الاختراق من أشعة بيتا وألفا	لكبر طاقتها عن أشعة ألفا وبيتا.
٦	عند انبعاث بيتا السالبة من نواة عنصر مشع يتحول إلى عنصر جديد يزيد عدده الذري بمقدار ١ عن العنصر المشع.	لأن بيتا السالبة تنتج من تحول نيترون إلى بروتون بالنواة فيظل عدد الكتلة ثابت بينما يزداد العدد الذري بمقدار (١)
٧	عند انبعاث بوزيترون من نواة عنصر مشع يتحول إلى عنصر جديد يقل عدده الذري لمقدار ١ عن العنصر المشع.	لأن البوزيترون ينتج من تحول بروتون إلى نيوترون بالنواة فيظل عدد الكتلة ثابت بينما يقل العدد الذري بمقدار (١)
٨	خروج أشعة جاما من العنصر المشع	لأنها تحمل الطاقة الزائدة عن طاقة استقرار النواة.
٩	اختلاف عمر النصف للعناصر المشعة.	لأنها تختلف حسب العدد الذري للعنصر وحسب النشاط الإشعاعي للعنصر.
١٠	وجود نسبة من بخار كحول في عداد جيجر.	لامتصاص الفوتونات الزائدة فتمنع توليد إلكترونات ثانوية فيسجل العدد النبضات الناتجة من التأين بتأثير الإشعاع فقط.
١١	كتلة النواة كوحدة متكاملة اقل من مجموع كتل مكوناتها منفردة.	لتحول الفرق في الكتلة إلى طاقة تربط مكونات النواة وتسمى بطاقة الربط النووية.
١٢	وجود قنبلة انشطارية داخل غلاف القنبلة الهيدروجينية.	حتى تنفجر فتتكون حرارة هائلة تعمل على اندماج أنوية الهيدروجين فيؤدي ذلك إلى انطلاق طاقة تدميرية هائلة.

المقارنة بين

وجه المقارنة	أشعة ألفا (α)	أشعة بيتا (β)	أشعة جاما (γ)
١- طبيعتها.	انوية ذرات هيليوم $_{2}^{4}He$	$_{-1}^{0}e$ أو موجبة $_{+1}^{0}e$	موجات كهرومغناطيسية طاقتها عالية وطولها الموجي قصير جداً
٢- شحنتها	موجبة تساوي ضعف شحنة الإلكترون	مساوية لشحنة الإلكترون	متعادلة كهربياً (غير مشحونة)
٣- قدرتها على اختراق الأجسام	ضعيفة	عالية	عالية جداً
٤- تأثرها بالمجالات الكهربية والمغناطيسية	تنحرف بقوة كبيرة	تنحرف بقوة اقل	لا تنحرف لانها متعادلة

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

أجب عن جميع الأسئلة الآتية:

س١/ أملأ الفراغات في العبارات الآتية:

١)كلما كان الفرق بين عدد النيوترونات في النواة أكبر من عدد..... تعتبر النواة نشطة إشعاعياً.

٢)أشعة جاما هي..... ذات تردد عالي وطول موجي قصير جداً وطاقة هائلة.

٣)تستخدم بعض النظائر المشعة في الزراعة وذلك من أجل.....

٤)تكون مجموع كتل مكونات النواة من النيوكلونات..... من كتلة النواة مجتمعه ويتحول هذا النقص في الكتلة إلى طاقة ربط نووية.

ج١/ (١) البروتونات.
(٢) موجات كهرومغناطيسية.
(٣) اكتشاف درجة الامتصاص للأملاح الكلية من التربة والقضاء على الحشرات.
(٤) أكبر.

س٢/ ضع علامة(□) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (⊙) أمام العبارة الخطأ في العبارات الآتية:

١) تنحرف أشعة جاما عند مرورها في مجال مغناطيسي في اتجاه معاكس لاتجاه انحراف أشعة بينا. (⊙)
٢) أشعة ألفا هي جسيمات مشحونة بشحنة موجبة مساوية لشحنة الإلكترون (⊙)
٣) يستخدم عداد جيجر لقياس شدة إشعاع المواد. (□)
٤) عند تعرض الغازات إلى مكونات النشاط الإشعاعي فإنها تتأين. (□)

س٣/ أي العبارتين الآتيتين تعبر عن التعريف الصحيح لعمر النصف لمادة مشعة؟
- هو الزمن اللازم لكي يتحلل نصف مكونات المادة المشعة.
- هو كمية المادة التي تبقى من هذه المادة بعد مرور نصف الزمن.

ج٣/ هو الزمن اللازم لكي يتحلل نصف مكونات المادة المشعة.

س٤/ اشرح تركيب وفكرة عمل عداد جيجر.

ج٤/ انظر

س٥/ احسب متوسط طاقة الربط النووية لنواة الكربون $^{14}_{6}C$ ، علماً بأن الكتلة الذرية للكربون هي ١٤ (و.ك. ذ) وكتلة البروتون ١.٠٠٧٨ (و.ك.ذ) وكتلة النيوترون هي ١.٠٠٨٧ (و.ك.ذ)

ج٥/ النقص في الكتلة (ك) = الكتلة الحسابية – الكتلة الفعلية.

∴ ك = (٦ ×١.٠٠٧٨+٨×١.٠٠٨٧) – ١٤
= (٦.٠٤٦٨ + ٨.٠٦٩٦) – ١٤
∴ ك = ١٤.١١٦٤ – ١٤= ٠.١١٦٤ و.ك.ذ
∵ ط = ك × ٩٣١
∴ ط = ٠.١١٦٤ × ٩٣١ = ١٠٨.٣٧ م.أ.ف

س٦/ ما هي أقل طاقة تلزم لتفكيك نواة نظير ذرة البورون $^{12}_{5}B$ ، إذا علمت أن كتلة الذرة ١٢.٠١٤٣ و.ك.ذ.

ج٦/ ك = الكتلة الحسابية – الكتلة الفعلية
= (٥×١.٠٠٧٨+٧ × ١.٠٠٨٧) – ١٢.٠١٤٣
= (٥.٠٣٩٠ + ٧.٠٦٠٩) – ١٢.٠١٤٣
ك = ١٢.٠٩٩٩ – ١٢.٠١٤٣ = ٠.٠٨٥٦ و.ك.ذ
∵ ط = ك × ٩٣١
∴ ط = ٠.٨٥٦ × ٩٣١ = ٧٩.٦٩ م. أ.ف

س٧/ ما التغير الذي يحدثه انبعاث جسيم ألفا من نواة ذرة اليورانيوم ٢٣٨ في كل من عددها الكتلي وعددها الذري؟

ج٧/ يقل عددها الكتلي بمقدار ٤ ويقل عددها الذري بمقدار ٢ وتتحول إلى عنصر حديد (الثوريوم).

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

تم التحميل من مدونة ملخصات الثانوية العامة

للمزيد قم بزيارة المدونة على الرابط التالي
https://ye-thirdsecondr.blogspot.com

ومدونة اقرا معي وتعلم على الانترنت على الرابط
https://aimn2013.blogspot.com