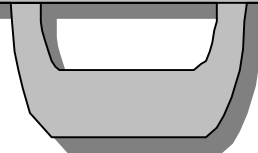


**الوحدة الرابعة**  
**الفيزياء الذرية**  
*Atomic Physics*



تعتبر الفيزياء الذرية التي سيدرسها الطالب في هذه الوحدة مقدمة في ميكانيكا الكم و التركيب الذري المعقد، وتبين الأوجه التي فشلت فيها الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الظواهر الذرية. وهذه الوحدة هي الأساس لدى الطالب لدراسة فيزياء الذرة والفيزياء النووية والطاقة النووية لما تحتويه من أفكار ومفاهيم

ونهدف من دراستنا للفيزياء الذرية إلى معرفة بعض القوانين التي تحكم القوى التي تربط مكونات النواة، ويغطي المحتوى معظم جوانب التركيب الذري والتي سبق وأن درس الطالب بعضاً منها في الصف العاشر، كما نعالج بعض الموضوعات باستخدام بعض مفاهيم الفيزياء الحديثة والتي هي أساس دراسة الفيزياء الذرية.

تتضمن الوحدة فصلين هما :

- تطور النموذج الذري.
- الطاقة النووية.

حيث سيدرس الطالب في الفصل السابع مراحل تطور الذرة من خلال دراستهم للنماذج الذرية وتطورها والأطياف الذرية وما يرتبط بها من تطبيقات رياضية وعملية، أما في الفصل الثامن فسوف يدرس الطالب الطاقة النووية بدءاً بدراسة إشعاعات النواة وصولاً إلى الطاقة النووية ذاتها وكيف أمكن الحصول عليها في عمليتي الانشطار والاندماج النوويين ومن ثم بناء المفاعل النووي من أجل الاستفادة منها في الأغراض المختلفة، وتشتمل هذه الوحدة على بعض التطبيقات والأمثلة والاستكشافات والتجارب العملية التي تعزز من فهم الطالب للمحتوى.

## إجابات أسئلة مقدمة الوحدة

١. لأنه شبه النموذج الذري بنظام المجموعة الشمسية، حيث أن حركة الإلكترونات حول النواة تشبه حركة الكواكب حول الشمس.
٢. بتطبيق فرض دي برولي حيث أن الأجسام المتحركة تمتلك طولاً موجياً يساوي ثابت بلانك مقسوماً على كمية تحركها شأنها في ذلك شأن الفوتون فلا بد أن يكون لهذه الأجسام حركة موجية إلا أنه يستحيل رؤية الحركة الموجية للأجسام الكبيرة، وذلك لصغر طولها الموجي مقارنة بكتلتها.
٣. في المدى القريب : انطلاق طاقة حرارية هائلة أدت إلى موت الكائنات الحية الموجودة في المنطقة وتهدم المباني والمنشآت.
- في المدى البعيد : إشعاع متواصل للنظائر المشعة الناتجة من الانشطار والتي تسبب الكثير من الأمراض.
٤. إن الطاقة الناتجة من التفاعلات النووية كبيرة جداً مقارنة بالطاقات المعروفة ، ولذلك يتم استغلالها في توليد الطاقة الكهربائية وتسيير الغواصات ومحطات تحليه المياه وإنتاج النظائر والصناعات الثقيلة وغيرها من المجالات التي تحتاج إلى طاقة كبيرة .

## الفصل السابع : تطور النموذج الذري *The Development of Atomic Model*

### افتتاح الفصل

لقد تعرف الطالب على مفهوم الذرة وتطور النموذج الذري من خلال دراسته لبنية المادة والتركيب الإلكتروني في الصف العاشر الأساسي، وتكونت لديه معرفة بالعديد من المفاهيم والمصطلحات الفيزيائية المرتبطة بها كالكشف عن الإلكترون والبروتون وكذلك تصور بعض العلماء للذرة ومكوناتها.

في هذا الفصل سوف يدرس الطالب تطور النموذج الذري بشكل أعمق بما يتناسب مع مستواه العقلي في هذه المرحلة، حيث سيدرس النماذج الأولى للذرة وتجارب العلماء لاكتشاف الذرة بدءاً باكتشاف الإلكترون وتصور تومسون وتجربة رذرفورد وصولاً إلى الأطياف الذرية المشعة، كما سيتعرفون على مفاهيم علمية جديدة ترتبط بتطور النموذج الذري مثل: الشحنة النسبية، الطبيعة الموجية للمادة وما يتعلق بها من تطبيقات وصيغ رياضية، ومصطلحات علمية ودراساتها وصفيًا ورياضيًا.

كما سينفذ الطلاب في هذا الفصل تجربتين عمليتين تعززان فهمهم لفيزياء الذرة حيث سيقومون بدراسة أشعة المهبط عملياً من خلال تنفيذهم لتجربة تومسون، وكذلك دراسة الطبيعة الموجية للإلكترون عملياً باستخدام أنبوبة الحيوود.

## ٧ - ١ اكتشاف الإلكترون وخواصه *Discovery of The Electron and its Properties*

مخرجات التعلم:

### ١٢ - ٧ وصف الطبيعة الكهربائية للذرة

أ. وصف المادة على أساس أنها تحتوي جسيمات منفصلة موجبة وسالبة.

م٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

### التقديم والتنظيم :

- أطلب إلى الطلاب أن يقارنوا بين : الإلكترون ، البروتون ، النيوترون من حيث الكتلة و الشحنة.
- اشرح لهم تركيب أنبوبة التفريغ الغازي عملياً، وفي حالة عدم توافرها يمكن أن تعرض عليهم الشكل ( ٧ - ١ ) في شفافية وتشرح لهم مكوناتها كما يمكنك أن تشرح مكونات الأنبوبة من خلال جهاز تومسون أو أنبوبة الحيود إذ تعتبر أنابيب تفريغ غازي.
- قم بعرض عملي - إن أمكن - لحركة الإلكترونات داخل أنابيب التفريغ الغازي.
- اعرض فيلماً مرئياً - إن أمكن - لحركة الإلكترونات داخل أنابيب التفريغ الغازي.

## ٧ - ٢ تجربة تومسون *Thomson Experiment*

مخرجات التعلم:

### ١٢ - ٧ وصف الطبيعة الكهربائية للذرة

ب. شرح الكيفية التي أسهم بها اكتشاف أشعة المهبط في تطوير النماذج الذرية.

ج. شرح تجربة ج. ج. تومسون ودلالة وأهمية نتائجها بالنسبة للعلوم والتكنولوجيا.

م ١٢-١-٢ تنفيذ خطوات تجربة وضبط متغيراتها.

ح. إجراء تجربة لتحديد الشحنة النسبية للإلكترون (شحنة الإلكترون إلى كتلته  $e/m$ ).

م ١٢-٣-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

س. تحديد كتلة الإلكترون من بيانات تجريبية معلومة.

م ١٢-٤-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

#### التقديم والتنظيم :

- اعرض على الطلاب جهاز تومسون وناقشهم في تركيبه.
- ناقشهم حول سلوك الإلكترونات عندما تدخل مجالاً كهربائياً، وكذلك تأثيرها بالمجال المغناطيسي.
- وضح لهم دور كل من لوحى المجال الكهربائي وملفى المجال المغناطيسي في جهاز تومسون ودوره في التجربة.
- درّب الطلاب على كيفية اشتقاق الصيغة الرياضية لحساب الشحنة النسبية للإلكترون في تجربة تومسون.
- وجه الطلاب إلى إجراء الدرس العملي (٧) وذلك لقياس الشحنة النسبية للإلكترون عملياً.
- عند إجراء تجربة تومسون حاول مراعاة الآتي:
- وضح للطلاب أن الهدف من التجربة هو : قياس الشحنة النسبية للإلكترون عملياً.
- في المواد و الأدوات اللازمة لهذه التجربة تأكد من صلاحية أنبوبة المهبط ومدى فاعليتها لإجراء التجربة.
- يجب إشراك الطلاب في توصيل الدائرة وأخذ القراءات الصحيحة في التجربة.
- تأكد من وصل الدائرة بشكلها الصحيح كما هو موضح في الكراس العملي.

- نبه الطلاب أثناء أداء التجربة إلى عدم غلق وفتح مصدر التيار المرتبط بالفتيل بشكل مستمر لأن ذلك يؤدي إلى تلفه.

- في التحليل و التفسير:

١- يقوم الطالب بحساب الشحنة النسبية للإلكترون باستخدام القانون :

$$\frac{e}{m_e} = \frac{V}{2d^2} \left( \frac{r}{0.72uNI} \right)^2$$

سيحصل على قيمة تقريبية تعتمد على أدائه في التجربة، من ثم أطلب إليهم مقارنتها مع القيمة النظرية لها .

٢- عند استخدام جهد عالي فإن الإلكترون يكتسب طاقته الحركية نتيجة لجهد المصعد.

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = e V_a \quad \text{حيث } V_a \text{ جهد المصعد} \quad \text{أي أن}$$

$$\frac{e}{m_e} = \frac{v^2}{2 V_a} \quad (١) \quad \text{وبالتالي}$$

وعندما يتحرك شعاع في خط مستقيم دون انحراف تحت تأثير المجالين الكهربائي و المغناطيسي فإن:

$$v = \frac{E}{B}$$

وحيث أن شدة المجال الكهربائي المنتظم ( $E$ ) بين أي لوحين متوازيين فرق الجهد بينهما  $V$  وتفصل بينهما مسافة ( $d$ ) هو:

$$E = \frac{V}{d}$$

$$v = \frac{V}{dB}$$

فإن (٢)

بالتعويض عن قيمة  $v$  من المعادلة (٢) في المعادلة (١) نجد أن :

$$\frac{e}{m_e} = \frac{V^2}{2d^2 B^2 V_a}$$

٣- ستتأفر الإلكترونات أمام اللوح السالب ولن تدخل منطقة المجال الكهربائي.

- تأكيداً لنتائج التجربة العملية اطلب إلى الطلاب قسمة شحنة الإلكترون ( $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) على كتلته ( $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ) للحصول على قيمة الشحنة النسبية رياضياً ومقارنتها بكل من: القيمة الفعلية المتعارف عليها عملياً ( $1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ ) وبنتيعة التجربة التي حصل عليها الطالب.

- فسر للطلاب اختلاف قيمة الشحنة النسبية المتعارف عليها عن القيمة الناتجة من التجربة.

- اطلب إلى الطلاب رسم جهاز تومسون في دفاترهم وتوضيح مسارات الأشعة عندما يكون شعاع الإلكترونات: تحت تأثير المجال الكهربائي فقط، المغناطيسي فقط، في حالة الاتزان.



١.

- وجود فرق جهد عالي جدًا بين المهبط و المصعد.
- تتأثر أشعة المهبط بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي لكونها تحمل شحنة (سالبة)

٢.

$$\frac{1}{2} m v^2 = eV \quad \text{من المعادلة :}$$

$$\therefore \frac{1}{2} (9.1 \times 10^{-31}) v^2 = (1.6 \times 10^{-19})(10 \times 10^3)$$

$$v = \sqrt{\frac{2(1.6 \times 10^{-19})(10 \times 10^3)}{(9.1 \times 10^{-31})}} = 6 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{Br} \quad \text{من المعادلة}$$

$$\therefore 1.76 \times 10^{11} = \frac{6 \times 10^7}{0.4 r}$$

$$r = \frac{6 \times 10^7}{(0.4)(1.76 \times 10^{11})}$$

$$r = 8.5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

مخرجات التعلم:

١٢ - ٧ وصف الطبيعة الكهربائية للذرة

د. تقديم شرح نوعي لأهمية ودلالة نتائج تجربة التشتت لردفورد من حيث فهم العلماء للحجم والكتلة النسبيين للنواة والذرة.

١٢ - ٨ وصف تكميم الطاقة في الذرات والأنوية.

أ- وصف كيف أن انبعاث الإشعاع الكهرومغناطيسي بواسطة الشحنات المتسارعة يُضعف من النموذج الكلاسيكي للذرة.

٤م - ١٢ - ٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

التقديم والتنظيم :

- اعرض على الطلاب نموذج تومسون من خلال شفافية، وشرح لهم كيفية تصور تومسون للذرة وكأنها برتقالة تتوزع داخلها البذور.

- اقترح عليهم تصميم نموذج تومسون باستخدام خامات البيئة المتوفرة.

- اشرح لهم كيف استطاع رذرفورد إثبات خطأ نموذج تومسون من خلال تجربته الشهيرة عندما

قذف صفيحة رقيقة من الذهب بجسيمات ألفا، وخلص بنتائج تتعارض مع تصور تومسون للذرة

- اعرض عليهم نتائج تجربة رذرفورد ووضح لهم سلوك جسيمات ألفا عند اصطدامها بشريحة الذهب

من خلال الأشكال المعروضة في كتاب الطالب أو أشكال أخرى توضح نتائج التجربة من مصادر مختلفة.

- من خلال النتائج التي توصل لها رذرفورد أطلب إليهم رسم الذرة حسب هذا التصور وتفسير الأشكال التي تم التوصل إليها.
- ووجه الطلاب إلى تنفيذ الاستكشاف ( ١ )، اشرف على المجموعات الطلابية وتأكد من صحة إجراءاتهم أثناء الاستكشاف.
- ناقشهم في أوجه النقد التي تعرض لها نموذج رذرفورد.

### الاستكشاف ( ١ ) : استكشاف النموذج الذري

الإعداد المسبق: تأكد من وجود العدد الكافي والملائم من الورق المقوى قبل إجراء الاستكشاف بوقت كاف.

الزمن المطلوب : ٢٠ دقيقة .

حجم المجموعة : ٤ - ٥ طلاب .

#### الإجراءات :

١. اطلب إلى الطلاب إتباع الإجراءات الواردة في كتاب الطالب، وقدم لهم المساعدة عند الحاجة.

٢. ناقشهم أثناء الاستكشاف بطرح عدد من الأسئلة مثل:

- ما الهدف من هذا الاستكشاف؟
- ماذا يمثل الجسم الموضوع تحت الورق المقوى؟
- لماذا نقوم بقذف الكرات الزجاجية (الجلول) تحت الورق المقوى؟
- ماذا يمثل مسار كرات في هذا الاستكشاف؟

٣. اطلب إلى كل مجموعة حل أسئلة التحليل والتفسير في أثناء أداء الاستكشاف ثم ناقش المجموعات في نهاية الاستكشاف.

## التحليل والتفسير :

١. يختلف الوصف من طالب إلى آخر

٢. نموذج رذرفورد.

### إجابة اختبار فهمك ( ٢ )

١. من خلال تجربته الشهيرة التي قام فيها بقذف صفيحة رقيقة من الذهب بجسيمات ألفا، ولاحظ: أن معظم جسيمات  $\alpha$  تنفذ دون أن يعاني أي انحراف، وأن بعضاً منها يعاني انحرافاً بينما يترد القليل منها إلى الوراء، فاستنتج من ذلك أن معظم الذرة فراغ وأن كتلة الذرة تتركز في النواة موجبة الشحنة، وهذا يتناقض مع تصور تومسون للذرة.

٢. بسبب قوة الجذب المركزية.

٣. يدل على أنها تنافرت مع جسم ثقيل جداً موجب الشحنة.

## ٧ - ٤ الأطياف الذرية والنموذج الذري الحديث

### *Atomic spectra And The New structure of the atom*

مخرجات التعلم:

١٢-٨ وصف تكميم الطاقة في الذرات والأنوية.

ب. وصف كيف أن كل عنصر له طيف خطي مميز وخاص به.

ج. توضيح الخصائص والظروف اللازمة لإنتاج طيف الانبعاث الخطي وصفيًا.

د- توضيح مفهوم حالات الاستقرار الذري وكيفية تفسيرها لطيف الذرات والجسيمات الذي تتم ملاحظته وصفيًا.

هـ. حساب فرق الطاقة بين المستويات باستخدام قانون بقاء الطاقة والخصائص الملاحظة للفوتون المنبعث.

م٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

م١-١٢-١ طرح أسئلة لتسهيل عملية الاستقصاء ، والتنبؤ بنتائج أحداث معينة بناء على معلومات سابقة.

ح. التنبؤ بالظروف المطلوب توفرها لانبعاث الطيف الخطي.

ط. التنبؤ بتحويلات الطاقة في ذرة الهيدروجين باستخدام رسوم توضح مستويات الطاقة.

م٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

ع. التعرف على العناصر الموجودة في عينة لطيف خطي من خلال مقارنتها بخطوط ممثلة عن الأطياف الخطية للعناصر.

### التقديم والتنظيم

- اعرض على الطلاب صوراً تبين شكل خطوط الطيف المنبعث من بعض الغازات المثارة.

- في حالة وجود كشاف الطيف (spectroscope)، دعهم يشاهدون عملياً الطيف المنبعث من ذرات أحد العناصر المثارة ( كالتيف المنبعث من ذرات الصوديوم من خلال استخدام مصباح بخار الصوديوم والطيف المنبعث من مصباح بخار الزئبق )، وقارنها بصور أطيف هذه العناصر الموجودة في المراجع المختلفة.
- أعرض عليهم باستخدام الرسوم كيف تترتب خطوط الطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين حسب متسلسلة بالمر.
- قارن بين متسلسلات الخط الطيفي في كل من: متسلسلة ليمان، وبالمر، وباشن.
- وضح لهم رؤية بور لنموذج رذرفورد، وناقشهم في الفروض التي وضعها بور ليصبح نموذج رذرفورد مقبولاً.
- من خلال الفرض الثاني لبور يمكنك أن تشتق مع الطلاب العلاقة الرياضية التي تعطي أنصاف أقطار الإلكترونات حول مداراتها، وحساب نصف قطر بور فعلياً.
- ساعدهم في اشتقاق الصيغة الرياضية التي تعطي الطاقة الكلية للإلكترون في مداره.
- من الطرح السابق وجه الطلاب إلى اشتقاق الصيغة التي من خلالها يمكن حساب الطول الموجي للطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين.
- درّب الطلاب على حل أمثلة رياضية لحساب كل من نصف قطر مدار الإلكترون، و الطاقة الكلية للإلكترون في مداره، والطول الموجي للطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين.
- قارن معادلة بور لحساب الطول الموجي للطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين بالصيغة الرياضية في متسلسلة كل من: ليمان، وبالمر، وباشن.

### خلفية علمية : الأطياف الذرية

في بداية القرن التاسع عشر برزت ظاهرة إشعاع الغازات المثارة كهربائياً في أنابيب التفريغ الغازي، فعند إثارة غاز ما فإنه ينبعث منه ضوء ذو أطوال موجية محددة، فإذا ما عرضت هذه الأشعة إلى جهاز

كاشف الطيف ( spectroscope ) فإنه يمكن ملاحظة طيف يتكون من عدد من الخطوط ( يسمى الطيف الخطي )، ويكون ذو ترددات مختلفة، فعلى سبيل المثال عند إثارة ذرات الهيدروجين داخل أنبوبة التفريغ الغازي تحت تأثير فرق جهد عالي وضغط منخفض أمكن ملاحظة وميض داخل الأنبوب ذو لون خليط بين الوردى والبنفسجى، عند إمرار هذا الضوء إلى كشاف الطيف أمكن اكتشاف وجود عدد كبير من خطوط الضوء يمكن مشاهدة بعضها بالعين وهي الضوء الأحمر، الأخضر، الأزرق، البنفسجى.

١. حيث أن :

$$r_n = r_1 n^2$$

$$r_1 = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$\therefore r_4 = (5.29 \times 10^{-11}) (4^2) \\ = 8.464 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$v = \frac{nh}{2\pi m r_n}$$

$$v = \frac{4(6.63 \times 10^{-34})}{2\pi(9.1 \times 10^{-31})(8.464 \times 10^{-10})} \\ = 5.4 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

وحيث أن طاقة الإلكترون في المدار الأول لذرة الهيدروجين هي:  $E_1 = -13.6 \text{ eV}$

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

$$E_n = -\frac{13.6}{4^2} = -0.85 \text{ eV}$$

٢.

$$\Delta E = E_m - E_n$$

$$hf = E_m - E_n$$

$$(6.63 \times 10^{-34}) f = (6.67)(1.6 \times 10^{-19})$$

$$f = \frac{(6.67)(1.6 \times 10^{-19})}{(6.63 \times 10^{-34})} = 1.61 \times 10^{15} \text{ Hz}$$



## مخرجات التعلم:

### ١٢ - ٨ سيصف الطلاب كم الطاقة في الذرات والنوى

هـ. حساب فرق الطاقة بين المستويات باستخدام قانون بقاء الطاقة والخصائص الملاحظة للفوتون المنبعث.

و. شرح الكيفية التي يدعم بها حيود الإلكترونات تجريبيًا فرضية دي بروي.

م٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

ب. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

## التقديم والتنظيم :

- ناقش الطلاب في السبب الذي دعا دي بروي إلى الاعتقاد أن للأجسام المادية سلوكًا موجيًا.

- اكتب المعادلة التي افترضها دي بروي لحساب الطول الموجي للأجسام المادية على السبورة، ومن

خلال الأمثلة المحولة عليها دع الطلاب يستنتجون لماذا لا يمكن ملاحظة السلوك الموجي للأجسام

المادية الكبيرة في حين يمكن ملاحظة وقياس الطول الموجي المصاحب للجسيمات الذرية.

- ذكر الطلاب بأن الحركة الموجية للجسيمات الذرية أمكن الاستفادة منها في بعض التطبيقات

الحياتية كصناعة بعض الأجهزة مثل المجهر الإلكتروني.

- لدراسة السلوك الموجي للجسيمات الذرية عمليًا وجه الطلاب إلى إجراء الدرس العملي ( ٨ ).

- عند إجراء تجربة الطبيعة الموجية للجسيمات الذرية حاول مراعاة الأتي:

• وضح للطلاب أن الهدف من التجربة هو: دراسة كيف أن الجسيمات الذرية ( مثل

الإلكترونات ) يمكن أن تسلك سلوكًا موجيًا.

• في المواد و الأدوات اللازمة لهذه التجربة: تأكد من صلاحية أنبوبة الحيو و مدى فاعليتها لإجراء

التجربة.

- في الإجراءات:

اطلب إلى الطلاب قراءة احتياطات الأمان قبل البدء في إجراء التجربة و الالتزام بها.

١- يجب أن يشترك الطلاب في توصيل الدائرة.

٢- تأكد من وصل الدائرة بشكلها الصحيح.

٣- تأكد من قدرة الطلاب على أخذ القراءات الصحيحة في التجربة وساعدهم إذا لزم الأمر.

- في التحليل و التفسير:

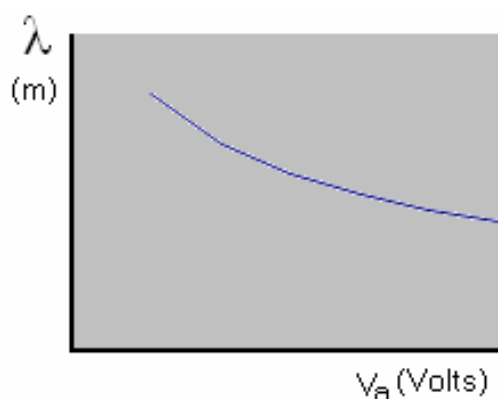
١- يقل نصف قطر حلقة الحيوود بزيادة جهد الأنود

٢- يحسب الطول الموجي المرافق للإلكترون في كل خطوة باستخدام المعادلة

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2emV}}$$

$$\lambda = 1.23 \times 10^{-9} (V)^{-\frac{1}{2}}$$

٤- يمكن للطلاب رسم العلاقة البيانية بين (  $V_a$  ) و (  $\lambda$  )، كما في الشكل التالي. أو العلاقة بين (  $1/V$  ) و (  $\lambda$  )



- اشرح لهم كيفية تفسير دي برولي لمدارات بور.

- لدراسة المزيد عن فيزياء الذرة بشكل عام وجه الطلاب للرجوع إلى مواقع الشبكة العالمية للاتصالات الدولية مثل:

<http://www.geocities.com/dyaa70/physics5.html>

إجابة اختبار فهمك (٤)

١. الخاصية الموجية. لأن الحيود هو أحد سلوك الموجات.

٢. بتطبيق المعادلة  $\lambda = \frac{h}{mv}$  وحيث أن كتلة الإلكترون أقل، فإن الطول الموجي له يكون أكبر.

٣. من المعادلة  $\lambda = \frac{h}{mv}$  نجد :

$$v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{(9.1 \times 10^{-31})(1 \times 10^{-11})} = 7.28 \times 10^7 \text{ m/s}$$

وبالتعويض في المعادلة  $\frac{1}{2} mv^2 = eV$  فإن :

$$V = \frac{mv^2}{2e} = \frac{(9.1 \times 10^{-31})(7.25 \times 10^7)^2}{2(1.6 \times 10^{-19})} = 1.5 \times 10^4 \text{ eV}$$

## حل أسئلة الفصل

### إجابة السؤال الأول

١. أ
٢. ب
٣. ج
٤. د
٥. د
٦. ج
٧. د
٨. أ
٩. ب
١٠. أ
١١. د

### إجابة السؤال الثاني

١. وجد العلماء أنه عند قذف رقائق المعادن بجسيمات ألفا فإن جزء من هذه الدقائق ترتد للوراء وهذا لا يحدث إلا إذا صادفت جسماً ثقيلاً موجب الشحنة.
٢. من خلال توصيل لוחي المجال الكهربائي نستطيع أن نحدد شحنة كل لوح إذ تمثل شحنة كل لوح شحنة القطب الموصل بها، فإذا لوحظ انحراف شعاع الإلكترونات باتجاه القطب الموجب فإن ذلك

يدل عل تأثير القوة الكهربائية، في حين توصل ملفات المجال المغناطيسي بحيث يكون تأثير القوة المغناطيسية عكس اتجاه تأثير القوة الكهربائية ذلك وانحراف اتجاه شعاع الإلكترونات بعكس اتجاه القوة الكهربائية يدل على وجود أثر القوة المغناطيسية.

٣.

| تصور بور للذرة  | تصور رذرفورد للذرة   |
|---|--|
| ١. ذكر أن الإلكترون تدور في مدارات ثابتة وتمتلك طاقة محددة و لا تشع أي طاقة أثناء ذلك.    | ١. ذكر رذرفورد في تصوره للذرة أن الإلكترونات تدور حول النواة وبالتالي تشع طاقة باستمرار وبالتالي سقوطها داخل النواة وهذا يتعارض مع كون الذرة بناءً مستقرًا |
| ٢. فسر انبعاث الطيف الخطي عند إثارة الذرات بانتقال الإلكترون بين مستويات مختلفة في الطاقة | ٢. حسب تصور رذرفورد فإن الذرة سوف تبعث أطيفاً مستمرة وهذا يتعارض مع نتائج التجارب التي أثبتت أن الذرات تبعث أطيفاً خطية.                                   |

٤. نتيجة لانتقال إلكترون ذرة الهيدروجين بين مدارات الطاقة المختلفة فإن عددًا من الأطياف يمكن تُشع.

٥. لأنها تقع ضمن منطقة الطيف المرئي.

٦. حيث أن الحركة دائرية فإن القوة الكهربائية تساوي قوة الجذب المركزية

$$\text{أي } k \frac{(Ze)(e)}{r_n^2} = \frac{mv^2}{r_n} \quad \text{و في ذرة الهيدروجين } Z=1$$

$$\therefore v^2 = \frac{ke^2}{mr}$$

$$\text{ونحن نعلم أن } mvr = \frac{nh}{2\pi} \quad \text{وبالتالي } m = \frac{nh}{2\pi vr}$$

$$\therefore \nu^2 = \frac{ke^2}{\frac{nh}{2\pi\nu r}}$$

$$\nu^2 = \frac{2\pi\nu r ke^2}{nh}$$

$$\therefore \nu = \frac{2\pi ke^2}{nh}$$

### إجابة السؤال الثالث

١.

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$n = 3$$

$$\therefore \lambda = 656.3 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$n = 4$$

$$\therefore \lambda = 486.2 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)$$

$$n = 5$$

$$\therefore \lambda = 434.1 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right)$$

$$n = 6$$

$$\therefore \lambda = 410.2 \text{ nm}$$

٢.

$$\Delta E = hf$$

$$\Delta E = h \frac{c}{\lambda}$$

$$10.9 \times 1.6 \times 10^{-19} = 6.63 \times 10^{-34} \frac{3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 1.14 \times 10^{-7} \text{ m} = 114 \text{ nm}$$

٣.

(أ)

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{(2)(15)} \\ &= 2.21 \times 10^{-35} \text{ m.} \end{aligned}$$

(ب)

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{(1.673 \times 10^{-27})(1.3 \times 10^5)} \\ &= 3.1 \times 10^{-12} \text{ m.} \end{aligned}$$

(ج)

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{(9.1 \times 10^{-31})(5 \times 10^4)}$$

$$= 1.46 \times 10^{-8} \text{ m.}$$

.٤

$$m = \frac{h}{\lambda v} \quad \text{فإن} \quad \lambda = \frac{h}{mv}$$

حيث

$$m = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{(8.4 \times 10^{-14})(1.2 \times 10^5)}$$

$$= 6.578 \times 10^{-26} \text{ m}$$

.



## الفصل الثامن: الطاقة النووية

### *Nuclear Energy*

#### افتتاح الفصل

لم يكن بيكريل يدرك القيمة الحقيقية والتأثير الذين سيحدثهما اكتشافه للنشاطية الإشعاعية، فقد لعبت الصدفة دوراً رئيسياً في اكتشاف الإشعاع والطاقة النووية. لقد فتح هذا الاكتشاف العظيم آفاقاً جديدة للعالم، و أمسى الحديث الأكثر جدلاً في السنوات الخمسين الماضية.

وفي هذا الفصل سوف يدرس الطالب الطاقة النووية، حيث سيتعرف النشاطية الإشعاعية والانحلال الإشعاعي، كما سيدرس خصائص الإشعاعات النووية وقدرتها على احتراق الأجسام والتأثير البيولوجي لها، كما، سيدرس طاقة الربط النووي ومنحنى الاستقرار، وسيتعرف الانشطار والاندماج النوويين وكيفية عمل المفاعل النووي.

مخرجات التعلم :

٨-١٢ وصف تكميم الطاقة في الذرات والنوى

ز. وصف طبيعة وخصائص أشعة ألفا وبيتا و جاما بما في ذلك تأثيراتها البيولوجية.

٩-١٢ وصف الانشطار والاندماج النوويين باعتبارهما مصدرين لطاقة هائلة في الطبيعة.

ج. توضيح كيف أسهم تحليل مسار الجسيمات في اكتشاف خصائص جسيمات ألفا وبيتا و جاما والتعرف عليها.

م ١-١٢-١ طرح أسئلة لتسهيل عملية الاستقصاء، والتنبؤ بنتائج أحداث معينة بناء على معلومات سابقة.

ي. التنبؤ بخصائص نواتج الانحلال الإشعاعي من حيث قدرتها على اختراق الأجسام.

ك . التنبؤ بخصائص إشعاعات (ألفا -بيتا-جاما) من صور مساراتها في مجال مغناطيسي.

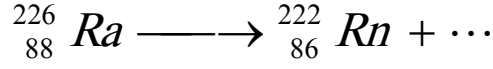
م ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

- استرجع مع الطلاب المعلومات التي درسوها في الصف الحادي عشر في مادة الكيمياء حول الصيغ الجزيئية للعناصر وكذلك لتعرّف على العدد الكتلي وماذا يعني والعدد الذري وماذا يعني.
  - بيّن للطلاب أن البروتونات والنيوترونات هي المكون الأساسي للنواة.
  - ذكّر الطلاب بتطور النموذج الذري الحديث حسب ما درسوا في الفصل السابق.
  - اسأل الطلاب عن التفاعل الكيميائي والطاقة التي تنتج منه وخصائصه كمدخل للنشاط الإشعاعي.
  - ابدأ بتقريب مفهوم النشاط الإشعاعي لدى الطلاب وذلك عن طريق طرح الأسئلة التالية:
- ما الإشعاع؟
  - هل يختلف النشاط الإشعاعي عن التفاعل الكيميائي؟ وما الفرق بينهما؟
  - هل ينتج عنصر جديد من النشاط الإشعاعي؟
  - بيّن للطلاب دور العلماء في اكتشاف النشاط الإشعاعي للمواد.
  - تطرق إلى إسهامات العالم رذرفورد في اكتشاف وتسمية الإشعاعات النووية الصادرة عن العناصر (ألفا وبيتا وجاما).
  - اعرض على الطلاب في شفافية الجدول (٨-١) في كتاب الطالب الخاص بخصائص الأنواع الثلاثة من الإشعاعات، أو بإمكانك استخدام خارطة المفاهيم لعرض الجدول.
  - ناقش الطلاب في كل خاصية من الخصائص الموضحة في الجدول.

## \* إشعاع ألفا *Alpha Radiation*

- اطلب إلى الطلاب إكمال بعض المعادلات النووية الناقصة التي ينتج عنها إشعاع ألفا مثل:

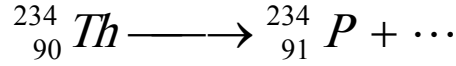


- وضح لهم أنه عند انطلاق جسيم ألفا فإن العدد الذري يقل بمقدار 2 والكتلي يقل بمقدار 4 .

- نبّه الطلاب إلى أن المعادلات التي يدرسونها في هذا الفصل تسمى معادلات نووية وأنها تختلف عن المعادلات الكيميائية.

## \* إشعاع بيتا *Beta Radiation*

- أطلب إلى الطلاب إكمال بعض المعادلات النووية الناقصة التي ينتج عنها إشعاع بيتا مثل:



- وضح لهم أنه عند انطلاق جسيم بيتا فإن العدد الذري يزيد بمقدار 1 والكتلي لا يتغير.

## \* إشعاع جاما *Gamma Emission*

- وضح للطلاب أن أشعة جاما هي فوتونات ذات طاقة عالية جدا وهي تشبه الطاقة الناتجة عن انتقال الإلكترونات من مدار إلى آخر.

- استعن بشكل الكتاب (٨-٣) في كتاب الطالب لتوضيح عملية الإشعاع هذه.

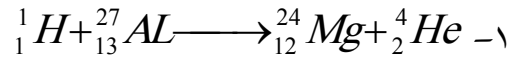
- اعرض على الطلاب الشكل (٨-٤) في كتاب الطالب في شفافية للمقارنة بين الإشعاعات الثلاثة وقدرتها على اختراق الأجسام.

- اربط للطلاب بين الشكل السابق وبين خطورة التعرض لهذه الإشعاعات النووية كمدخل للتأثير البيولوجي للإشعاعات.

## \* التأثير البيولوجي للإشعاع *The biological effect of Radiation*

- قم بتوضيح مفهوم التأثير البيولوجي للطلاب ثم وضح لهم مخاطر الإشعاعات النووية بشكل عام.
- اربط بين مخاطر الأشعة السينية التي تستخدم في المستشفيات لتصوير العظام عند التعرض لها بشكل مستمر وبين مخاطر إشعاعات النواة.
- اطرح عليهم بعد الربط السابق أسئلة مثل:
  - ١- لماذا تمنع المرأة الحامل من عمل الأشعة السينية؟
  - ٢- لماذا يرتدي المريض عند إجراء الأشعة لباساً به عازل في البطن؟
  - ٣- لماذا ينصح الأطباء بضرورة مرور ٣ شهور بين كل مرة وأخرى يجرى فيها التصوير بالأشعة.
- اطلب إلى الطلاب إجراء مقارنة بين مخاطر الأنواع الثلاثة من إشعاعات النواة.

إجابة اختبر فهمك (١):



## ٨-٢ طاقة الربط النووي *Nuclear Binding Energy*

### مخرجات التعلم

#### ٨-١٢ وصف تكميم الطاقة في الذرات والنوى

ي- استخدام قانون بقاء الكتلة للتنبؤ بالجسيمات المنبعثة من النواة.

#### ٩-١٢ وصف الانشطار والاندماج النوويين باعتبارهما مصدرين لطاقة هائلة في الطبيعة.

ب. إرجاع النقص في كتلة النواة إلى انبعاث الطاقة في التفاعلات النووية باستخدام معادلة آينشتاين حول الطاقة والكتلة وصفيًا ورياضيًا.

م ٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

ق. كتابة معادلات موزونة للانحلال النووي

م ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

### التقديم والتنظيم:

#### \* خصائص القوى النووية

- استرجع معلومات الطلاب حول القوى الموجودة في الطبيعة.
- تحدث عن تأثير وجود الشحنات الموجبة (البروتونات) داخل حيز صغير في الذرة وهو النواة، واترك الطلاب يتنبؤون بالأسباب التي تجعل من وجود الشحنات المتشابهة داخل النواة أمراً طبيعياً.
- ناقش الطلاب في كل خاصية من خصائص القوى النووية وركز على إشراكهم جميعاً في المناقشة.

- اطلب إلى التلاميذ الرجوع إلى معادلات إشعاع ألفا وبيتا والتأكد من كتل العناصر المتفاعلة والعناصر الناتجة، ثم اطرح عليهم السؤالين التاليين:

\* ما سبب نقص الكتلة في هذه التفاعلات؟

\* هل تتفق النتائج التي حصلت عليها مع قانون حفظ الطاقة الذي درسته سابقاً؟

- اشرح معادلة آينشتاين لتفسير تحول الكتلة إلى طاقة والعكس واربطها بالاستنتاج السابق وما قام به جون كوك كروفت و أرنست والتون لكي يتوصل الطلاب إلى أن النقص الحاصل في الكتلة تحول إلى طاقة.

- اعرض في شفافية منحنى الاستقرار في الشكل (٨-٣) في كتاب الطالب.

- وضح للطلاب مفهوم طاقة الربط النووي ثم قم بتوضيح منحنى متوسط طاقة الربط.
- اطلب إليهم ملاحظة علاقة متوسط طاقة الربط النووي بالعدد الكتلي للعناصر من خلال المنحنى.
- درّب الطلاب على حساب طاقة الربط النووي للنوكليونات ومتوسط طاقة الربط النووي لكل نيوكلين داخل النواة.

إجابة اختبار فهمك (٢):

-١

$$E_b = [(A - Z).m_n + Z.m_p - M_N] \times 931.494 \text{ MeV}$$

$${}^4_2\text{He} \Rightarrow E_b = [(2 \times 1.00866) + (2 \times 1.0078) - (4.0026)] \times 931.494$$

$$E_b = 28.2428 \text{ MeV}$$

-٢

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

$$E = [MRa - (MRn + MHe)] \times 931.494 \text{ MeV}$$

$$E_b = [(226.0254) - (222.000 + 4.0026)] \times 931.494$$

$$E_b = 21.2380 \text{ MeV}$$

٨-٣ استقرار النواة وإشعاع جسيمات ألفا وبيتا

*Nuclear Stability and the Emission of Alpha and Beta Particles*

مخرجات التعلم

١٢-٨ وصف تكميم الطاقة في الذرات والنوى

ح- كتابة معادلات نووية باستخدام رموز النظائر لانهلال أشعة ألفا وبيتا السالبة وبيتا الموجبة ، بما في ذلك النيوتريـنو ومضاد النيوتريـنو.

ك- شرح استقرار النواة من خلال إشعاعها جسيمات ألفا وبيتا و جاما وصفيًا.

م٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

### التقديم والتنظيم :

- اعرض للطلاب المنحنى الموضح في الشكل (٨-٤) في كتاب الطالب من خلال شفافية واطلب إليهم تعريفه.

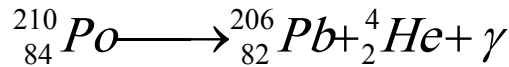
- بيّن للطلاب العلاقة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات وخط الاستقرار الموضح في الرسم.

- فسر للطلاب سبب إشعاع النواة لكل من ألفا وبيتا و جاما من خلال المنحنى.

### \*انبعاث جسيم ألفا *Alpha Emission*

- بين للطلاب شرط إشعاع النواة لجسيم ألفا كما هو موضح في كتاب الطالب.

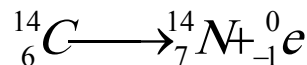
- اطلب إلى الطلاب توضيح المعادلة التالية من خلال فهمهم لإشعاع النواة لجسيم ألفا.



### \*انبعاث جسيم بيتا *Beta Emission*

- بين للطلاب شرط إشعاع النواة لجسيم بيتا كما هو موضح في كتاب الطالب.

- اطلب إلى الطلاب توضيح المعادلة التالية من خلال فهمهم لإشعاع النواة لجسيم بيتا.

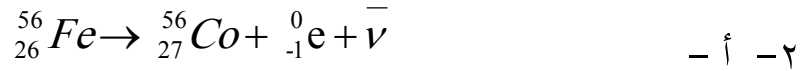




- بين للطلاب ما النيوترينو و النيوترينو المضاد وما السبب الذي يجعل النواة تشع هذا الجسيم عند إشعاع جسيم بيتا.

إجابة اختبار فهمك (٣):

- ١- عناصر مستقرة : الرصاص - الصوديوم - الألومنيوم - البورون.  
عناصر غير مستقرة: اليورانيوم-الثوريوم -الاكتينيوم-البولونيوم - الراديوم.



$$E_b = [(55.9398) - (55.9349)] \times 931.494$$

$$E_b = 4.5643 \text{ MeV}$$

ب -

## ٨-٤ الانحلال الإشعاعي وعمر النصف *Radioactivity and the Half life*

### مخرجات التعلم

#### ١٢-٨ وصف تكيم الطاقة في الذرات والنوى

ط- إجراء عمليات حسابية خاصة بعمر النصف.

#### ٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

ع. إنشاء رسم بياني من انحلال إشعاعي وتقدير قيم عمر النصف.

#### ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار

شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

- كمدخل لدرس الانحلال الإشعاعي اربط للطلاب بين مفهوم الانحلال الإشعاعي واستقرار النواة، ثم وضح لهم كيف أن النواة في سعيها للاستقرار تنحل.
- استنتج العلاقة الرياضية للانحلال الإشعاعي وبيّن للطلاب أن الإشارة السالبة تدل على أن عدد الانحلالات يقل مع الزمن.
- اشرح للطلاب بعض المفاهيم الواردة في كتاب الطالب مثل ثابت الانحلال - النشاطية الإشعاعية - عمر النصف.
- اعرض في شفافية منحنى الانحلال الإشعاعي الشكل (٨-٥) في كتاب الطالب.
- قم بتنفيذ الاستكشاف (١) ليتعرف الطلاب مفهوم الانحلال الإشعاعي.

#### الاستكشاف (١): تناقص نشاطية المواد المشعة عبر الزمن.

- الزمن المطلوب : ٣٠ دقيقة
- حجم المجموعة : 5-6 طلاب

#### الإجراءات:

- اطلب إلى الطلاب قراءة خطوات الاستكشاف بدقة.
- بيّن للطلاب أنه يمكنهم استخدام أغطية قناني المشروبات الغازية بدل قطع النقود. كما أنه يمكنهم إحضار قطع النقود من أي فئة.

- نَبّه الطلاب إلى ضرورة أن يضعوا جميع قطع النقود أو الأغشية على وجه واحد في المحاولة الأولى.
- بيّن لهم أن عليهم أن يستبعدوا قطع النقود التي تسقط على الوجه الآخر وحصرها وتسجيلها في الجدول.
- وجّه الطلاب إلى رسم المنحنى ومقارنته بالشكل (٨-٥) في كتاب الطالب.

### التحليل والتفسير:

- لا . السبب يعود إلى اختلاف المجموعات وبالتالي اختلاف التوقعات.
- يرسم الطلاب المنحنى كما هو موضح في الاستكشاف، وذلك عن طريق وضع العملات المتبقية في كل محاولة (على المحور الرأسي) وعدد المحاولات (على المحور الأفقي).
- يوجد تشابه حيث أن عدد العملات المتبقية يقلُّ بعد كل محاولة، وهذا يشبه الانحلال الإشعاعي ، حيث إن عدد الأنوية يقل مع مرور الزمن.

### \*عمر النصف *Half Life*

- قبل التطرق إلى مفهوم عمر النصف بين للطلاب أن عدد الأنوية يتناقص في كل محاولة خلال الاستكشاف السابق، وبالتالي فإن عدد الأنوية في لحظة ما سوف ينتهي.
- اشرح مفهوم عمر النصف مع إعطاء أمثلة لمجموعة من العناصر وعمر النصف لها.

إجابة اختبار فهمك (٤):

١- ربع العينة الأصلية

٢- 420 day

تنحل نصف كمية الكربون المشع  $^{14}\text{C}$  في جسم ما كل 5700 yr تقريباً. وتسمى هذه الفترة بعمر النصف للكربون المشع. حيث يحتفظ الخشب المقطوع حديثاً بمعظم كربونه المشع، وبعد 5700 yr يختفي نصف كمية الكربون المشع، وبعد حوالي 11400 yr يبقى الربع وهكذا.

إن الوزن الذري لهذا النظير من الكربون هو 14 ، وبالتالي فهو أثقل من الكربون العادي الذي يقدر وزنه الذري بمقدار 12.011 ويستخدم هذا النظير من الكربون في تحديد عمر الأحافير، ويستخدمه الباحثون أيضاً لدراسة بعض العمليات البيولوجية.

يتكون الكربون المشع  $^{14}\text{C}$  في الطبيعة حينما تندفع الجسيمات الذرية العالية الطاقة، التي تسمى الأشعة الكونية إلى جو الأرض. وتسبب الأشعة الكونية في الجو تفتت الذرات إلى إلكترونات ونيوترونات وبروتونات وجسيمات أخرى، ويرتطم بعض النيوترونات أنوية ذرات النيتروجين في الجو. وتمتص كل من هذه الأنوية نيوترونًا، ومن ثم تفقد بروتونًا. وتتحول ذرة النيتروجين بهذه الطريقة إلى ذرة كربون مشع.

تحتوي جميع الكائنات الحية على كربون مشع. وفي الجو توجد ذرة من الكربون المشع في كل تريليون من جزيئات غاز ثاني أكسيد الكربون. ويمتص النبات الكربون المشع من ثاني أكسيد الكربون في الهواء. ويتناول الناس والحيوانات الأخرى الكربون المشع بصفة رئيسية من خلال الغذاء الذي تمدهم به النباتات، وهكذا يتواجد الكربون في أجسامهم.

يتواجد الكربون المشع  $^{14}\text{C}$  في أنسجة الكائن باستمرار مادام الكائن يعيش. وبعد أن يموت، فإنه لا يتناول الغذاء أو الهواء، وبالتالي لا يمتص الكربون المشع. ويستمر الكربون المشع الموجود فعلاً في

الجسم في النقصان بمعدل ثابت. ويساعد هذا الانحلال الثابت، الذي يسير بمعدل معروف (حسب عمر النصف للعنصر)، العلماء على تقدير زمن وفاة الكائن. يقدر العلماء الزمن الذي مر على وفاة كائن حي بقياس محتوى الكربون المشع، عن طريق حساب عدد الأنوية المتبقية من الأنوية الأصلية، وتسمى هذه العملية التأريخ بالكربون المشع.

## ٨-٥ سلاسل الانحلال Decay Series

مخرجات التعلم:

١٢-٨ وصف تكميم الطاقة في الذرات والنوى

ل- شرح سلاسل الانحلال الإشعاعي وصفيًا.

م ٣-١٢-٢ تحليل البيانات المقدمة في جداول أو رسوم بيانية.

ف. تفسير سلاسل معروفة للانحلال النووي

م ٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار

شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

## التقديم والتنظيم:

- ا طرح على الطلاب مجموعة من الأسئلة السقراطية مثل:

\*ماذا يحدث للأنوية المنحلة؟

\*ماذا يحدث بعد ذلك؟ هل تتوقف هذه الأنوية الناتجة عن الانحلال؟ وإطلاق جسيمات ألفا وبيتا

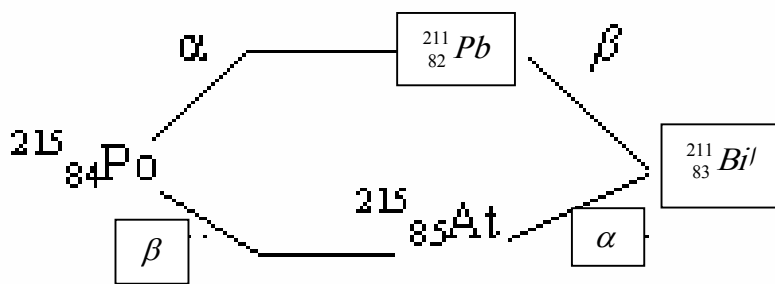
وجاما؟

- اعرض في شفافية شكل الكتاب (٧-٨) على الطلاب واطلب إليهم تتبع سلسلة انحلال اليورانيوم.

- وضح للطلاب أن السلسلة تبدأ بعنصر غير مستقر وتنتهي بعنصر مستقر وأن هذا الإشعاع ليس له وقت محدد للبداية.

- يمكنك عرض سلاسل انحلال أخرى للطلاب وذلك لزيادة الفائدة وترسيخ المعلومات.

إجابة اختبار فهمك (٥):



## ٦-٨ الانشطار النووي Fission

### مخرجات التعلم

٩-١٢ وصف الانشطار والاندماج النوويين باعتبارهما مصدرين لطاقة هائلة في الطبيعة.

أ- إجراء مقارنة بين خصائص تفاعلات الانشطار النووي والاندماج النووي.

م٤-١٢-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

## التقديم والتنظيم:

- يبين للطلاب مفهوم الانشطار لتقريب الفهم حول عملية شطر النواة.
- من خلال الانحلال الإشعاعي وتحول الأنوية بسببه يمكنك توضيح مفهوم الانشطار النووي.
- اشرح للطلاب أن الانشطار من خلال عدم الاستقرار يحدث نتيجة دخول نيوترون إلى نواة اليورانيوم  $^{235}_{92}U$ .
- اعرض في شفافية صورة الانشطار الحادث في قطرة الماء ثم صورة الانفجار النووي.
- يمكنك الاستعانة بفيلم تسجيلي عن إلقاء القنبلتين النوويتين على هيروشيما و نجازاكي عام ١٩٤٥م أو أي فلم يبين عملية الانشطار النووي.

## خلفية علمية: السلاح النووي

عبارة عن سلاح يعتمد في قوته التدميرية على عملية الانشطار النووي، ونتيجة لعملية الانشطار هذه تكون قوة انفجار قنبلة نووية صغيرة أكبر بكثير من قوة انفجار أضخم القنابل التقليدية، حيث إنه بإمكان قنبلة نووية واحدة تدمير أو إلحاق أضرار فادحة بمدينة بكاملها. لقد تم تفجير أول قنبلة نووية للاختبار في ١٦ يوليو ١٩٥٤م في منطقة تدعى صحراء ألاموغوردو الواقعة في ولاية نيومكسيكو في الولايات المتحدة، وكان هذا الاختبار بمثابة ثورة في عالم المواد المتفجرة التي كانت قبل اختراع القنبلة النووية تعتمد في قوتها على الاحتراق السريع لمواد كيميائية، وكان هذا الاحتراق يؤدي إلى نشوء طاقة معتمدة فقط على الإلكترونات الموجودة في المدار الخارجي للذرة على عكس القنبلة النووية التي تستمد طاقتها من نواة الذرة نتيجة عملية الانشطار النووي وبهذه العملية فإن قنبلة بحجم

كف اليد يمكن أن تسبب انفجارا تصل قوته إلى انفجار يحدثه 20000 طن من مادة TNT شديدة الانفجار .

إجابة اختبار فهمك (٦):

بعكس الانحلال فإن الانشطار لا يحدث بصورة عفوية (تلقائية) فلكي يحدث فلا بد من وجود نيوترون يدخل إلى اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  ليتحول إلى النظير  $^{236}_{92}U$  . أما الانحلال فلا يحتاج إلى أي شيء لكي يحدث.

## ٧-٨ التفاعل المتسلسل Chain Reaction

### مخرجات التعلم

٩-١٢ وصف الانشطار والاندماج النوويين باعتبارهما مصدرين لطاقة هائلة في الطبيعة.

ب- إرجاع النقص في كتلة النواة إلى انبعاث الطاقة في التفاعلات النووية باستخدام معادلة آينشتاين حول الطاقة والكتلة وصفيًا ورياضيًا.

هـ- توضيح التفاعل المتسلسل وصفيًا.

م ١-١٢-٢ تنفيذ خطوات تجربة وضبط متغيراتها.

ط. إجراء تجربة لمحاكاة التفاعل المتسلسل وتقدير كمية الطاقة الناتجة عنه.

م ٢-١٢-٤ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عددية أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.



- بعد شرح الانشطار مهّد للطلاب موضوع التفاعل المتسلسل من خلال عرض الشكل (٨-٩) في كتاب الطالب في شفافية وطرح سؤال كالتالي:  
\*ماذا يحدث للنيوترونات المنطلقة من الانشطار الأول؟
  - بيّن مفهوم التسلسل للطلاب ووضح لهم أن التفاعل يظل مستمرًا إلى أن تنتهي كتلة اليورانيوم  $^{235}_{92}U$ .
  - لتوضيح التفاعل المتسلسل بشكل أكبر قم بإجراء الاستكشاف (٢).
- الاستكشاف (٢): تمثيل التفاعل المتسلسل**
- الزمن المطلوب : ٣٠ دقيقة
  - حجم المجموعة : 5-6 طلاب
- الإجراءات:**
- اطلب من الطلاب قراءة خطوات الاستكشاف بدقة.
  - عند إجراء الاستكشاف وجه الطلاب إلى عدم ترك مسافات كبيرة بين كل قطعة دومنة و أخرى حتى تتمكن القطعة الساقطة من إسقاط القطعة التي تليها.
  - يمكن الاستعانة بأكثر من ١٥ قطعة من الدومنة لإجراء الاستكشاف.
  - يمكن الاستعانة ببدائل عن قطع الدومينه مثل أشرطة التسجيل أو مكعبات الأرقام والحروف البلاستيكية.

١- النموذج الأول يعتبر تفاعلاً غير مسيطر عليه. والنموذج الثاني يمثل تفاعلاً مسيطراً عليه.

٢- النموذج الأول.

٣- النموذج الثاني احتاج إلى وقت أطول ليعطي طاقة بعكس النموذج الأول الذي احتاج لوقت أقصر حتى تسقط آخر قطعة دومنة.

### خلفية علمية : الكتلة الحرجة

كي يحدث التفاعل المتسلسل لا بد من أن تكون كتلة الوقود النووي مساوية لكتلة معينة تسمى الكتلة الحرجة، وهي عبارة عن الحد الأدنى من كتلة مادة معينة كافية لتعطي سلسلة متعاقبة من الانشطارات.

ولتوضيح مفهوم الكتلة الحرجة تصور أن هناك كرة من مادة اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  ، فبعد تحفيز أولي لعملية الانشطار النووي بواسطة تسليط حزمة من النيوترونات على الكرة سيتولد (2-3) نيوترون جراء هذا الانشطار الأول لنواة ذرة اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  وهذا يكون كافياً لبدء انشطار ثانٍ في كل الأجزاء الناتجة من الانشطار الأول وفي أثناء هذه السلسلة المتعاقبة من الانشطارات في نواة الذرات يفقد الكثير من النيوترونات المتكونة على سطح الشكل الكروي ولكن النيوترونات الموجودة في الداخل كافية لإدامة عمليات الانشطار بسبب سرعتها البطيئة.

أما إذا كان العنصر المستخدم في عملية الانشطار النووي ذا كتلة تتطلب تسليطاً مستمراً من النيوترونات لتحفيز الانشطار الأولي للنواة فإن هذه الكتلة تسمى الكتلة دون الحرجة. أما إذا كان العنصر المستخدم في عملية الانشطار النووي ذا كتلة قادرة على تحمل سلاسل متعاقبة من الانشطارات

النووي حتى بدون أي تحفيز خارجي بواسطة تسليط نيوترونات خارجية في بداية التفاعل فيطلق على هذه الحالة الكتلة فوق الحرجة وهي المرحلة المطلوبة لتصنيع القنبلة النووية.

## ٨-٨ المفاعل النووي Nuclear Reactor

مخرجات التعلم:

٩-١٢ وصف الانشطار والاندماج النوويين باعتبارهما مصدرين لطاقة هائلة في الطبيعة.

د- وصف تركيب وعمل المفاعل النووي.

م-٤-١٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي

أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

### التقديم والتنظيم:

- ابدأ بطرح أسئلة على الطلاب كالتالي:

● في التفاعل المتسلسل الذي قمت به في الاستكشاف (٢) ما الفرق بين النموذجين؟

● ما السبب في نقصان كمية الطاقة في النموذج الثاني؟

● ما وجه الشبه بين النموذج الثاني والمفاعل النووي؟

- قم بعرض تركيب المفاعل النووي على شفافية واطلب إلى الطلاب تحديد مكوناته والدور الذي يقوم به داخل المفاعل.

- يمكنك عرض شريط تسجيلي لأحد المفاعلات النووية .

- بين للطلاب أهمية الطاقة التي ينتجها المفاعل من حيث الكمية والوفرة وأوجه الاستفادة منها ثم وضح لهم خطورة المخلفات النووية.

## إجابة اختبار فهمك (٧):

يصبح التفاعل المتسلسل غير مسيطر عليه ويتحول المفاعل النووي إلى قنبلة نووية.

## ٨-٩ الاندماج النووي Nuclear Fusion

مخرجات التعلم:

١٢-٤ وصف الظاهرة الصوتية من حيث خصائص وسلوك الموجات الميكانيكية.

ز. دراسة واستقصاء الظاهرة الصوتية في مجالات الطب والصناعة و التقانة كأجهزة (الموجات فوق الصوتية، السونار،الرادار).

م ١٢-٤-٢ تبادل الأسئلة والاهتمامات والخطط والنتائج باستخدام لغة مكتوبة أو حوار شفوي أو رموز أو صور أو أشكال أو غيرها.

أ. اختيار وسائل عديدة أو رمزية أو بيانية أو لغوية للعرض لتوصيل النتائج والاستنتاجات.

## التقديم والتنظيم:

- يبين للطلاب مفهوم الاندماج من خلال مقارنته بمفهوم الانشطار.
- وضّح لهم أن الطاقة الناتجة من الشمس عبارة عن مجموعة كبيرة من الاندماجات النووية لأنوية الهيدروجين لتشكيل نواة ذرة الهيليوم.
- استنتج للطلاب الطاقة الناتجة من الاندماج النووي واطلب إليهم مقارنتها بالطاقة الناتجة من الانشطار النووي.
- يمكنك ترك الطلاب ليقوموا بتلك المقارنة.
- يبين للطلاب أن أساس عمل القنبلة الهيدروجينية هو الاندماج النووي.

- ابدأ بطرح أسئلة على الطلاب كالتالي:

\*في التفاعل المتسلسل الذي قمت به في الاستكشاف (٢) ما الفرق بين النموذجين؟

\*ما السبب في نقصان كمية الطاقة في النموذج الثاني؟

\*ما وجه الشبه بين النموذج الثاني والمفاعل النووي؟

- قم بعرض تركيب المفاعل النووي على شفافية واطلب إلى الطلاب تحديد مكوناته والدور الذي يقوم به داخل المفاعل.

- يمكنك عرض شريط تسجيلي لأحد المفاعلات النووية .

- يبين للطلاب أهمية الطاقة التي ينتجها المفاعل من حيث الكمية والوفرة وأوجه الاستفادة منها ثم وضح لهم خطورة المخلفات النووية.

إجابة اختبر فهمك (٨):

لأن نواتج الاندماج عناصر مستقرة غير مشعة (الهيليوم) أما نواتج الانشطار فقد تكون عناصر غير مستقرة ومشعة.

خلفية علمية: القنابل الهيدروجينية

عبارة عن أحد أنواع الأسلحة الاندماجية، وتعرف باسم القنبلة الهيدروجينية أو القنبلة النووية الحرارية. تصنع هذه القنابل بواسطة تحفيز عملية الاندماج النووي بين نظائر عناصر كيميائية لعنصر الهيدروجين، وبالأخص النظيرين التريتيوم  $^3_1H$  والديتيريوم  $^2_1H$  حيث تنتج من اتحاد هذين النظيرين للهيدروجين ذرة هيليوم مع نيوترون إضافي، ويكون الهيليوم الناتج من هذه العملية أثقل كتلة من الهيليوم الطبيعي، وتقاس قوة القنبلة الهيدروجينية بالميجا طن

وهي تعادل مليون طن من مادة *TNT* . وتسريع هذا العملية يتطلب كميات هائلة من الحرارة، لذلك سميت القنابل النووية الحرارية. تنتج عن انفجار القنبلة الهيدروجينية حرارة شديدة واهتزاز هائل ورياح عاتية شديدة السرعة وانبعاث هائل للأشعة لاسيما أشعة جاما.

لا يزال هناك جدل حول أول من اخترع هذا النوع من القنابل، حيث إنه في فترة زمنية متقاربة جدا في عام ١٩٥٥م زعم أندريه ساخروف من الاتحاد السوفييتي سابقاً وإدوارد تيلر مع ستانيسلو أولام من الولايات المتحدة اختراعهم لأول قنبلة هيدروجينية.

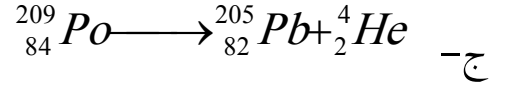
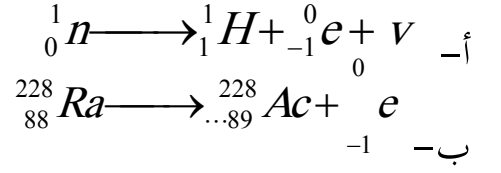
## إجابة أسئلة الفصل

إجابة السؤال الأول:

| السؤال | الإجابة |
|--------|---------|
| ١      | د       |
| ٢      | د       |
| ٣      | ج       |
| ٤      | د       |
| ٥      | ج       |
| ٦      | ب       |
| ٧      | أ       |
| ٨      | د       |
| ٩      | ب       |
| ١٠     | د       |
| ١١     | د       |
| ١٢     | أ       |

## إجابة السؤال الثاني:

١-



٢-

| وجه المقارنة      | الانشطار النووي  | الاندماج النووي   |
|-------------------|--|---|
| الوقود المستعمل   | اليورانيوم - البلوتونيوم                               | الهيدروجين  |
| الطاقة الناتجة    | تقريباً (200Mev)                                       | 25.7 MeV  |
| شرط حدوث الانفجار | ١- وجود النيوترونات البطيئة التي تبدأ بالانشطار الأول. | ١. حصر الأنوية الخفيفة في حيز صغير جداً لزيادة إمكان تصادمها والتحامهما معاً.<br>٢. زيادة الضغط الواقع على الأنوية الخفيفة بشكل كبير.<br>٣. رفع درجة حرارة الأنوية الخفيفة إلى $7.6 \times 10^8 K$ ، وذلك لإكسابها طاقة حركية عالية . |



-٣

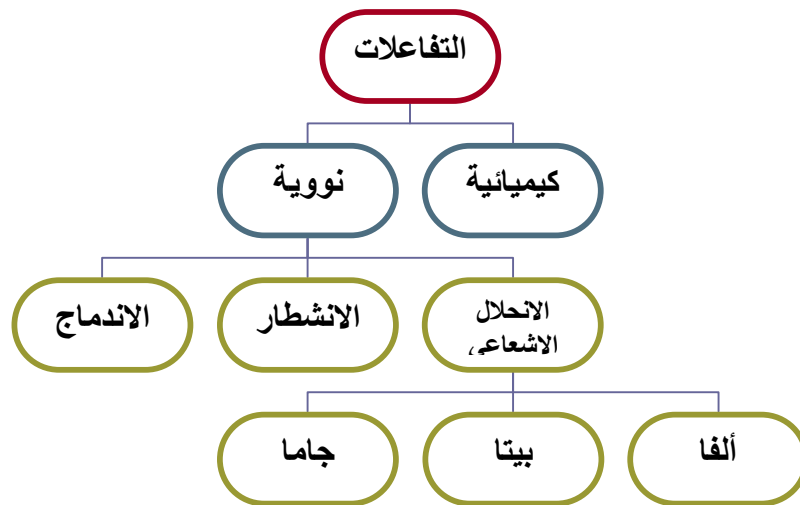
أ- العنصر Y لأن معدل طاقة الربط له هي الأعلى.

ب- العنصر W - العنصر Z.

$$E_b = \frac{E}{A} \quad \text{ج-}$$

$$8 \text{ MeV} = \frac{E}{200} 1600 \text{ MeV}$$

٤- بسبب تفكك مكونات النواة التي ترتبط ببعضها بعضاً بطاقة ربط عالية جداً، وهو ما يؤدي إلى تحرر هذه الطاقة العالية وبالتالي فالتفاعل النووي يعطي طاقة عالية.



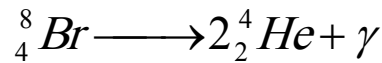
-٥

٦- نواة  $^{23}_{11}\text{Na}$  أكثر استقراراً لأن العدد الكتلي لكلتا النواتين أقل من (60)، وفي هذه الحالة كلما زاد العدد الكتلي زادت طاقة الربط لكل نيوكلون، وبالتالي زاد استقرار النواة.

٧- العنصر ذو عمر النصف القصير هو أكثر نشاطية إشعاعية، وذلك لأن النشاطية الإشعاعية تتناسب عكسيًا مع عمر النصف.

٨- لا . لأن كتلة النواة أقل من مجموع كتل مكوناتها والعدد الكتلي يعبر عن عدد مكونات النواة وعند حساب كتلة مكونات النواة لا يمكن الحصول على قيمة دقيقة للكتلة.

٩- النواة الناتجة هي  ${}^4_2\text{He}$  وباعتبار أن جسيم ألفا هو نواة ذرة الهيليوم يعتبر هذا النوع هو إشعاع ألفا.



١٠- سوف تتجزأ مكونات النواة بشكل تلقائي.

١١- بسبب كبر قوى كولوم التنافرية وبالتالي تقوم النيوترونات بتخفيف هذه القوى.

### إجابة السؤال الثالث:

$$E_b = [(A - Z).m_n + Z.m_p - M_N] \times 931.494 \text{ MeV} \quad -١$$

$${}^4_2\text{He} \Rightarrow E_b = [(1.0087) + (10.0160) - (7.0182) + (4.0026)] \times 931.494$$

$$E_b = 3.6328 \text{ MeV}$$

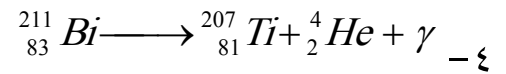
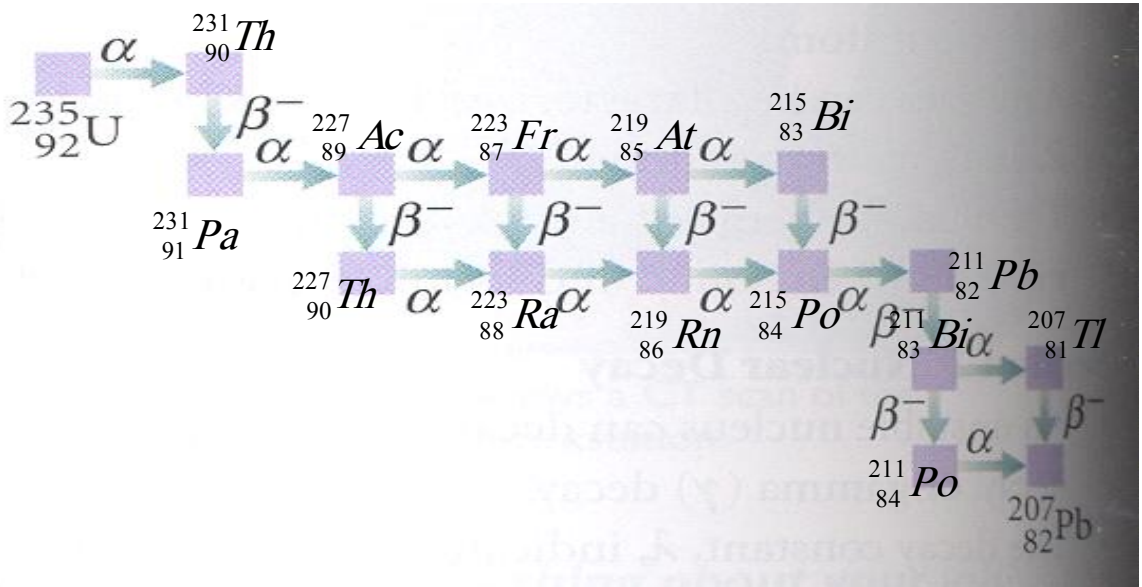
-٢

$${}^{40}_{20}\text{Ca} \Rightarrow E_b = [(20 \times 1.0086) + (20 \times 1.0078) - (39.9625)] \times 931.494$$

$$E_b = 340.4610 \text{ MeV}$$

$$E_n = \frac{E_b}{A} = \frac{340.4610}{40} = 8.5115 \text{ MeV}$$

-٣



العصر الناتج هو  ${}^{207}_{81}\text{Tl}$

٥- إذا كانت تنحل بمعدل انحلال واحد كل  $4.2h$  فإن عدد الانحلالات خلال الثانية يساوي:

أ- النشاط الإشعاعي هي معدل ما ينحل من الأنوية في وحدة الزمن:

$$\therefore \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{1}{4.2 \times 60 \times 60} = 6.6 \times 10^{-5} \text{ Decay / s}$$

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$$

$$\lambda = \frac{\left( \frac{\Delta N}{N} \right)}{N}$$

ب-

$$\therefore \lambda = \frac{6.6 \times 10^{-5}}{5.3 \times 10^5} = 1.2 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$= \frac{0.693}{1.2 \times 10^{-10}} = 5.8 \times 10^9 \text{ s}$$

٦-

$$E = \Delta m \cdot 931.494 \text{ MeV}$$

$$22.5 \times 10^{25} = \Delta m \cdot 931.494 \text{ MeV}$$

$$\therefore \Delta m = \frac{22.5 \times 10^{25}}{931.494} = 2.41 \times 10^{23} \text{ u}$$