



## الأسئلة

### مصطلحات علمية

١- قانون بقاء الطاقة	الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ، لكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى .
٢- علم الديناميكا الحرارية	العلم الذى يهتم بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها.
٣- الكيمياء الحرارية	العلم الذى يهتم بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية و الكيميائية.
٤- النظام	أى جزء من الكون يكون موضوعاً للدراسة تتم فيه تغيرات فيزيائية أو كيميائية.
٥- الوسط المحيط	الحيز المحيط بالنظام والذى يمكن أن يتبادل معه المادة أو الطاقة على هيئة حرارة أو شغل.
٦- النظام المفتوح	النظام الذى يسمح بتبادل كل من الطاقة والمادة مع الوسط المحيط.
٧- النظام المغلق	النظام الذى يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط.
٨- النظام المعزول	النظام الذى لا يسمح بتبادل أيًا من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط.
٩- السُّعر	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1g) من الماء بمقدار درجة واحدة مئوية $1^{\circ}\text{C}$ .
١٠- الجول	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1g) من الماء بمقدار $\frac{1}{4.18}^{\circ}\text{C}$
١١- القانون الأول للديناميكا الحرارية	الطاقة الكلية لأى نظام معزول تظل ثابتة ، حتى ولو تغير النظام من صورة لأخرى.
١٢- درجة الحرارة	مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، يستدل منه على حالة الجسم من السخونة أو البرودة.
١٣- الحرارة النوعية	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1g) من المادة بمقدار درجة واحدة مئوية ( $1^{\circ}\text{C}$ )
١٤- الإنثالبي المولارى ( المحتوى الحرارى )	مجموع الطاقات المخزنة فى مول واحد من المادة.



١٥- التغير في المحتوى الحرارى ( $\Delta H$ )	الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للنواتج ومجموع المحتوى الحرارى للمتفاعلات.
١٦- المعادلة الكيميائية الحرارية	معادلة كيميائية رمزية موزونة تتضمن التغير في المحتوى الحرارى (الإنتالبي) المصاحب للتفاعل والذي يمثل أحياناً في المعادلة كأحد المتفاعلات أو النواتج.
١٧- التفاعلات الطاردة للحرارة	تفاعلات ينتج عنها طاقة حرارية كنتاج من نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط، فترتفع درجة حرارته.
١٨- التفاعلات الماصة للحرارة	تفاعلات يلزم لحدوثها امتصاص طاقة حرارية من الوسط المحيط ، فتتخفض درجة حرارته.
١٩- طاقة الرابطة	مقدار الطاقة اللازمة لكسر الروابط أو المنطلقة عند تكوين الروابط في مول واحد من المادة.
٢٠- حرارة الذوبان القياسية ( $\Delta H_{sol}^\circ$ )	كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عن إذابة مول من المذاب في كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع في الظروف القياسية.
٢١- حرارة الذوبان المولارية	مقدار التغير الحرارى الناتج عن ذوبان مول من المذاب لتكوين لتر من محلول .
٢٢- الإماهة	ارتباط الأيونات المفككة بجزيئات الماء.
٢٣- حرارة التخفيف القياسية ( $\Delta H_{dil}^\circ$ )	كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل وهو في الحالة القياسية.
٢٤- حرارة الاحتراق ( $\Delta H_c$ )	كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين.
٢٥- حرارة الاحتراق القياسية ( $\Delta H_c^\circ$ )	كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين في الظروف القياسية.
٢٦- حرارة التكوين ( $\Delta H_f$ )	كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية.
٢٧- حرارة التكوين القياسية ( $\Delta H_f^\circ$ )	كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون في حالتها القياسية.



٢٨- قانون هس	حرارة التفاعل مقدار ثابت في الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو على عدة خطوات.
٢٩- الإلكترونات	جسيمات سالبة الشحنة ، كتلتها ضئيلة جدًا تدور حول نواة ذرة العنصر.
٣٠- العدد الذرى	عدد البروتونات داخل نواة ذرة العنصر.
٣١- النيوكلونات	البروتونات أو النيوترونات الموجودة داخل نواة العنصر.
٣٢- العدد الكتلى	مجموع أعداد البروتونات و النيوترونات داخل نواة ذرة العنصر.
٣٣- النظائر	ذرات العنصر الواحد التى تتفق فى عددها الذرى وتختلف فى عددها الكتلى ، لاختلاف عدد النيوترونات فى أنويتها.
٣٤- وحدة الكتل الذرية	$\frac{1}{12}$ من كتلة نظير الكربون $^{12}\text{C}_6$
٣٥- القوى النووية القوية	قوى تعمل على ترابط النيوكلونات داخل النواة.
٣٦- طاقة الترابط النووى	كمية الطاقة المكافئة لمقدار النقص فى كتلة مكونات النواة.
٣٧- العنصر المستقر	عنصر تبقى نواة ذرته ثابتة بمرور الزمن دون حدوث أى نشاط إشعاعى.
٣٨- العنصر غير المستقر	عنصر تتحلل نواة ذرته بمرور الزمن ، نتيجة حدوث نشاط إشعاعى.
٣٩- الكوارك	جسيم أولى لا يوجد منفردًا ، وتتكون منه جميع النيوكليونات.



## ثانيًا : ما معنى قولنا أن :

١- الحرارة النوعية للماء  $4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$  : أى أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من الماء بمقدار

$1^\circ\text{C}$  تساوى 4.18J

٣- قيمة  $\Delta H$  لتفاعل ما بإشارة موجبة : أى أن هذا التفاعل ماص للحرارة.

٤-  $H_{\text{prod}} < H_{\text{react}}$  لتفاعل ما : أى أن هذا التفاعل طارد للحرارة.

٥- حرارة ذوبان بروميد الليثيوم تساوى  $-49 \text{ kJ/mol}$  : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ذوبان مول واحد من

بروميد الليثيوم فى كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع تساوى 49 kJ

٦- حرارة الذوبان المولارية لحمض الكبريتيك تساوى  $-71.06 \text{ kJ/mol}$  : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند

ارتباط أيونات الفضة بجزيئات الماء تساوى 510kJ

٧- طاقة إمالة أيونات الفضة تساوى  $-510 \text{ J/mol}$  : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ارتباط أيونات الفضة

بجزيئات الماء تساوى 510kJ

٨- احتراق مول من غاز البروبان ينتج عنه  $2323.7 \text{ kJ}$  : أى أن  $\Delta H_c$  لغاز البروبان تساوى 2323.7kJ

٩- HCl مركب ثابت حراريًا : أى أن محتواه الحرارى أكبر من المحتوى الحرارى لعناصره الأولية.

١٠- تكوين مول من مركب HBr ينطلق عنه  $36 \text{ kJ}$  : أى أن مركب ثابت حراريًا ( $\Delta H_f^\circ = -36 \text{ kJ/mol}$ ).

١١- تكوين مول من مركب HI يحتاج امتصاص  $26 \text{ kJ}$  : أى أن مركب غير ثابت حراريًا ( $\Delta H_f^\circ = +26 \text{ KJ/mol}$ )



## ثالثًا : علماء و إسهاماتهم :

- ١- رذرفورد : \* وضع نموذج رذرفورد الذرى والذى افترض فيه ما يلى :
    - يوجد فى مركز الذرة نواة صغيرة موجبة الشحنة.
    - تدور الإلكترونات حول النواة على بُعد كبير نسبياً منها.
    - الذرة معظمها فراغ ، حيث أن حجم النواة صغير جدًا بالنسبة لحجم الذرة.
    - تتركز كتلة الذرة فى النواة.
  - \* أثبت عام ١٩١٩ أن نواة الذرة تحتوى على بروتونات موجبة الشحنة.
  - \* أجرى عام ١٩١٩ أول تفاعل تحول نووى صناعى للعناصر.
  - ٢- بور : \* وضع نموذج بور الذرى الذى افترض فيه أن الإلكترونات سالبة الشحنة تدور حول النواة فى مدارات معينة ثابتة ، أطلق عليها اسم مستويات الطاقة.
  - ٣- شادويك : \* اكتشف عام ١٩٣٢ أن النواة تحتوى على نيوترونات متعادلة الشحنة.
  - ٤- أينشتين : \* وضع معادلة رياضية توضح العلاقة بين الكتلة والطاقة.
  - ٥- مورى جليمان : \* اقترح أن الهادرون عبارة عن تجمع من اثنين أو ثلاثة كواركات.
- رابعًا : أهم المقارنات :

(٢)	التفاعلات الطاردة للحرارة	التفاعلات الماصة للحرارة
التعريف	تفاعلات ينطلق عنها طاقة حرارية كنتاج من نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط	تفاعلات يلزم لحدوثها امتصاص طاقة حرارية من الوسط المحيط
اتجاه انتقال الحرارة	* تنتقل فيها الطاقة الحرارية من النظام إلى الوسط المحيط مما يؤدي إلى : - انخفاض درجة حرارة النظام - ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط	* تنتقل فيها الطاقة الحرارية من الوسط المحيط إلى النظام مما يؤدي إلى : - ارتفاع درجة حرارة النظام - انخفاض درجة حرارة الوسط المحيط
التغير فى المحتوى الحرارى ( $\Delta H$ )	قيمة $\Delta H$ لها بإشارة سالبة لأن المحتوى الحرارى للنواتج أقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.	قيمة $\Delta H$ لها بإشارة موجبة لأن المحتوى الحرارى للنواتج أكبر من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.

# كيمياء



<p>* تفاعل تفكك كربونات الماغنسيوم بالحرارة إلى أكسيد ماغنسيوم وغاز <math>\text{CO}_2</math></p> $\text{MgCO}_3(s) \xrightarrow{\Delta} \text{MgO}(s) + \text{CO}_2(g)$ <p><math>\Delta H = + 117.3 \text{ kJ/mol}</math></p>	<p>* تفاعل اتحاد غازى الهيدروجين والأكسجين لتكوين الماء</p> $\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ <p><math>\Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol}</math></p>	<p>مثال</p>
---	--	-------------

## خامساً : مسائل هامة :

(١) باستخدام المسعر الحرارى تم حرق 0.28 g من قود البروبانول فارتفعت درجة حرارة الماء بمقدار  $21.5^\circ\text{C}$  فإذا علمت أن كتلة الماء فى المسعر 100g احسب كمية الحرارة الناتجة عن احتراق هذه الكمية من القود.

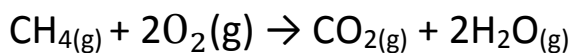
### الحل :

$$q = mc \Delta t$$

$$= 100 \times 4.18 \times 21.5$$

$$= 9030 \text{ J}$$

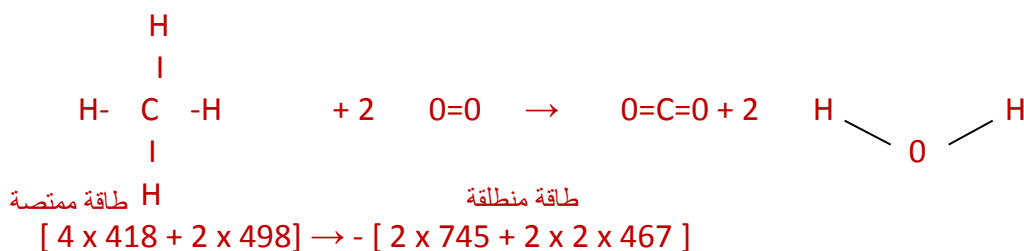
(٢) احسب حرارة التفاعل التالى ، وحدد ما إذا كان التفاعل طارداً أو ماصاً للحرارة.



علمًا بأن طاقة الروابط مقدرة بوحدة  $\text{kJ/mol}$  كما يلى :

C=O	O-H	C-H	O=O
745	467	413	498

### الحل:

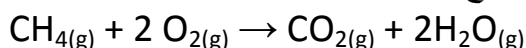


$$\Delta H = 2648 + (-3358) = -710 \text{ kJ/mol}$$

∴ التفاعل طارد للحرارة لأن  $(\Delta H)$  سالبة

(٣) إذا كانت حرارة تكوين الميثان  $\text{kJ/mole}$  (-74.6) وثانى اكسيد الكربون  $\text{kJ/mol}$  (-393.5) وبخار الماء

$\text{kJ/mol}$  (-241.8) احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الموضح







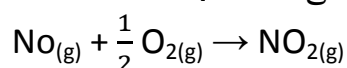
الحل :

$$\Delta H_f^\circ = \text{نواتج} \quad H_f^\circ \quad - \quad \text{متفاعلات} \quad H_f^\circ$$

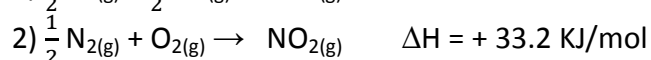
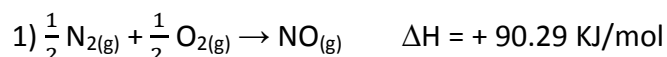
$$\Delta H_f^\circ = (-393.5) + 2 \times (-241.8) - (-74.6)$$

$$= 802.5 \text{ KJ/mol}$$

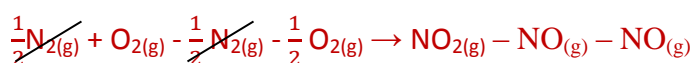
٤) احسب حرارة التفاعل لاحتراق غاز NO (أكسيد النيتريك) لتكوين غاز NO<sub>2</sub> كما في المعادلة:



مستخدمًا المعادلتين التاليتين



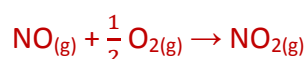
الحل : بطرح المعادلة (1) من المعادلة (2)



$$\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1$$



$$\Delta H = -57.09 \text{ KJ/mol}$$



$$\Delta H = -57.09 \text{ KJ/mol}$$

٥) احسب كمية الطاقة الناتجة عن تحول 5g من مادة إلى طاقة مقدرة بالجول و بالمليون إلكترون فولت.

الحل :

$$E = m \quad C^2$$

$$= \frac{5}{1000} \times (3 \times 10^8)^2 = 45 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$= \frac{5}{1.66 \times 10^{-24}} \times 931 = 2.8 \times 10^{27} \text{ Mev}$$



## سادساً : أهم التعليقات :

- ١- يعتبر الترمومتر الطبى نظام مغلق ؟  
- لأنه يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط.
- ٢- الحرارة النوعية خاصية مميزة للمادة ؟  
- لأنها مقدار ثابت للمادة ويختلف من مادة لأخرى ولا يعتمد على الكتلة.
- ٣- يختلف المحتوى الحرارى من مادة لأخرى.  
- لأختلاف المواد عن بعضها فى نوع وعدد الذرات و الترابط بينهما.
- ٤- التفاعلات الطاردة للحرارة تكون مصحوبة بانطلاق قد من الطاقة الحرارية  
- لأن المحتوى الحرارى للنواتج أقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.
- ٥- ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء طارد للحرارة؟  
- لأن طاقة الاماهة أكبر من طاقة تفكك الجزيئات إلى أيونات.
- ٦- يتم اللجوء لطرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل أحياناً؟

## لعدة اسباب :

- أ- اختلاط المتفاعلات أو النواتج بمواد أخرى.
- ب- البطء الشديد لبعض التفاعلات.
- ج- خطورة قياس حرارة التفاعل بطرق تجريبية.
- د- صعوبة قياس حرارة التفاعل فى الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة.
- ٧- أهمية قانون هس فى الكيمياء الحرارية ؟  
- حساب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعلات التى لا يمكن قياسه لها بطريقة مباشرة.
- ٨- الكتلة الفعلية لنواة أى ذرة أقل من مجموع كتل مكوناتها؟  
- لتحول جزء من كتلة مكونات النواة إلى طاقة ترابط نووى.
- ٩- تعتبر طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون مقياساً مناسباً لمدى الاستقرار النووى؟  
- لأن ثبات الأنوية يزداد بزيادة قيمة طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون.



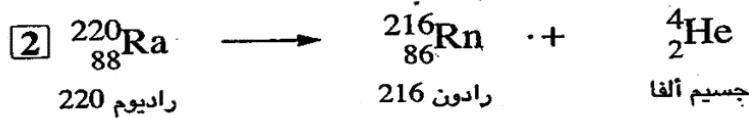
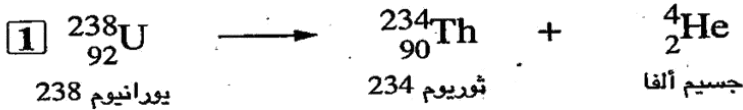


## ٢ علماء وإسهاماتهم

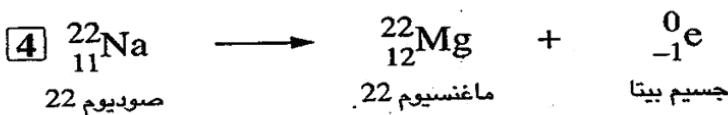
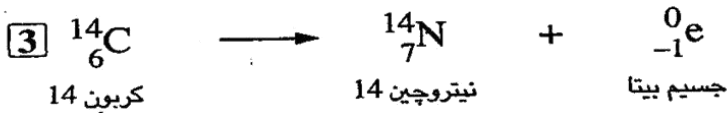
هنري بيكريل	* اكتشف ظاهرة النشاط الإشعاعي الطبيعي.
ماري كوري	* اهتمت بدراسة ظاهرة النشاط الإشعاعي الطبيعي وتعتبر أول من أطلق عليها هذا الاسم.

## ٣ معادلات نووية

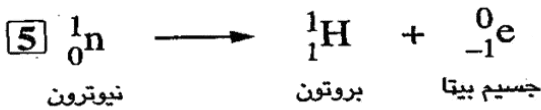
\* عند انبعاث جسيم ألفا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر جديد، عدده الذري أقل بمقدار 2 وعدده الكتلي أقل بمقدار 4 بالنسبة للنواة الأم :



\* عند انبعاث جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر جديد، عدده الذري أكبر بمقدار 1، بينما لا يتغير عدده الكتلي بالنسبة للنواة الأم :

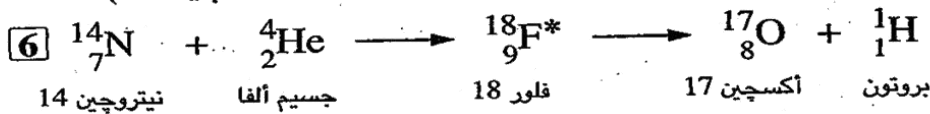


\* تحول نيوترون إلى بروتون يصاحبه انبعاث جسيم بيتا :



\* تفاعلات التحول الصناعي للعناصر :

- استخدام جسيم ألفا كقذيفة (تحول نظير النيتروجين 14 إلى نظير الأكسجين 17) :





## الباب الخامس

### الفصل الثاني

#### النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية

#### مصطلحات علمية

١

التفاعلات النووية	تفاعلات تتضمن تغير في تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة عند تصادم أنوية الذرات المتفاعلة.
عمر النصف	الزمن الذي يقل فيه عدد أنوية العنصر المشع إلى النصف.
تفاعلات التحول الصناعي للعناصر	تفاعلات نووية يتم فيها قذف نواة عنصر ما (يُعرف بالهدف) بجسيم ذو طاقة حركة مناسبة (يُعرف بالقذيفة)، فتتحول إلى نواة جديدة في صفاتها الفيزيائية والكيميائية.
الانشطار النووي	تفاعل يتم فيه قذف نواة ثقيلة بقذيفة نووية خفيفة، ذات طاقة حركة منخفضة، فتتنشط إلى نواتين متقاربتين في الكتلة، وعدد من النيوترونات وطاقة هائلة.
التفاعل المتسلسل	تفاعل نووي انشطاري، تستخدم النيوترونات الناتجة منه كقذائف، بشكل يضمن استمراره تلقائياً بمجرد بدئه.
الحجم الحرج	كمية اليورانيوم 235 التي يقوم فيها نيوترون واحد - في المتوسط - من كل تفاعل ببدء تفاعل جديد.
الاندماج النووي	عملية دمج نواتين خفيفتين، لتكوين نواة عنصر آخر أثقل منهما وكتلتها أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة.
الإشعاعات المؤينة	الإشعاعات التي تحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض لها.
الإشعاعات غير المؤينة	الإشعاعات التي لا تحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض لها.





## مقارنات

٤

١	أشعة ألفا	أشعة بيتا	أشعة جاما
الرمز	$\alpha$	$\beta^-$	$\gamma$
الطبيعة	نواة ذرة هيليوم ${}^4_2\text{He}$	إلكترون نواة ${}^0_{-1}\text{e}$	فوتون عالي الطاقة
الكتلة	أربعة أمثال كتلة البروتون تقريباً	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	عديمة الكتلة
القدرة على النفاذ	ضعيفة	متوسطة	عالية جداً
القدرة على تأين الغازات	عالية جداً	عالية	منخفضة
التأثر بالمجال الكهربى	تنحرف ناحية القطب السالب	تنحرف ناحية القطب الموجب	لا تتأثر بالمجال الكهربى
التأثر بالمجال المغناطيسى	تتأثر بانحراف صغير	تتأثر بانحراف كبير	لا تتأثر بالمجال المغناطيسى

٢	التفاعلات الكيميائية	التفاعلات النووية
* تتم عن طريق إلكترونات مستوى الطاقة الخارجى.	* تتم عن طريق نيوكلونات النواة.	
* لا تؤدي إلى تحول العنصر إلى عنصر آخر.	* تؤدي إلى تحول العنصر إلى نظيره أو إلى عنصر آخر.	
* نظائر العنصر الواحد تعطى نفس النواتج.	* نظائر العنصر الواحد تعطى نواتج مختلفة.	
* تكون مصحوبة بانطلاق أو امتصاص قدر محدد من الطاقة.	* تكون مصحوبة بانطلاق كميات هائلة من الطاقة.	





الإشعاعات غير المؤينة	الإشعاعات المؤينة	٣
الإشعاعات التي لا تحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض لها	الإشعاعات التي تحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض لها	التعريف
<ul style="list-style-type: none"> <li>* أشعة الراديو.</li> <li>* أشعة الميكروويف.</li> <li>* الأشعة تحت الحمراء.</li> <li>* الأشعة فوق البنفسجية.</li> <li>* أشعة الليزر.</li> <li>* الضوء المرئي.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* أشعة ألفا.</li> <li>* أشعة بيتا.</li> <li>* أشعة جاما.</li> <li>* الأشعة السينية.</li> </ul>	أمثلة
<ul style="list-style-type: none"> <li>* الإشعاعات الصادرة من أبراج تقوية المحمول قد تسبب تغيرات فسيولوجية في الجهاز العصبي تظهر على هيئة : صداع ، دوار ، إعياء ، وقد يصل الأمر إلى فقدان الذاكرة.</li> <li>* المجال المغناطيسي والكهربي لأشعة الراديو يؤثر على خلايا الجسم حيث يسبب ارتفاع درجة حرارتها.</li> <li>* وضع الحاسب المحمول (اللاب توب) على الركبتين يؤثر على الخصوبة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* إتلاف الخلية الحية وتكسير الكروموسومات الموجودة بداخلها وإحداث بعض التغيرات الجينية بها.</li> <li>* استمرار التعرض يؤدي إلى : <ul style="list-style-type: none"> <li>- منع أو تأخر انقسام الخلايا، أو زيادة معدل انقسامها وهو ما يؤدي إلى تكون الأورام السرطانية.</li> <li>- حدوث تغيرات مستديمة في الخلايا تنتقل وراثيًا إلى الأجيال التالية.</li> <li>- موت الخلايا.</li> </ul> </li> </ul>	الأضرار

## قوانين

٥

$$\text{عمر النصف } (t_{1/2}) = \frac{\text{الزمن الكلي للتحلل } (t)}{\text{عدد مرات التحلل } (D)}$$

**مثال** احسب عمر النصف لعنصر مشع، إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days

$$12 \text{ g} \xrightarrow{(1) \quad t_{1/2}} 6 \text{ g} \xrightarrow{(2) \quad t_{1/2}} 3 \text{ g} \xrightarrow{(3) \quad t_{1/2}} 1.5 \text{ g}$$

$$\therefore D = 3$$

$$\therefore t_{1/2} = \frac{t}{D} = \frac{45}{3} = 15 \text{ days}$$





## ٣. (٦) تفاعلات هامة

(١) لا يستخدم في المفاعلات الانشطارية كمية من اليورانيوم كتلتها أكبر بكثير من الكتلة الحرجة. لكي تؤدي التفاعلات الانشطارية المتسلسلة الحادثة بداخل هذه المفاعلات إلى إنتاج طاقة دون حدوث انفجار.

(٢) تتزايد الطاقة الناتجة من التفاعل الانشطاري المتسلسل لليورانيوم 235 باستمرار التفاعل. للزيادة المستمرة في أعداد النيوترونات المستخدمة في عملية شطر أنوية اليورانيوم.

(٣) حدوث تفاعلات نووية اندماجية داخل نجم الشمس وصعوبة تحقيق ذلك في المختبرات. لأن التفاعلات النووية الاندماجية تتم عند درجة حرارة مرتفعة جداً من رتبة  $10^7$  درجة كلفينية.

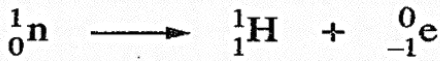
(٤) \* تسمية الإشعاعات المؤينة بهذا الاسم.

\* تعتبر الأشعة السينية من الإشعاعات المؤينة.

لأنه عند سقوط هذه الأشعة على أى جسم، تتصادم مع الذرات المكونة له، مسببة تأينها.

(٥) عند خروج جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر، يتكون عنصر جديد عدده الذرى أكبر بمقدار 1، في حين لا يتغير العدد الكتلى.

لأن جسيم بيتا ينتج من تحول نيوترون إلى بروتون.



(٦) \* لا يؤدي انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع إلى حدوث تغير في العدد الكتلى أو العدد الذرى.

\* عدم حدوث تحول عنصري عند انبعاث إشعاع جاما من نواة ذرة عنصر مشع. لأنها عبارة عن فوتونات عديمة الكتلة والشحنة.

(٧) كبر طاقة فوتونات أشعة جاما.

لكبر تردد موجاتها وصغر أطوالها الموجية.

(٨) \* يُعتبر النيوترون من أفضل القذائف.

\* يستخدم النيوترون كعذيفة نووية في التفاعل الانشطاري.

لأنه لا يحتاج إلى سرعة عالية لاختراق النواة حيث أنه جسيم متعادل الشحنة، لا يلاقى تنافراً مع الإلكترونات المحيطة بالنواة.