مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

تم تحميل الملخص من موقع ملخصات الثانوية العامة في اليمن للمزيد
قم بزيارة الموقع م الرابط التالي
https://ye-thirdsecondr.blogspot.com

# الـوحـدة الـرابـعـــة

# الطاقــة والتفـاعلات النـوويــة

# التـركيـب الــذري:

تتـركـــب الـــذرة مـــن :

١) مستويات طاقة خارجية توجد بها إلكترونات.

٢) نواة وهي تتوسط التركيب الذري وتتركز فيها كتلة الذرة وتحوي بداخلها نوعين من الجسيمات هما:

أ- جسيمات موجبة الشحنة تسمى بروتونات ${}^{1}_{1}P$.

ب- جسيمات متعادلة الشحنة تسمى نيوترونات ${}^{1}_{0}n$.

## العدد الذري :

**هو عدد البروتونات الموجبة الموجودة في نواة العنصر وهي تساوي عدد الإلكترونات أيضاً التي تدور حول النواة.**

**ملاحظة:** العدد الذري يكتب أسفل رمز العنصر.

## العدد الكتلي :

**هــو مجمـــوع أعــداد البروتونـات والنيوترونـات الموجودة بنواة الذرة.**

**العدد الكتلي = عدد البروتونات (العدد الذري) + عدد النيوترونات.**

**عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري .**

**ملاحظة:** العدد الكتلي يكتب أعلى العدد الذري.

## مثـــال :

ذرة الصوديوم: ${}^{23}_{11}Na$ ← العدد الكتلي

← العدد الذري

| رمز العنصر | العدد الكتلي | العدد الذري | عدد البروتونات | عدد الإلكترونات | عدد النيوترونات |
|---|---|---|---|---|---|
| ${}^{23}_{11}Na$ | 23 | 11 | 11 | 11 | 12 |

# اكتشاف النظائر:

عند قياس الكتلة الذرية لبعض العناصر بطريقة دقيقة لوحظ أنها تحتوي على قيم كسرية وهذا قاد العلماء إلى الافتراض أن ذرات العنصر الواحد قد لا تكون متساوية في الكتلة.

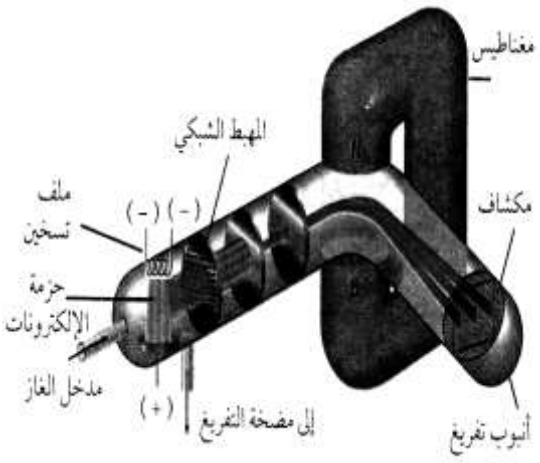
# طريقة فصل ذرات العنصر الواحد:

تمكن العالم استون عام ١٩١٩م من بناء جهاز لفصل الذرات على أساس اختلاف كتلتها وهذا الجهاز يعرف بمطياف الكتلة وتطور هذا الجهاز واستخدم أجهزة أخرى تمكن العلماء من التعرف على عدد نظائر العنصر الواحد وإيجاد كتلة كل نظير ولهذا تم الوصول إلى تفسير سبب وجود الكسور في الكتل الذرية للعناصر.

**وضح بالرسم تركيب مطياف الكتلة واشرح طريقة عمله، ثم اذكر المجالات التي يستخدم فيها.**

**طريقة عمل مطياف الكتلة:**

١) يُحول العنصر إلى أيونات موجبة في غرفة التأين.
٢) تمرر الأيونات الموجبة للعنصر على هيئة شعاع أفقي بين فتحتين ثم بين لوحين مجال كهربي فينحرف شعاع الأيونات نحو اللوح السالب.
٣) ثم يمر شعاع الأيونات خلال مجال مغناطيسي يكون متعامد على المجال الكهربي السابق.
٤) التحكم في المجال بحيث يتوقف مقدار انحراف الأيونات متخذة مسار دائري لتسقط على لوح فوتوغرافي حساس تظهر عليه في صور خطوط ومن ذلك يمكن حساب عدد النظائر والوزن الذري.




# استخدامات مطياف الكتلة:

١- تقدير الأوزان الذرية للعناصر.  ٢- تحديد عدد نظائر العنصر.

**ملاحظة** :

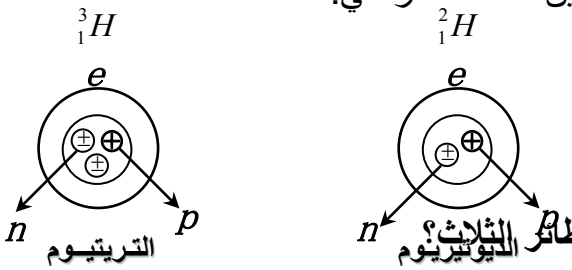
إذا كان للعنصر المستخدم نظائر يظهر عدد من الخطوط على اللوح الفوتوغرافي يساوي عدد نظائر العنصر .

## النظائر :

**هي ذرات العنصر الواحد التي لها العدد الذري نفسه ولكنها تختلف في أعدادها الكتلية.**

**مثال** :

للهيدروجين ثلاثة نظائر هي:




**ما هو مدى التشابه والاختلاف في النظائر الثلاث؟**

* **مدى التشابه:** تتشابه النظائر الثلاث في :

أ- عدد البروتونات.  ب - عدد الإلكترونات.

* **مدى الاختلاف هو:** اختلاف العدد الكتلي بسبب اختلاف عدد النيوترونات في أنوية النظائر الثلاث.

# طريقة حساب الكتلة الذرية للعنصر الذي له نظائر:

١) معرفة العدد الكتلي لكل نظير ونسبة وجوده.
٢) استخدام العلاقة الآتية لإيجاد الكتلة الذرية للعنصر.

$$\text{الكتلة الذرية للعنصر} = \frac{\text{العدد الكتلي للنظير الأول} \times \text{نسبة وجوده} + \text{العدد الكتلي للنظير الثاني} \times \text{نسبة وجوده} + \ldots}{\text{مجموع النسب}}$$

## مثـــال :

**احسب الكتلة الذرية لعنصر النيون الذي له ثلاثة نظائر هي:**

$^{20}_{10}Ne$ $^{21}_{10}Ne$ $^{22}_{10}Ne$

وقد وجد أن نسب وجودها في عينه من النيون هي (٩٠% ، ٠.٢٧% ، ٩.٧٣%) على الترتيب.

### الإجابة النموذجية :

$$\text{الكتلة الذرية للعنصر} = \frac{\text{العدد الكتلي للنظير الأول} \times \text{نسبة وجوده} + \text{العدد الكتلي للنظير الثاني} \times \text{نسبة وجوده} + \ldots}{\text{مجموع النسب}}$$

$$\text{الكتلة الذرية للعنصر النيون} = \frac{٢٠ \times ٩٠ + ٢١ \times ٠.٢٧ + ٢٢ \times ٩.٧٣}{٩٠ + ٠.٢٧ + ٩.٧٣}$$

$$= \frac{٢٠١٩.٧٣}{١٠٠} = ٢٠.١٩٧٣ \text{ و. ك. ذ}$$

**ملاحظات :**

* نظائر العنصر الواحد تتشابه في الخواص الكيميائية بسبب تشابهها في عدد الإلكترونات ونظام توزيعها حيث إن الإلكترونات هي المسئولة عن الخواص الكيميائية.
* نظائر العنصر الواحد مختلفة في التفاعلات النووية بسبب اختلاف أنوية ذرات النظائر.
* نظائر العنصر الواحد تتفق في الخواص الكيميائية وتختلف في الخواص الفيزيائية مثل الكتلة.

أنـواع النظـائـر

نظائر مشعة:

هي النظائر ذات الأنوية غير المستقرة ويخرج منها جسيمات مثل ألفا ، بيتا، أشعة جاما.

**مثال:**

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

يورانيوم — جسيم ألفا

نظائر غير مشعة:

هي النظائر ذات الأنوية المستقرة ولا يصدر منها أي إشعاعات إلا بطريقة صناعية عن طريق المفاعلات النووية.

**مثال:**

$$^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{28}_{13}Al + \text{أشعة جاما}$$

نيوترون — غير مشع — مشع

# التفاعلات النووية:

قبل أن نتعرض للتفاعلات النووية لا بد من التعرف على أهم الفروق بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية ويوضح ذلك الجدول الآتي:

| التفاعلات الكيميائية | التفاعلات النووية |
|---|---|
| ▪ تتم عن طريق إلكترونات الأعلفه الخارجية للذرات دون المساس للنواة. | ▪ تتم عن طريق انويه درات العناصر. |
| ▪ لا يمكن بواسطتها تحويل العنصر إلى عنصر آخر. | ▪ يمكن بواسطتها تحويل العنصر إلى عنصر آخر (لماذا) بسبب تكوين أنوية جديدة. |
| ▪ الطاقه المصاحبه للتفاعل محدودة. | ▪ الطاقه المصاحبه للتفاعل هائله ولذا تستخدم التفاعلات النووية كإحدى البدائل الهامة للطاقة (علل). |
| ▪ تمثل التفاعلات الكيميائيه بمعادلات كيميائية موزنة وفقاً لقانون بقاء الكتلة. | ▪ تمثل التفاعلات النووية بمعادلات موزنه وفقاً لقانون بقاء الكتلة والطاقة وقانون بقاء العدد الكتلي والذري. |
| ▪ تتم تحت ظروف هينه من درجات الحرارة. | ▪ تتم تحت ظروف شديدة بطريقتين:<br>أ- قذف نواة العنصر بقذائف نووية.<br>ب- رفع درجة حرارة الذرات المتفاعلة إلى ملايين الدرجات. |
| ▪ تتشابه نظائر العنصر الواحد في تفاعلاتها الكيميائية وتعطي نواتج واحدة. | ▪ تختلف نظائر العنصر الواحد في تفاعلاتها النووية وتعطي نواتج مختلفة. |
| ▪ المخاطر الناتجه عنها قليله ويمكن معالجتها والسيطرة عليها. | ▪ المخاطر الناتجه عنها كبيرة جدا ويصعب معالجتها والسيطرة عليها. |
| ▪ معدل سرعه التفاعل تتاثر بالضغط ودرجة الحرارة والتركيز وجود الحفاز. | ▪ لا تتاثر التفاعلات النووية بالضغط والحرارة والتركيز وجود الحفاز. |

# معادلات التفاعلات النووية:

يطلق على مكونات النواة اسم نيوكليونات (***Nueuons***) أي جسيمات نووية ويشار إلى الذرة على أنها نوية (***Nuclide***) والتي تتحدد عن طريق معرفة عدد البروتونات والنيوترونات في النواة.

**مثـــال** :

يرمز لنواة الراديوم بالرمز: $^{228}_{88}Ra$

# كيفية كتابة المعادلة النووية :

**تعتمد كتابة المعادلة على :**

أ) استخدام الرموز التي تُظهر فيها العدد الكتلي والعدد الذري للأنوية المتفاعلة حيث يتم كتابة التفاعلات على جهة اليسار وكتابة النواتج على جهة اليمين.

ب) يفصل بينهما سهم ويوجد اختلاف في طريقة وزن المعادلات النووية حيث يتبع القوانين الآتية عند وزن المعادلات.

## (١) قانون بقاء العدد الكتلي الذي ينص على:

**(مجموع الأعداد الكتلية للجسيمات الداخلة في التفاعل = مجموع الأعداد الكتلية للجسيمات الناتجة).**

## (٢) قانون بقاء العدد الذري الذي ينص على:

**(مجموع الأعداد الذرية للجسيمات الداخلة في التفاعل = مجموع الأعداد الذرية للجسيمات الناتجة).**

## (٣) قانون بقاء الطاقة والكتلة الذي ينص على:

**(مجموع كتل وطاقات المواد المتفاعلة = مجموع كتل وطاقات المواد الناتجة من التفاعل).**

> ***ملاحظة:***
>
> عند تكملة المعادلة النووية ومعرفة وزنها لا بد من معرفة الجسيمات النووية والأشعة الناتجة أو المتفاعلة حيث إن الجدول الآتي يبين أهم الجسيمات والأشعة.

| اسم الجسيم أو الأشعة | ألفا | بيتا السالبة | بيتا الموجبة | البروتون | النيوترون | جاما |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الرمز: | ${}^{4}_{2}He$ | ${}^{0}_{-1}\beta$ | ${}^{0}_{+1}\beta$ | ${}^{1}_{1}P$ | ${}^{1}_{0}n$ | $\gamma$ |

**أمـثـلـــة** :

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

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

يورانيوم ثوريوم جسيم ألفا

## طاقة الترابط النووي وعلاقتها بالكتلة المفقودة:

**تعريف طاقة الترابط النووي:**
**"هي الطاقة اللازمة لربط مكونات النواة ببعضها البعض".**
**أو "هي الطاقة اللازمة لتفتيت مكونات النواة تفتيتاً تاماً".**

**ما هو مصدر طاقة الترابط النووي؟**

مصدر طاقة الترابط النووي هو وجود نقص في الكتلة عند تجمع مكونات النواة لتكوين الذرة يتحول إلى طاقة ترابط طبقاً لمعادلة اينشتين.

$$طا = ك \times ع^{٢}$$

حيث: طا = طاقة الترابط النووي.
ك = النقص في الكتلة (الوزن الضائع).
ع = سرعة الضوء ( ٣ × ١٠$^{٨}$ م/ث).

## كيفية حساب طاقة الترابط النووي:

١)نحسب مجموع كتل مكونات الذرة مقدرة بوحدة كتل ذرية (و.ك.ذ).
٢)نعين الكتلة الفعلية للذرة مقدرة بوحدة كتل ذرية (و. ك. ذ).
٣) نحسب مقدار النقص في الكتلة وهو يساوي مجموع كتل مكونات الذرة - الكتلة الفعلية.
٤)طاقة الترابط النووي = النقص في الكتلة × مربع سرعة الضوء.

**مـــلاحـظـــة :**
**يتم تحويل الكتلة الذرية إلى كيلو جرام لتكافئ وحدة الطاقة (جول).**
**أي** $\frac{\text{كجم}}{\text{ث}^{٢}\text{م}}$
**حيث إن كل وحدة كتل ذرية = ١.٦٦٠٥ × ١٠$^{-٢٧}$ كجم.**

## مثـــال :

احسب طاقة الترابط النووي لنواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ إذا علمت أن الكتلة الفعلية لنواة الهيليوم تساوي ٤.٠٠٢٦٠ و. ك. ذ وكتلة البروتون والنيوترون والإلكترون على التوالي هي: [ ١.٠٠٧٢٧٦ ، ١.٠٠٨٦٦٥ ، ٠.٠٠٠٥٤٨٦] (و. ك. ذ) .

## الإجابة النموذجية :

من رمز نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ نجد أن:

- عدد البروتونات = العدد الذري = ٢ بروتون.
- عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري = ٤ - ٢ = ٢ نيوترون.
- عدد الإلكترونات = العدد ا لذري = ٢ إلكترون.

**نوجد كتل الجسيمات الموجودة في ذرة الهيليوم**

- كتلـــة ٢ بـروتون = عدد البروتونات × كتلة البروتون الواحد.

- كتلة البروتونات = ٢ × ١.٠٠٧٢٧٦ = ٢.٠١٤٥٥٢ (و. ك. ذ).
- كتلة النيوترونات = عدد النيوترونات × كتلة النيوترون الواحد.
- كتلة النيوترونات = ٢ × ١.٠٠٨٦٦٥ = ٢.٠١٧٣٣٠ (و. ك. ذ)
- كتلة الإلكترونات = عدد الإلكترونات × كتلة الإلكترون الواحد
- كتلة الإلكترونات = ٢ × ٠٠٠.٥٤٨٦ = ٠.٠٠١٠٩٧ (و. ك. ذ).
- مجموع كتل جسيمات ذرة الهيليوم = ٢.٠١٤٥٥٢ + ٢.٠١٧٣٣٠ + ٠.٠٠١٠٩٧ = ٤.٠٣٢٩٧٩ (و. ك. ذ).
- مقدار النقص في الكتلة = مجموع كتل جسيمات الذرة - الكتلة الفعلية
  مقدار النقص في الكتلة = ٤.٠٣٢٩٧٩ - ٤.٠٠٢٦٠ = ٠.٠٣٠٣٧٩ (و. ك. ذ).
- تحول النقص في الكتلة الذرية المقدر بوحدة كتل ذرية إلى كيلو جرام.

حيث إن :

وحدة الكتل الذرية = ١.٦٦٠٥ × ١٠$^{-٢٧}$ كجم

∴ النقص في الكتلة الذرية مقدراً بالكجم = ٠.٠٣٠٣٧٩ × ١.٦٦٠٥ × ١٠$^{-٢٧}$ كجم

النقص في الكتلة الذرية مقدراً بالكجم = ٠.٠٥٠٤٤٦ × ١٠$^{-٢٧}$ كجم

طاقة الترابط النووي لنواة الهيليوم = النقص في الكتلة الذرية × مربع سرعة الضوء.

**= ٠.٠٥٠٤٤٦ × ١٠$^{-٢٧}$ × (٣ × ١٠$^{٨}$)$^{٢}$**

**طاقة الترابط النووي لنواة الهيليوم = ٤.٥٤ × ١٠$^{-١٢}$ جول**

**العلاقة بين طاقة الترابط النووي واستقرار النواة؟**

العلاقة بين طاقة الترابط النووي واستقرار النواة هي كلما زادت طاقة الترابط النووي زاد استقرار النواة وبذلك تعتبر طاقة الترابط النووي مقياس لمدى استقرار الأنوية.

## استقرار النواة وخاصية الإشعاع:

عرفنا أن استقرار النواة يعتمد على طاقة الترابط النووي فكلما زاد طاقة الترابط النووي زاد استقرار النواة.

وللتعرف على مدى استقرار الأنوية المختلفة للعناصر يتم حساب متوسط طاقة الربط النووي للنيوكليون حيث إن :

**متوسط طاقة الربط النووي للجسيم الواحد (النيوكليون) = طاقة الرابط النووي لنواة العنصر / عدد النيوكليونات (العدد الكتلي)**

**ملاحظة:**

* عند تحويل مقدار الطاقة المقدرة بالجول إلى مليون إلكترون فولت.

**(م. أ. ف) نقوم بضرب مقدار الطاقة بالجول × ١ / (١.٦٠٢١٧٧ × ١٠$^{-١٣}$)**

* طاقة الترابط النووي بالمليون إلكترون فولت = الكتلة المتحولة (الكتلة المفقودة) بوحدة (و.ك.ذ) × ٩٣١ (م.أ.ف).

**مثال :**

من المثال السابق لنواة الهيليوم كانت طاقة الترابط النووي تساوي ٤.٥٤ × ١٠$^{-١٢}$جـول

- احسب طاقة الربط النووي للجسيم الواحد في النواة (النيوكليون) مقدراً بالمليون إلكترون فولت.

## الإجابة النموذجية :

**طاقة الترابط النووي مقدرة بالمليون إلكترون فولت =** $\frac{\text{طاقة الترابط النووي للنواة بالجول}}{١.٦٠٢١٧٧ \times ١٠^{-١٣}}$

**طاقة الترابط النووي لنواة الهيليوم بالمليون إلكترون فولت =** $\frac{٤.٥٤ \times ١٠^{-١٢}}{١.٦٠٢١٧٧ \times ١٠^{-١٣}}$ = ٢٨.٣ (م. أ. ف)

**∴ طاقة الربط لكل جسيم (نيوكليون) =** $\frac{\text{طاقة الترابط النووي م . أ . ف}}{\text{عدد النيوكليونات (عدد جسيمات نواة الذرة العدد الكتلي)}}$

**طاقة الرابط النووي للنيوكليون =** $\frac{٢٨.٣}{٤}$ = ٧.٠٧٥ (م. أ. ف)

**ملاحظة:**

* كلما زادت طاقة الربط النووي للنيوكليون زاد استقرار النواة.

احسب طاقة الترابط النووي لذرة الكربون $^{12}_{6}C$ بالجول والمليون إلكترون فولت إذا علمت أن:

- الكتلة الفعلية لذرة الكربون = ١٢ و. ك. ذ
- كتلة البروتون = ١.٠٠٧٢٧٦ و. ك. ذ
- كتلة النيوترون = ١.٠٠٨٦٦٥ و. ك. ذ
- كتلة الإلكترون = ٠.٠٠٠٥٤٨ و. ك. ذ
- وحدة الكتل الذرية (و. ك. ذ) = ١.٦٦٠٥ × ١٠$^{-٢٧}$ كجم
- مليون إلكترون فولت = $\frac{١}{١.٦٠٢١٧٧ \times ١٠^{-١٣}}$ جـــــول
- سرعة الضوء = ٣ × ١٠$^{٨}$ م/ث

**إذا كان الوزن الذري للنتروجين $^{14}_{7}N$ هو ١٤.٠٠٢ و. ك. ذ والوزن الذري للنظير $^{15}_{7}N$ هو ١٥.٠٠٥ و. ك. ذ فأي النظيرين أكثر استقراراً ولماذا؟ باعتبار كتلة البروتون = كتلة النيوترون = ١.٠٠٨ و. ك. ذ مع إهمال كتلة الإلكترون؟**

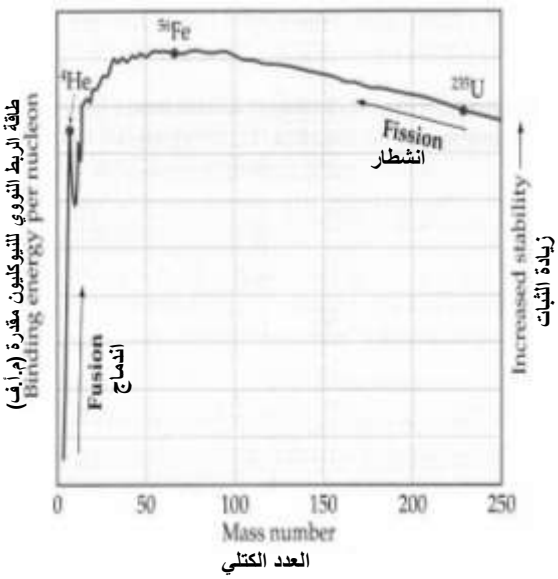
## العلاقة بين طاقة الترابط النووي والعدد الكتلي:

١- كلما زاد متوسط طاقة الربط للنيوكليون الواحد زادت النواة استقراراً.

٢- العناصر التي عدد الكتلي يتراوح ما بين ٢٨ إلى ٥٦ أي من $Si^{28}$ إلى $Fe^{56}$ هي أكثر العناصر استقراراً حيث إن طاقة الربط النووي للنيوكليون تتراوح ما بين ٨.٤ - ٨.٧ مليون إلكترون فولت.

٣- العناصر التي يزيد عددها الكتلي عن ٢٣٨ مثل اليورانيوم تسمى بالأنوية الثقيلة وفيها يقل متوسط طاقة النيوكليون فمثلاً اليورانيوم $U^{235}_{92}$ متوسط طاقة النيوكليون فيه مقدارها ٧.٦ مليون إلكترون فولت ولذا هذه العناصر تميل إلى تقليل عددها الكتلي عن طريق التفاعلات الانشطارية.

٤- العناصر التي عددها الكتلي أقل من ٢٨ تسمى بالعناصر الخفيفة ويكون فيها متوسط طاقة النيوكليون الواحد أقل من متوسط طاقة نيوكليون العناصر المتوسطة ولذا تميل هذه العناصر إلى الاندماج النووي لزيادة العدد الكتلي حتى تصل إلى حالة الاستقرار التي تتمتع بها الأنوية المتوسطة.




نلاحظ من الخط البياني أن طاقة الترابط تزداد طردياً بزيادة العدد الكتلي إلى حد معين ثم تنخفض طاقة الترابط عند الزيادة الكبيرة في العدد الكتلي.

## العلاقة بين نسبة عدد البروتونات والنيوترونات واستقرار النواة:

يعتمد استقرار النواة على العدد النسبي للبروتونات والنيوترونات وقد تم تمثيل نسبة عدد البروتونات إلى عدد النيوترونات لجميع العناصر باستخدام الرسم البياني الذي يوضح حزام الاستقرار الناتج من تجمع الأنوية المستقرة لتشكيله حيث يتضح الآتي :

١) الأنوية التي يقل عددها الذري أقل من ٢٠ أنوية مستقرة وخاصةً إذا كان:
عدد النيوترونات (n) = عدد البروتونات (p)
**مثال :** $^{16}_{8}O$

٢) الأنوية التي عددها الذري بين [٢٠ إلى ٨٣ ] مستقرة وخاصةً إذا كان عدد النيوترونات يزيد عن عدد البروتونات **n > p** . مثال : $^{56}_{26}Fe$

- **n = 56 - 26**
  **= 36**
- **p = 26**
- **∴ n > p**

٣) أنوية ذرات العناصر التي عددها الذري أكثر من ٨٣ في غير مستقرة.

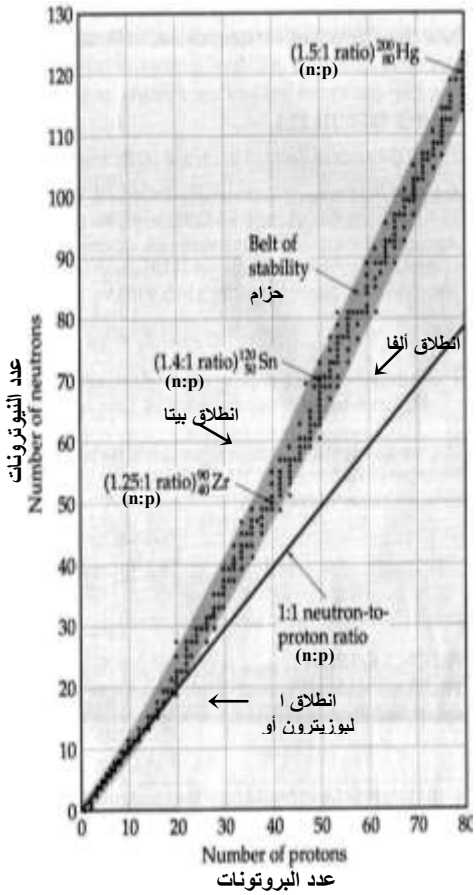
٤) الأنوية التي تقع أعلى حزام الاستقرار تكون فيها نسبة $\frac{n}{p}$ أكبر من نسبة $\frac{n}{p}$ للأنوية التي تقع على حزام الاستقرار ولذا تميل هذه الأنوية إلى إطلاق جسيمات $\beta^{0}_{-1}$ وذلك بتحول النيوترون إلى بروتون طبقاً للمعادلة النووية الآتية:

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}\beta$$

س/ لماذا أنوية العناصر التي تقع أعلى حزام الاستقرار تميل إلى فقد جسيم بيتا؟

٥) أنوية ذرات العناصر التي تقع أسفل حزام الاستقرار تكون فيها نسبة $\frac{n}{p}$ أقل من نسبة $\frac{n}{p}$ للأنوية التي تقع على حزام الاستقرار ولذا تميل هذه الأنوية إلى تكوين جسيم ألفا بغرض تقليل البروتونات.

٦) أنوية ذرات العناصر التي لها الأعداد الذرية الآتية: (٢ ، ٨ ، ٢٠ ، ٢٨ ، ٥٠ ، ٨٢) أنوية مستقرة وتعرف هذه الأرقام بالأرقام السحرية.



حـزام الاستقـرار

## الجسيمات والإشعاعات الصادرة من الأنوية غير المستقرة:

تم اكتشاف عملية النشاط الإشعاعي الطبيعي في عام ١٨٩٦م علي يد العالم الفرنسي **(هنري بيكريل)** حيث لاحظ أن بعض أملاح اليورانيوم تصدر إشعاعات بدون وجود مؤثرات خارجية وهذه الأشعة تشبه الأشعة السينية من حيث القدرة على النفاذ.

## أهم الخواص العامة للإشعاعات الصادرة من أنوية ذرات العناصر الثقيلة (غير مستقرة):

١) لها تأثر على الألواح الحساسة (الفوتوجرافية).
٢) لا يتأثر معدل صدورها بالضغط أو درجة الحرارة.
٣) لها القدرة على تأين الغازات.
٤) لها تأثر خطير على جسم الكائن الحي.
٥) تحدث وميض عند سقوطها على المواد الفلورسية مثل كبريتيد الزنك **ZnS**.

**النشاط الإشعاعي** :

**هو تغير يحدث في نواة الذرة ينتج عنه انطلاق جسيمات مثل ألفا ، بيتا ، أشعة جاما ويتحول فيه العنصر إلى عنصر آخر جديد أكثر استقراراً.**

## النشاط الإشعاعي نوعان هما:

**النشاط الإشعاعي الطبيعي** **النشاط الإشعاعي الصناعي**

### أولاً: النشاط الإشعاعي الطبيعي :

وهو الذي يحدث لأنوية ذرات العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم وينتج عنه جسيمات ألفا ، بيتا ، أشعة جاما.

### مثـــال :

$$\underset{\text{نواة اليورانيوم}}{{}^{238}_{92}U} \longrightarrow \underset{\text{نواة الثوريوم}}{{}^{234}_{90}Th} + \underset{\text{جسيم ألفا}}{{}^{4}_{2}He}$$

## ثانياً: النشاط الإشعاعي الصناعي :

وهو إنبعاث إشعاعات من أنوية ذرات بعض العناصر نتيجة قذف أنويتها بقذائف نووية مما يؤدي إلى حدوث اضطرابات في نواة ذرات العناصر وتصبح غير مستقرة وبذلك يخرج منها إشعاعات وجسيمات ويتحول بعدها نواة ذرة العنصر إلى نواة النظير إحدى العناصر المستقرة.

### مثـــال :

$$^{59}_{27}Co + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{60}_{27}Co + \text{أشعة جاما}$$

$$^{60}_{27}Co \longrightarrow ^{60}_{28}Ni + ^{0}_{-1}\beta$$

نواة مشعة — جسيم بيتا السالب

**ما هي أنواع الجسيمات والأشعة الصادرة من نواة عنصر مشع؟ ثم وضح في جدول أهم خواص هذه الجسيمات والأشعة؟**

ج/ أنواع الجسيمات والأشعة الصادرة من نواة عنصر مشع هي:

| جسيم ألفا | جسيم بيتا | أشعة جاما |
|---|---|---|
| $^{4}_{2}He$ | $^{0}_{-1}\beta$ أو $(^{0}_{1}e)$ | $\gamma$ |

أهم خواص هذه الجسيمات والأشعة الصادرة من نواة عنصر مشع يوضحها الجدول الآتي:

| الجسيمات / الأشعة — وجه المقارنة | ألـفـــــا | بيتـــــا | جـــامـــا |
|---|---|---|---|
| ١) الـرمـز: | $^{4}_{2}He$ | $^{0}_{-1}\beta$ أو $(^{0}_{1}e)$ | $\gamma$ |
| ٢) طبيعتهـا: | أنوية الهيليوم $He^{++}$ | إلكترونات $e^{-}$ | موجات كهرومغناطيسية |
| ٣) كتلتهـا: | كتلة نواة الهيليوم | كتلة الإلكترون ٠.٠٠٠٥٤٨ (و.ك.ذ) | ليس لها كتلة |
| ٤) سـرعتهـا: | $\frac{1}{10}$ من سرعة الضوء | $\frac{9}{10}$ من سرعة الضوء | تساوي سرعة الضوء |
| ٥) الشحنـــة: | موجبة | سالبة | غير مشحونة |
| ٦) قدرتها على النفاذ: | ضعيفة بسبب حجمها الكبير/ شحنتها الموجبة/ قلة سرعتها. | كبيرة نسبياً | كبيرة جداً. |
| ٧) تأثير المجالين الكهربي والمغناطيسي: | تتأثر (كونها مشحونة) | تتأثر (كونها مشحونة) | لا تتأثر (لأنها غير مشحونة) |
| ٨) قدرتها على التأين: | كبيرة ٠لأنها موجبة) | متوسطة | منخفضة جداً ضعيفة. |
| ٩) التأثير الفوتوجرافي: | تـــــؤثـــــر | تـــــؤثـــــر | تـــــؤثـــــر |

**ملاحظـة:**

هناك بعض الأنوية غير مستقرة تصدر منها جسيمات تشبه جسيمات بيتا السالبة $^{0}_{-1}\beta$ إلا أنها تختلف عنها في الشحنة حيث إن شحنتها موجبة وتعرف باسم بوزيترون ***positron*** ويرمز لها بالرمز $^{0}_{+1}\beta$ (بيتا الموجبة).

**البوزيترون:**

**هو جسيم نووي موجب الشحنة ينتج نتيجة تحول بروتون إلى نيوترون.**

**كيف تفسر انطلاق جسيمات بيتا السالبة أو الموجبة من نواة ذرة عنصر مشع بالرغم أن النواة لا تحتوي على إلكترونات؟**

يمكن تفسير ذلك أن إحدى النيوترونات تتحول إلى بروتون وإلكترون حسب المعادلة الآتية: ${}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}\beta$

أما الإلكترونات الموجبة (البوزيترون) تنطلق نتيجة تحول أحد البروتونات إلى نيوترون + بوزيترون موجب طبقاً للمعادلة النووية الآتية: ${}^{1}_{1}P \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}\beta$

## أنـواع التفاعـلات النوويـة

**تفاعلات تحول نووي ذاتي** **تفاعلات تحول نووي صناعي**

### أولاً: عملية التحول النووي الذاتي: (التلقائي):

وهي عملية تحدث بطريقة طبيعية دون مؤثر خارجي لذرات العناصر الثقيلة المشعة وفيها تتحول النواة الأصلية إلى نواة أخف منها وأكثر استقراراً ويصاحب هذا التحول خروج جسيمات وأشعة مثل: (ألفا / بيتا / أشعة جاما).

**(أ) التحلل النووي المصحوب بفقدان جسيم بيتا ${}^{0}_{-1}\beta$ :**

هذا النوع من التحلل النووي يحدث لذرات العناصر التي أنويتها تحتوي على عدد من النيوترونات أكبر من عدد البروتونات وعند خروج جسيم بيتا ${}^{0}_{-1}\beta$ من نواة العنصر المشع يزداد العدد الذري بمقدار [١] ويبقى العدد الكتلي ثابت.

**مثـــال** : ${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}\beta$

**(ب) التحلل النووي المصحوب بفقدان جسيم بيتا الموجبة ${}^{0}_{-1}\beta$ [بوزيترون]:**

عندما ينطلق من نواة عنصر مشع جسيم بيتا الموجبة (بوزيترون) يقل العدد الذري بمقدار واحد ويبقى العدد الكتلي ثابت.

**مثـــال** : ${}^{23}_{11}Na \longrightarrow {}^{23}_{10}Ne + {}^{0}_{+1}\beta$

**(ج)التحلل النووي المصحوب باكتساب جسيم بيتا ${}^{0}_{-1}\beta$ :**

وهذا النوع من التفاعل يحدث للأنوية التي يكون فيها عدد **n < p** أو عدد **n = p** وفيه تلجأ النواة إلى امتصاص إلكترون من الطبقة الإلكترونية الأولى ويتحول البروتون إلى نيوترون ويطلق على هذه العملية بالأسر الإلكتروني.

**الأُسر الإلكتروني:**
**هو تحول إحدى البروتونات إلى نيوترون وذلك بامتصاص نواة الذرة لبيتا السالبة** ${}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}\beta \longrightarrow {}^{1}_{0}n$ .

**أمـــثلـــة** : ${}^{26}_{13}Al + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{26}_{12}Mg$

${}^{36}_{17}Cl + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{36}_{16}S$

**(د)التحلل النووي المصحوب بفقدان جسيم ألفا ${}^{4}_{2}He$ :**

وهذا النوع من التفاعل يحدث لذرات العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم حيث أن خروج جسيم ألفا ${}^{4}_{2}He$ يعمل على أن العدد الذري يقل بمقدار (٢) والعدد الكتلي يقل بمقدار (٤).

**مثـــال** :

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

**(هـ) التحلل النووي المصحوب بانطلاق أشعة جاما ($\gamma$):**

وهذا النوع من التفاعل يحدث دون تغير في العدد الذري والعدد الكتلي وعادة أشعة جاما تكون مصاحبة لجسيمات بيتا ${}^{0}_{-1}\beta$

**مثـــال** :

$$^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}\beta + \gamma$$

نواة كوبلت مشع — أشعة جاما

## أهم التطبيقات على التحول النووي الذاتي:

**(١) معرفة فترة عمر النصف للعناصر المشعة لتحديد وتقدير:**

أ) **عمر الأرض:** وذلك بأخذ عينات من اليورانيوم التي جمعت من أماكن مختلفة من على سطح الأرض.

ب) **عمر الأحافير والأشجار المعمرة:** وذلك عن طريق الكربون ${}^{14}_{6}C$ المشع الموجود في عظام الكائن الحي.

**ملاحظة** :

تتوقف فترة عمر النصف على مدى استقرار الأنوية فمثلاً الأنوية الأكثر استقراراً تتحلل ببطء وبالآتي زمن عمر النصف لها يكون طويلاً أما الأنوية الأقل استقراراً فإنها تتحلل بسرعة ويكون زمن عمر النصف لها قصير.

**مثـــال** :

* الكربون ${}^{14}_{6}C$ فترة عمر النصف له تساوي ٥٧١٥ سنة.

* أما اليود ${}^{131}_{52}I$ المشع فترة عمر النصف له تساوي (٨) يوم.

**فترة (زمن) عمر النصف:**

**هو الزمن اللازم لتفتيت نصف عدد أنوية العنصر المشع.**

تعريف آخر : **هو الزمن اللازم لكي يقل تركيز المادة المشعة إلى النصف.**

## ثانياً: عملية التحول النووي الصناعي:

هي عملية صناعية تحدث للعنصر عن طريق قذف نواة العنصر بقذيفة مناسبة لإحداث اضطراب نووي يؤدي إلى حدوث تغيرات بنواة العنصر يترتب عليها تحول العنصر إلى عنصر آخر أو نظير مشع أو غير مشع.

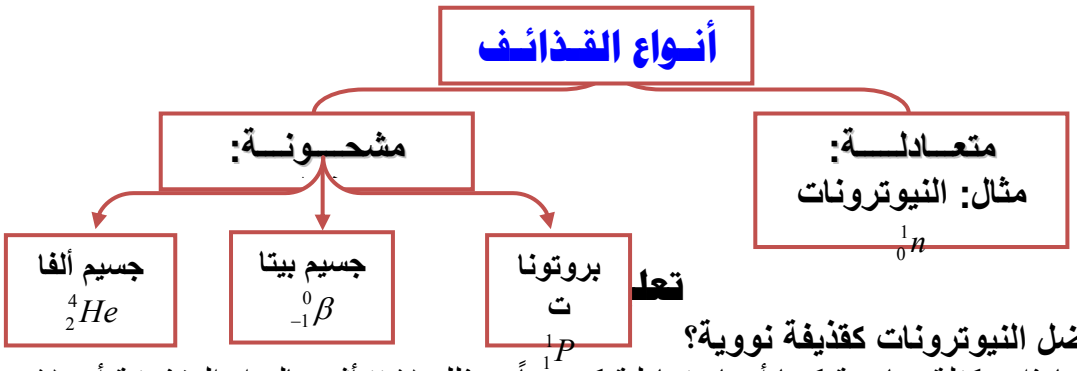
## الجسيمات المستخدمة في التفاعلات النووية (القذائف):

**تعريف القذيفة النووية:**

**هي جسيم نووي له القدرة على إحداث تفاعل نووي صناعي.**

## أنواع القذائف النووية:

**يمكن تقسيم أنواع القذائف النووية حسب نوع شحنتها كالآتي:**




**تعل**

**١) تفضل النيوترونات كقذيفة نووية؟**

ج/ لأنها ذات كتلة مناسبة كما أنها متعادلة كهربياً وبذلك لا تتأثر بالنواة المقذوفة أي لا تتأثر بالمجال الكهربي للذرة وبذلك لا تفقد طاقتها.

**٢) لا تصلح الإلكترونات كقذائف نووية؟**

ج/ لأن كتلتها صغيرة جداً فلا تؤثر في النواة كما أنها سالبة الشحنة فتتأثر بالمجال الكهربي للذرة.

## أنـواع التفاعـلات النـوويـة الصناعيـة

**تفاعلات الانحلال النووي** **تفاعلات لإنتاج الطاقة**

### (أ) تفاعلات الانحلال النووي:

وفيه يتم قذف النواة بقذائف مناسبة لإنتاج نظائر عناصر جديدة وتختلف نواتج هذا التفاعل طبقاً للعوامل الآتية:

### العوامل التي تؤثر في نواتج التفاعلات النووية:

**١] نوع القذيفة المستخدمة:** تتوقف نواتج التفاعل النووي على نوع القذيفة المستخدمة فمثلاً: عند قذف نواة الألومنيوم بجسيم ألفا فإن الناتج هو الفوسفور بينما قذف نواة الألومنيوم بنيوترون فإن الناتج هو الصوديوم.

$$^{27}_{13}\mathrm{Al} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{30}_{15}\mathrm{P} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

نواة الألومينوم — ألفا — نيوترون

$$^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{24}_{11}Na + {}^{4}_{2}He$$

**٢] سرعة القذيفة المستخدمة:** تتوقف نواتج التفاعل النووي على سرعة القذيفة المستخدمة فمثلاً: عند قذف نواة الألومنيوم بنيوترون بطئ يتحول الألومنيوم غير مشع إلى نظير الألومنيوم المشع.

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

(بطئ) — غير مشع — مشع — أشعة جاما

$$^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{24}_{11}Na + {}^{4}_{2}He$$

(سريع)

**ملاحظة** :

يستخدم الماء الثقيل في تقليل سرعة القذائف النووية مثل النيوترونات كذلك يمكن زيادة سرعتها باستخدام المعجلات السيلكتريون.

**٣] نوع النظير المقذوف (الهدف) :**

تختلف نواتج التفاعل النووي باختلاف النظير المقذوف فمثلاً:

$$^{6}_{3}Li + {}^{1}_{1}P \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{3}_{2}He$$

بـروتون

$$^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}P \longrightarrow 2{}^{4}_{2}He + Energy.$$

**(ب) تفاعلات لإنتاج الطاقة**:

**الانشطار النووي** **الاندماج النووي**

## أولاً: الانشطار النووي (Nuclear Fission):

الانشطار النووي يصنف تفاعل نووي صناعي يحدث بقذف نواة ذرة عنصر مشع ثقيل بقذيفة نووية مما ينتج عنه انشطار نواة العنصر المشع إلى نواتين لعنصرين مختلفين في الكتلة وانطلاق عدد من النيوترونات وكمية طاقة هائلة.

**تعريف الانشطار النووي** :

**هو تفاعل نووي صناعي تنشطر فيه النواة الثقيلة جداً إلى أنوية العناصر الأخرى الأكثر استقراراً بفعل القذائف النووية.**

**مثال** :

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

نيوترون باريوم كربتون

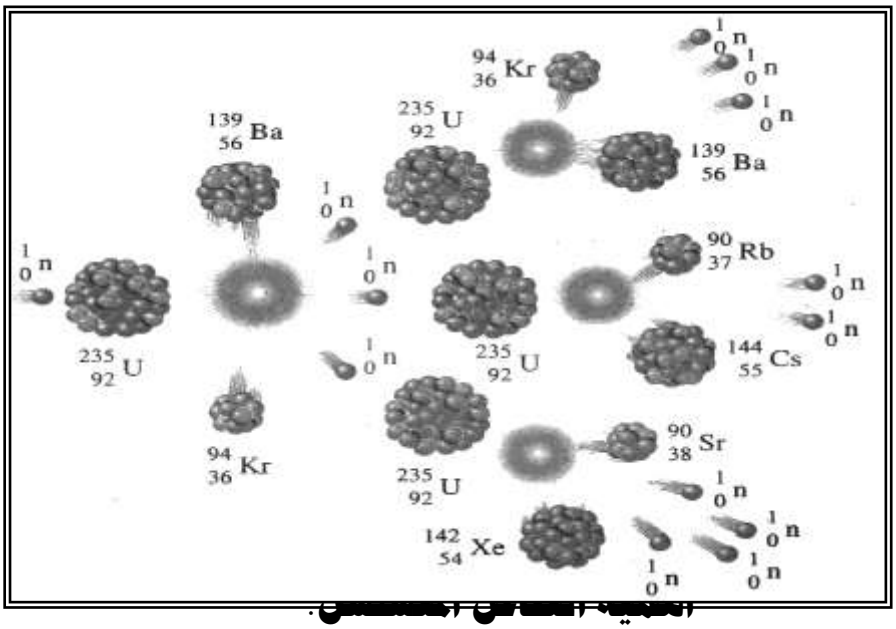
**ملاحظة** :

النيوترونات الناتجة تستطيع شطر أنوية جديدة من اليورانيوم وينتج نواة باريوم وكربتون وثلاث نيوترونات أخرى وهكذا يتكرر التفاعل ولذا يسمى بالتفاعل المتسلسل.

**التفاعل المتسلسل**:

**هو تفاعل انشطاري صناعي يتكرر حدوثه بفعل النيوترونات الناتجة خلال فترات زمنية وجيزة وينتج عنه طاقة هائلة.**

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n + Energy.$$



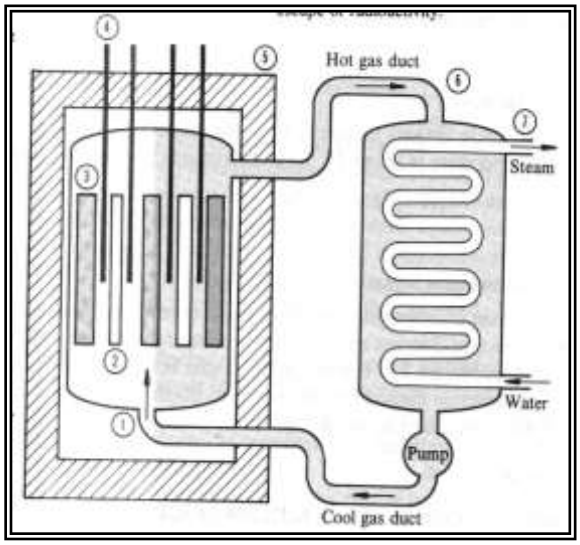

(١) إنتاج الطاقة الكهربية. (٢) عمل القنابل النووية.

## تطبيقات على التفاعلات الانشطارية:

للتفاعلات الانشطارية تطبيقات عديدة منها النافع (السلمية) والضار (مدمر للبيئة).
فمثلاً: من أهم التطبيقات السلمية والهامة للتفاعلات الانشطارية:
١] إنتاج الطاقة. ٢] تحلية مياه الشرب.
٣] إنتاج النظائر المشعة التي تستخدم مجالات عديدة مثل:
أ) **الطب**: لعلاج بعض الأمراض مثل: (السرطان والغدة الدرقية).
ب) تقدير عمر الكائنات والصخور والأشجار المعمرة.

## المفاعل النووي:

**الهدف منه:** هو الحصول على الطاقة الكهربية وبعض العناصر المشعة التي تستخدم في الأغراض السلمية كذلك عمل القنبلة الانشطارية.




### تركيب المفاعل النووي:

١) **الدرع الواقي**: وهو عبارة عن معدن سميك من الصلب يلي ذلك درع من الخرسانة المسلحة تحيط بجميع جوانب المفاعل بسمك يصل إلى (٢م - ٣م) وذلك لمنع نفاذ الإشعاعات الذرية خارج المفاعل.

٢) **مبرد**: وهو عبارة عن الماء أو مصهور الصوديوم لامتصاص الحرارة الناتجة عن التفاعل حتى لا تنصهر قضبان التحكم والوقود.

٣) **قضبان التحكم**: وهي عبارة عن



١) قلب المفاعل. ٢) الوقود النووي
[اليورانيوم].
٣) أقطاب الجرافيت [المهدئ]. ٤) قطبان التحكم.
٥) الدرع الواقي. ٦) غاز ساخن. ٧) بخار

قضبان تصنع من الكادميوم أو البورون. ***ووظيفتها:*** التحكم في حدوث التفاعل عن طريق امتصاص النيوترونات والسيطرة على سرعة التفاعل كما تستخدم في إيقاف المفاعل.

### ٤) المهدئ:

وهي عبارة عن الجرافيت أو الماء الثقيل (ماء يحتوي على نظير الهيدروجين $^{2}_{1}H$ ) وهو يعمل على إبطاء سرعة النيوترونات.

**٥) الوقود النووي**: وهو عبارة عن قضبان اليورانيوم النقي الذي يحتوي على اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بنسبة ٣ --- ٤% القابل للانشطار والباقي يورانيوم ٢٣٨.

## ملاحظة

**:** يمكن الاستفادة من الحرارة في إنتاج بخار الماء لتشغيل المولدات الكهربية.

## فوائد المفاعلات النووية:

١- إنتاج النظائر المشعة. ٢- توليد الطاقة الكهربية. ٣- تحلية مياه الشرب.

## فوائد النظائر المشعة:

### أ) في مجال الطب :

١- يستخدم نظير الراديوم المشع في علاج السرطان.
٢- يستخدم اليود المشع في تشخيص وعلاج أمراض الغدة الدرقية.
٣- يستخدم نظير الفوسفور المشع في علاج أمراض سرطان الدم.
٤- يستخدم الكوبلت المشع $^{60}Co$ في علاج السرطان بالإشعاع.
٥- يستخدم التكنيتيوم $_{99}Tc$ في تشخيص سرطان العظام.

## التطبيقات السلبية لتفاعل الانشطار النووي:

### إنتاج القنبلة الذرية :

تعتمد فكرة القنبلة النووية على انشطار أنوية اليورانيوم $^{235}_{92}U$ أو البلوتونيوم $^{234}_{94}Pu$ حيث يتم أخذ كتلة معينة من اليورانيوم أو البلوتونيوم وتعريضها فجأة لضغط أكبر يؤدي إلى انكماشها إلى حجم صغير ويحدث نتيجة ذلك انشطار في الأنوية بطريقة تلقائية وتنطلق طاقة هائلة.

### ثانياً : الاندماج النووي :

وهو تفاعل نووي يتم باندماج نواتين أو أكثر لعنصر خفيف حيث تتكون نواة عنصر أثقل وكتلته أقل من مجموع كتلة الأنوية المندمجة وهذا التغير في الكتلة يتحول إلى طاقة هائلة.

**تفاعلات الاندماج النووي أخطر من تفاعلات الانشطار النووي**

و ذلك إلى أن كمية الطاقة الهائلة التي تنتج عن تفاعلات الاندماج النووي تفوق طاقة الانشطار النووي.

### مثال :

اندماج نظائر الهيدروجين وتكون نواة الهليوم.

$$ {}_1^2H \; + \; {}_1^3H \longrightarrow {}_2^4He \; + \; {}_0^1n \; + \text{طاقة هائلة} $$

ديوتيريوم تريتيريوم

## مثـــال آخـــر :

التفاعل الاندماجي في الشمس.

### ما مصدر الطاقة الهائلة التي تصلنا من الشمس

مصدر الطاقة الهائلة التي تصلنا من الشمس هو اندماج أربعة أنوية من الهيدروجين ${}_1^1H$ بفعل الحرارة الشديدة في الشمس.

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

$$ {}_1^1H \; + \; {}_1^1H \; + \; {}_1^1H \; + \; {}_1^1H \longrightarrow {}_2^4He + 2\,{}_{+1}^0\beta + Energy $$

## تطبيقات على التفاعلات الاندماجية:

هناك تطبيقات سلبية ومدمرة للتفاعلات الاندماجية وهي تتمثل في إنتاج القنبلة الهيدروجينية.

## فكرة عمل القنبلة الهيدروجينية:

تعتمد القنبلة الهيدروجينية على تفاعل الاندماج النووي الذي يحتاج إلى طاقة هائلة ولا يمكن الحصول على هذه الطاقة إلا عمل قنبلة انشطارية ولذا تتكون القنبلة الهيدروجينية من قنبلتين أحدهما انشطارية نووية بداخل غلاف قوي جداً والأخرى قنبلة هيدروجينية وهي موجودة في وعاء يحيط القنبلة الانشطارية حيث يتم تفجير القنبلة الانشطارية أولاً. ويستفاد من الحرارة الناتجة في اندماج أنوية الهيدروجين.

## ملاحظـــة:

قوة انفجار القنبلة الهيدروجينية يعادل ١٠٠٠ قنبلة ذرية (انشطارية).

## مقارنة بين القنبلة النووية والقنبلة الهيدروجينية:

| القنبلة النووية | القنبلة الهيدروجينية |
|---|---|
| ▪ الوقود النووي فيها هو اليورانيوم (عنصر ثقيل). | ▪ الوقود النووي فيها هو أنوية ذرات الهيدروجين (عنصر خفيف). |
| ▪ نوع التفاعل انشطاري يعتمد على قذف الأنوية بقذائف نووية. | ▪ نوع التفاعل اندماجي يعتمد على اندماج الأنوية بفعل الحرارة العالية جداً. |
| ▪ ينتج عنه طاقة هائلة. | ▪ ينتج عنها طاقة تفوق طاقة الانشطار (القنبلة النووية). |
| ▪ أضرارها الإشعاعية كبيرة. | ▪ أضرارها الإشعاعية بسيطة. |
| ▪ قوتها تعتمد على الإشعاعات الصادرة منها. | ▪ قوتها تعتمد على خلخلة الهواء الجوي. |

## الوقاية من خطر التلوث الإشعاعي:

نظراً للمخاطر الكبيرة التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان نتيجة للتلوث الإشعاعي، فإن المنظمات والهيئات العلمية قد أصدرت العديد من التعليمات والإرشادات الواجب اتخاذها عند التعامل مع المواد المشعة، أو عند حدوث تلوث إشعاعي نتيجة للحوادث ومن أهم احتياطات السلامة والأمان ما يأتي:

## أولاً: احتياطات الأمان في المعامل أو المفاعلات النووية:

**وتتمثل هذه الاحتياطات في الآتي :**

١) حفظ وتغليف المواد المشعة في مغلفات مزدوجة خاصة بها، وكتابة بعض المعلومات المهمة عليها.
٢) تغطية أسطح أماكن إجراء التجارب بطبقة من الرصاص(*Pb*) لامتصاص الإشعاعات.
٣) ارتداء الألبسة الواقية من الإشعاعات وتركها في أماكن العمل حتى لا تكون وسيلة لنقل الإشعاعات إلى الآخرين.
٤) الفحص المستمر للإشعاعات باستخدام أجهزة خاصة بذلك.
٥) يجب التخلص من المخلفات الإشعاعية ووضعها في مكان آمن يضمن عدم انتقالها إلى البيئات المحيطة.

## ثانياً: احتياطات الأمان الخاصة بالحماية من الإشعاع الخارجي:

للتقليل من مخاطر الإشعاعات المنبعثة من مصدر خارجي كالحوادث التي ينتج عنها تسرب أو تلوث إشعاعي يمكن الاستعانة بالاحتياطات والإجراءات الآتية:

١-التقليل من فترة التعرض للإشعاعات، حيث يُنَبَّه الناس لمغادرة المكان الذي يُحتمل وجود تلوث إشعاعي فيه، وذلك بأسرع وقت ممكن.
٢-الابتعاد مسافة كبيرة عن مصدر الإشعاع، ففي ذلك يمكن تقليل معدل التعرض للإشعاع بنسبة أربعة أضعاف؛ كلما ضاعفنا المسافة بين المصدر المشع والإنسان، طبقاً لقانون التربيع العكسي.
٣-يجب وضع الحواجز السميكة التي تُبنى من مواد خاصة ذات كثافة عالية مثل معدل الرصاص، حيث تساعد على حجز ومنع انتقال الإشعاعات إلى الأماكن المجاورة.

## الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

**س١/ وضح المقصود بالمصطلحات الآتية:**

***النظائر.** ***النشاط الإشعاعي.** ***متوسط طاقة الربط.**
***البوزيترون.** ***الاندماج النووي.** ***التفاعل المتسلسل.**

ج١/ ***النظائر:** هي أشكال مختلفة لذرات العنصر الواحد تتفق في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي.

***البوزيترون:** هو جسيم نووي موجب الشحنة وهو عبارة عن جسيم بيتا الموجبة $\beta^{0}_{+1}$.

***النشاط الإشعاعي:** هو تحلل ذرات العناصر الثقيلة وهو تغير يحدث في نواة الذرة وينتج عنه انطلاق جسيمات ألفا -بيتا- أشعة جاما ويتحول فيه العنصر إلى عنصر آخر أكثر استقراراً.

***الاندماج النووي:** هو تفاعل نووي يتم باندماج أنوية ذرات العناصر الخفيفة لتكوين نواة أثقل وكتلتها أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة.

***متوسط طاقة الربط:** هي طاقة النيوكليون الواحد وتساوي النسبة بين طاقة الترابط النووي للنواة وعدد النيوكليونات.

$$\text{متوسط طاقة الربط} = \frac{\text{طاقة الترابط النووي للنواة}}{\text{عدد النيوكليونات}}$$

***التفاعل المتسلسل:** هو تفاعل انشطاري يتكرر حدوثه بفعل القذائف النووية المنطلقة مثل النيوترونات خلال فترات قصيرة.

**س٢/ تخيـر الإجابة الصحيحة :**

**(أ) نظائر العنصر الواحد تتشابه في:**

**١. عدد البروتونات.** ٢. عدد النيوترونات.
٣. عدد النيكليونات. ٤. العدد الكتلي.

**(ب) طاقة الربط النووية هي الطاقة التي:**

١. تحفظ الإلكترونات حول النواة. **٢. تلزم لفصل مكونات النواة.**
٣. تلزم لفصل الإلكترونات. ٤. تنطلق عند انشطار النواة.

**(جـ) إذا تحولت نواة $^{15}_{8}O$ إلى نواة $^{15}_{7}N$ فإن النواة تكون قد فقدت:**
١. بروتوناً. ٢. إلكتروناً. ٣. نيوتروناً. **٤. بوزيتروناً.**

**(د) إذا فقد عنصر معين أشعة ($\gamma$) فإن عدده الذري:**
١. يزداد بمقدار ١. ٢. يقل بمقدار ٤.
**٣. لا يتغير.** ٤. ينقص بمقدار ٢.

**(هـ) الأنوية الواقعة أسفل حزام الاستقرار تميل إلى إطلاق:**
**١. جسيمات ألفا.** ٢. جسيمات بيتا.
٣. إشعاعات جاما. ٤. لا شيء مما سبق.

**س٣/ علـل لمـا يـأتـــي :**
**أ) تتفق النظائر في الخواص الكيميائية.**
**ب) تعتبر النيوترونات من أفضل القذائف النووية.**
**جـ) أشعة جاما لها قدرة عالية على النفاذ.**
**د) الأنوية الواقعة أسفل حزام الاستقرار غير مستقرة.**
**هـ) القنبلة الهيدروجينية أخطر بكثير من القنبلة النووية.**
**و) تُعد التفاعلات النووية إحدى البدائل المهمة للطاقة.**

ج٣/ أ) ويرجع ذلك لتشابه النظائر في عدد إلكتروناتها ونظام توزيعها وهي المسئولة عن الخواص الكيميائية.
ب)لأن النيوترونات متعادلة كهربياً لا تتأثر بالمجال الكهربي للذرة وبالآتي لا تفقد طاقة كذلك كتلتها مناسبة.
جـ)لأن أشعة جاما عبارة عن موجات كهرومغناطيسية غير مشحونة وسرعتها تساوي سرعة الضوء.
د) لأن نسبة $\frac{n}{p}$ أقل من حالة الاستقرار ولذلك تميل الأنوية الثقيلة إلى إطلاق جسيمات ألفا، والخفيفة إلى إطلاق البوزيترون أو حدوث الأسر الإلكتروني.
هـ) ويرجع ذلك لأن الطاقة الناتجة من القنبلة الهيدروجينية تفوق الطاقة الناتجة عن القنبلة النووية نظراً لأن القنبلة الهيدروجينية عبارة عن قنبلتين أحدهما انشطارية (نووية) والأخرى هيدروجينية.
و) ويرجع ذلك أن التفاعلات النووية يصاحبها تغيرات هائلة في الطاقة.

**س٤/ أكمل المعادلات الآتية :**

**a)** $^{130}_{52}Te + {}^{1}_{0}n \longrightarrow \ldots\ldots\ldots\ldots + \gamma$
**b)** $^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \ (fast) \longrightarrow {}^{24}_{11}Na + \ldots\ldots\ldots\ldots$
**c)** $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + \ldots\ldots\ldots\ldots +$ طاقة
**d)** $^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + \ldots\ldots\ldots\ldots$
**e)** $^{13}_{7}N \longrightarrow {}^{13}_{6}C + \ldots\ldots\ldots\ldots$
**f)** $^{24}_{11}Na \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + \ldots\ldots\ldots\ldots$

ج٤/ **(a** $^{131}_{52}Te$ . **(b** $^{4}_{2}He$ . **(c** $3\,{}^{1}_{0}n$ .
**(d** $^{0}_{+1}\beta$ . **(e** $^{0}_{+1}\beta$ . **(f** $^{0}_{-1}\beta$ .

**س٥/ وضح العلاقة بين استقرار النواة والعدد النسبي للنيوترونات والبروتونات.**
ج٥/ العلاقة بين استقرار النواة والعدد النسبي للنيوترونات والبروتونات هي أن:

١- أنوية ذرات العناصر التي عددها الذري من (١ . ٢٠) مستقرة وخاصةً $\frac{n}{p}$ = ١.

٢-أنوية ذرات العناصر التي عددها الذري من (٢٠ . ٨٣) مستقرة وخاصةً إذا كان $\frac{n}{p}$ > ١.

٣- أنوية ذرات العناصر التي عددها الذري أكثر من ٨٣ فهي غير مستقرة.

٤- الأنوية التي تقع أعلى حزام الاستقرار تكون منها نسبة $\frac{n}{p}$ أكبر من نسبة $\frac{n}{p}$ للأنوية التي تقع على حزام الاستقرار ولذا تميل هذه الأنوية إلى إطلاق جسيمات $_{-1}^{0}\beta$.

٥- الأنوية التي تقع أسفل حزام الاستقرار تكون منها $\frac{n}{p}$ أقل من نسبة $\frac{n}{p}$ للأنوية التي تقع على حزام الاستقرار ولذا تميل هذه الأنوية إلى إطلاق جسيم ألفا.

**س٦/ ما الفرق بين :**
**(أ) القنبلة النووية والقنبلة الهيدروجينية.**
**(ب) جسيمات ألفا وأشعة جاما.**

ج٦/ **(أ) الفرق بين القنبلة النووية والقنبلة الهيدروجينية يوضحها الجدول الآتي:**

| القنبلة النووية | القنبلة الهيدروجينية |
|---|---|
| ■ **الوقود النووي فيها هو اليورانيوم (عنصر ثقيل).** | ■ **الوقود النووي فيها هو أنوية ذرات الهيدروجين (عنصر خفيف).** |
| ■ **نوع التفاعل انشطاري يعتمد على قذف الأنوية بقذائف نووية.** | ■ **نوع التفاعل اندماجي يعتمد على اندماج الأنوية بفعل الحرارة العالية جداً.** |
| ■ **ينتج عنه طاقة هائلة.** | ■ **ينتج عنها طاقة تفوق طاقة الانشطار (القنبلة النووية).** |
| ■ **أضرارها الإشعاعية كبيرة.** | ■ **أضرارها الإشعاعية بسيطة.** |
| ■ **قوتها تعتمد على الإشعاعات الصادرة منها.** | ■ **قوتها تعتمد على خلخلة الهواء الجوي.** |

**(ب) الفرق بين جسيمات ألفا وجسيمات جاما يوضحها الجدول الآتي:**

| الجسيمات والأشعة / وجه المقارنة | ألفا | جاما |
|---|---|---|
| ١) الرمز : | $_{2}^{4}He$ | $\gamma$ |
| ٢) طبيعتها : | أنوية الهيليوم $He^{++}$ | موجات كهرومغناطيسية |
| ٣) كتلتها : | كتلة نواة الهيليوم | ليس لها كتلة |
| ٤) سرعتها : | $\frac{1}{10}$ من سرعة الضوء | تساوي سرعة الضوء |
| ٥) الشحنة : | موجبة | غير مشحونة |
| ٦) قدرتها على النفاذ: | ضعيفة. | كبيرة جداً. |
| ٧) تأثير المجالين الكهربي والمغناطيسي: | تتأثر | لا تتأثر |
| ٨) قدرتها على التأين: | (كبيرة) | (ضعيفة) |
| ٩) التأثير الفوتوجرافي: | تؤثر | تؤثر |

**س٧/ اذكر بعض استخدامات النظائر المشعة.**

ج٧ / استخدامات النظائر المشعة:

١] تقدير عمر الأحافير والأشجار المعمرة.

٢] **في مجال الطب:** حيث يوجد العديد من التطبيقات الإيجابية للنظائر المشعة منها:

أ) يستخدم نظير الراديوم المشع في علاج السرطان.

ب) يستخدم اليود المشع في تشخيص وعلاج أمراض الغدة الدرقية.
جـ) يستخدم نظير الفوسفور المشع في علاج أمراض سرطان الدم.
د) يستخدم الكوبلت المشع $^{60}Co$ في علاج السرطان بالإشعاع.
هـ) يستخدم التكنيتيوم $_{99}Tc$ في تشخيص سرطان العظام.

**س٨/ في المعادلة الآتية:** $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{90}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + .... {}^{1}_{0}n$

**أ) ما نوع هذا التفاعل؟**

**ب) كم الرقم الذي يجب وضعه أمام رمز النيوترون؟**

ج٨/ أ) نوع التفاعل هو تفاعل انشطاري نووي.

ب) الرقم الذي يجب وضعه أمام رمز النيوترون هو [٦] نيوترون.

**س٩/ اذكر أهم الفروق بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية.**

ج٩/ إليك جدول يوضح لك أهم الفروق بين التفاعلات الكيميائية والنووية:

| التفاعلات الكيميائية | التفاعلات النووية |
|---|---|
| ▪ تتم عن طريق إلكترونات الأغلفة الخارجية للذرات دون المساس للنواة. | ▪ تتم عن طريق أنوية ذرات العناصر. |
| ▪ لا يمكن بواسطتها تحويل العنصر إلى عنصر آخر. | ▪ يمكن بواسطتها تحويل العنصر إلى عنصر آخر (لماذا) بسبب تكوين أنوية جديدة. |
| ▪ الطاقة المصاحبة للتفاعل محدودة. | ▪ الطاقة المصاحبة للتفاعل هائلة ولذا تستخدم التفاعلات النووية كإحدى البدائل الهامة للطاقة (علل). |
| ▪ تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزنة وفقاً لقانون بقاء الكتلة. | ▪ تمثل التفاعلات النووية بمعادلات موزنة وفقاً لقانون بقاء الكتلة والطاقة وقانون بقاء العدد الكتلي والذري. |
| ▪ تتم تحت ظروف هينة من درجات الحرارة. | ▪ تتم تحت ظروف شديدة بطريقتين: أ- قذف نواة العنصر بقذائف نووية. ب- رفع درجة حرارة الذرات المتفاعلة إلى ملايين الدرجات. |
| ▪ تتشابه نظائر العنصر الواحد في تفاعلاتها الكيميائية وتعطي نواتج واحدة. | ▪ تختلف نظائر العنصر الواحد في تفاعلاتها النووية وتعطي نواتج مختلفة. |
| ▪ المخاطر الناتجة عنها قليلة ويمكن معالجتها والسيطرة عليها. | ▪ المخاطر الناتجة عنها كبيرة جدا ويصعب معالجتها والسيطرة عليها. |
| ▪ معدل سرعة التفاعل تتأثر بالضغط ودرجة الحرارة والتركيز ووجود الحفاز. | ▪ لا تتأثر التفاعلات النووية بالضغط والحرارة والتركيز ووجود الحفاز. |

**س١٠/ قارن بين الأنواع المختلفة من الجسيمات والأشعة التي تنطلق من نواة مشعة من حيث طبيعتها، وشحنتها، وسرعتها، وقوة نفاذها، وقدرتها على تأين الغازات.**

ج١٠/ المقارنة بين كلاً من جسيمات ألفا وبيتا وجاما يوضحها الجدول الآتي:

| الجسيمات والأشعة / وجه المقارنة | ألفا | بيتا | جاما |
|---|---|---|---|
| ١) الرمز: | $^{4}_{2}He$ | $^{0}_{-1}\beta$ أو $(^{0}_{1}e)$ | $\gamma$ |
| ٢) طبيعتها: | أنوية الهيليوم $He^{++}$ | إلكترونات $e^{-}$ | موجات كهرومغناطيسية |
| ٣) كتلتها: | كتلة نواة الهيليوم | كتلة الإلكترون ٠.٠٠٠٥٤٨ (و.ك.ذ) | ليس لها كتلة |
| ٤) سرعتها: | $\frac{1}{10}$ من سرعة الضوء | $\frac{9}{10}$ من سرعة الضوء | تساوي سرعة الضوء |
| ٥) الشحنة: | موجبة | سالبة | غير مشحونة |
| ٦) قدرتها على النفاذ: | ضعيفة بسبب حجمها الكبير/ شحنتها الموجبة/ قلة سرعتها. | كبيرة نسبياً | كبيرة جداً. |
| ٧) تأثير المجالين الكهربي والمغناطيسي: | تتأثر (كونها مشحونة) | تتأثر (كونها مشحونة) | لا تتأثر (لأنها غير مشحونة) |
| ٨) قدرتها على التأين: | كبيرة ٠لأنها موجبة) | متوسطة | منخفضة جداً ضعيفة. |

| ٩) التأثير الفوتوجرافي: | تـــــؤثـــــــر | تـــــؤثـــــــر | تـــــؤثـــــــر |
|---|---|---|---|

**س١١/ للكلور نظيران هما: $^{35}_{17}Cl$ ، $^{37}_{17}Cl$ ويتواجدان في أي عينة من الكلور بنسبة ١:٣ فإن الكتلة الذرية للكلور هي:**

أ) ٣٥ ب) ٣٧ جـ) ٣٦ **د) ٣٥.٥**

التـوضيــح:

**الكتلة الذرية للكلور = (العدد الكتلي للنظير الأول × نسبته + العدد الكتلي للنظير الثاني × نسبته) ÷ مـجمـــــوع الـــنســـب**

**∴ الكتلة الذرية للكلور = (٣٥ × ٣ + ٣٧ × ١) ÷ (٣ + ١)**

**= ١٤٢ ÷ ٤ = ٣٥.٥**

**س١٢/ اذكر أهم احتياطات السلامة والأمان الواجب اتخاذها عند حدوث تلوث إشعاعي.**

**ج١٢/ أهم احتياطات السلامة والأمان الواجب اتخاذها عند حدوث تلوث إشعاعي هي:**

١) التقليل من فترة التعرض للإشعاعات حيث يُنَبَّه الناس لمغادرة المكان الذي يُحتمل وجود تلوث إشعاعي فيه وذلك بأسرع وقت ممكن.
٢) الابتعاد مسافة كبيرة عن مصدر الإشعاع ففي ذلك يمكن تقليل معدل التعرض للإشعاع بنسبة أربعة أضعاف كلما ضاعفنا المسافة بين المصدر المشع والإنسان طبقاً لقانون التربيع العكسي.
٣) يجب وضع الحواجز السميكة التي تبني من مواد خاصة ذات كثافة عالية مثل معدن الرصاص حيث تساعد على حجز ومنع انتقال الإشعاعات إلى الأماكن المجاورة.