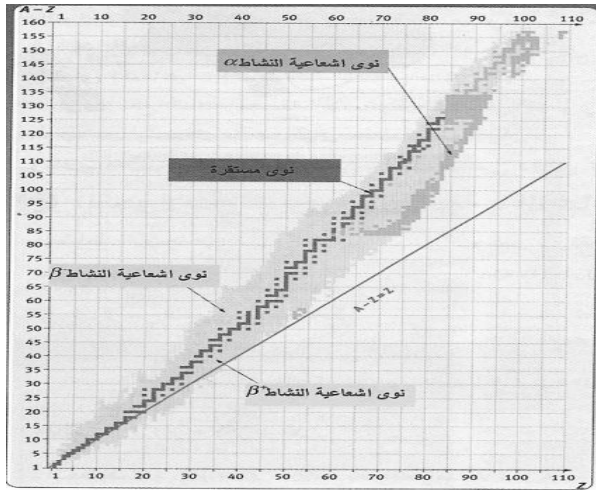


التحولات النووية : التناقص الإشعاعي : la décroissance radioactive



< نشاط وثائقي 1: النوى غير المستقرة

- تحتفظ بعض النوى بصفة دائمة بنفس التركيب ، نقول إن هذه النوى مستقرة ، وهناك نوى تتحول تلقائيا إلى نوى أخرى بعد بعثها إشعاعات ، نقول أنها نوى غير مستقرة أو إشعاعية النشاط.
 - يبين مخطط الشكل 1 والذي يسمى مخطط سيغري Segré موقع النوى المستقرة والنوى المشعة ، حيث تمثل كل نواة بمربع صغير أفصوله Z عدد بروتونات النواة ، وارتوبه N عدد نوتروناتها.
 - تسمى المنطقة ذات اللون الأحمر منطقة الاستقرار ، وهي تضم النوى المستقرة.
 - استثمار:
- أعط العلاقة بين A و N و Z ميرزا اسم كل مدلول.
 - بماذا تتميز النوى المستقرة ذات الشحنة أقل من 20 (Z < 20) وذات الشحنة أكبر من 20 ؟
 - تضم المنطقة ذات اللون الأزرق ، النوى الإشعاعية النشاط -β⁻
 - أ. قارن بين N و Z بالنسبة لنوى المنطقة ذات Z < 20 ، ماذا تستنتج؟
 - ب. قارن بين N و Z بالنسبة لنوى المنطقة ذات Z > 20 ، ماذا تستنتج؟
 - تضم المنطقة ذات اللون الأصفر ، نوى إشعاعية β⁺
 - أ. قارن بين N و Z بالنسبة لنوى المنطقة ذات Z < 20 ، ماذا تستنتج؟
 - ب. قارن بين N و Z بالنسبة لنوى المنطقة ذات Z > 20 ، ماذا تستنتج؟
 - هل النوى الثقيلة (Z > 82) مستقرة؟ إذا كان الجواب بلا ، ما نوع نشاطها الإشعاعي؟

< نشاط وثائقي 2 : اكتشاف بيركيل للنشاط الإشعاعي :

اكتشف الفيزيائي الألماني رونتنغن (Rontgen Wilhelm) في الثامن من نوفمبر عام 1895 أشعة يظهر أن لها القدرة على اختراق المواد غير الشفافة ، طبيعتها غير معروفة وترك آثارا على الألواح الفوتوغرافية أسماها الأشعة X .

وتسائل الفيزيائي الفرنسي بيكريل (Henri Becquerel) على غرار العديد من العلماء في مطلع عام 1896 ما إذا كانت ثمة علاقة بين الأشعة X والتفسير - قدرة بعض المواد على بعث إشعاع أو ضوء في الظلام بعد أن تتعرض للضوء .

فراح بيكريل بعرض عينات من أملاح الأورانيوم لأشعة الشمس ثم يضعها على ألواح فوتوغرافية ملفوفة بورق أسود ، وبعد تحميص تلك الألواح ، كان يجد عليها بقعا صغيرة ، وبناء على ذلك ، اعتقد أن الأورانيوم يبعث الأشعة X إلى أن حل الفاتح مارس عام 1896 تاريخ اكتشاف بيكريل للنشاط الإشعاعي ن حيث تقول الرواية العلمية أن بيكريل حضر أربعة أيام قبل ذلك التاريخ - ألواح فوتوغرافية وأملاح الأورانيوم كالمعتاد ، لكن سماء باريس كانت ملبدة بالغيوم ، فتعذر تعريض الأملاح الأورانيوم لأشعة الشمس ، فوضعا في درج مكتبه مع صفائح فوتوغرافية مكسوة بغشاء من ورق سميك أسود ومغتم ، وبقي المناخ على حاله أربعة أيام . وقيل أن يبدأ - هذه المرة - بعرض أملاح الأورانيوم للشمس قام بتحميم صفائح الألواح الفوتوغرافية.....

وكم كانت دهشته كبيرة حين وجد عليها بقعا كبيرة . ولتأكد من نتائج كررها مرات فكان يحصل على النتائج نفسها ولم يبق أمامه سوى استنتاج كون الأورانيوم يبعث الأشعة أسماها -الأشعة الأورانية- وهي قادرة على اختراق المواد الشفافة حتى وإن لم يعرض لأشعة ضوئية.

فما هي طبيعة هذه الأشعة الأورانية؟ وما مصدره؟ وهل يتفرد الأورانيوم بذلك دون بقية المعادن الأخرى؟ وأمثلة هذه الأسئلة جالت في مخيلة علماء كثر من بينهم ماري كوري (Marie Curie) عالمة الفرنسية ذات الأصل البولوني. وراحت هذه الأخيرة تدرس الأنواع الكيميائية المعروفة آنذاك. وبعد جهود مضنية اكتشفت ماري كوري ما كانت تبحث عنه . فالأورانيوم ليس العنصر الوحيد الذي يمكنه أن يبعث -الأشعة الأورانية- بل هناك عنصر آخر هو الثوريوم -الذي يملك الخاصية نفسها . وتبعاً لذلك أطلقت ماري كوري اسم- النشاط الإشعاعي - على تلك الظاهرة ؛ ولم يكن ذلك إلا استهلالا لعمل جابر لاحق . ففي نهاية 1898 تمكنت ماري كوري -بفضل مساعدة زوجها بير (Pierre) من اكتشاف عنصرين مشعين جديدين أسماها الأول بولونيوم نسبة إلى بولونيا، وطن ماري كوري الأصلي والثاني الراديوم.

تلت ذلك عدة أبحاث أدت إلى تعرف وتصنيف الأشعة المنبعثة من المواد المشعة. حيث تعرف الفيزيائيان الإنجليزيان (إرنست رذرفورد Rutherford) و(فريدريك سودي Soddy) على الأشعة المنبعثة من الأورانيوم 238، وبينما أنها عبارة عن نوى الهليوم المتأينة. وسميت أشعة α. ويعبر عن هذا الانبعاث بالمعادلة: ${}_{92}^{238}\text{Th} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$.

في سنة 1900م تعرف بيكريل على نوع آخر من الإشعاعات النووية وهو الإشعاع β⁻. وهو عبارة عن انبعاث الكترونات ${}_{-1}^0\text{e}$ من نوى الثوريوم Th وفق المعادلة: ${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{Pa} + {}_{-1}^0\text{e}$.

بعد ذلك أبرز الفرنسي (بول فيلار Villard) وجود الأشعة γ وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية غير مرئية.

وبين نيلز بوهر (Niels Bohr) عام 1910 أن نوى الذرات هي المشعة وليست الذرات نفسها.

أدت كل هذه الاكتشافات وتطبيقاتها إلى تطور وإغناء المعارف حول طبيعة نواة الذرة.

❖ استثمار:

- من خلال النص ، أعط تعريف التفسير
- لماذا دهش بيكريل حين لاحظ آثارا على اللوحة الفوتوغرافية ؟
- ما الأنواع الكيميائية التي اكتشفتها ماري كوري وزوجها؟
- عرف النشاط الإشعاعي
- أذكر أنواع الإشعاعات النووية الواردة في النص وحدد طبيعتها ، وأبرز مكتشفها
- تحقق من انخفاض كل من عدد الكتلة A وعدد الشحنة Z في معادلتى التحولين الواردتين في النص

< نشاط وثائقي 3: التاريخ

- يستعمل الجيولوجيون وعلماء الآثار والانبولوجيون تقنيات مختلفة مختلفة لتحديد أعمار الحفريات والصخور... ونجد من بين هذه التقنيات تلك التي تعتمد على النشاط الإشعاعي ، حيث يمكن التناقص الإشعاعي لبعض العناصر المشعة الموجودة في الصخور أو الكائنات الميتة، من إيجاد عدة تقنيات للتاريخ . فيمقارنة قياس نشاط إشعاعي أو كمية مادة عينة "شاهدة" من نفس الطبيعة ، يمكن تقدير عمر العينة.
- ❖ التاريخ بالكربون 14 : تتبادل الكائنات الحية (الانسان ، الحيوان و النبات) الكربون مع الجو (التنفس ، التركيب الضوئي) ومع المركبات العضوية(التغذية). يتوفر عنصر الكربون أساسا على نظيرين : الكربون 12 وهو مستقر ، والكربون 14 وهو إشعاعي النشاط -β⁻ ز وهذا الأخير موجود بكميات ضئيلة بسبب ضعف وفارته الطبيعية (0,0001 %) ، حيث يوجد بهذه الوفرة في كل تركيب كيميائي يضم الكربون وخاصة مثل ثنائي أكسيد الكربون CO₂. أول من استعمل الكربون 14 للتاريخ هو الكيميائي الأمريكي ويلارد ليببي (Willard libby) ومعاونيه من جامعة شيكاغو بأمريكا سنة 1947، بعدما توصلوا إلى أن الكربون يتكون باستمرار نتيجة اصطدام نوترونات آتية من الفضاء الخارجي بالأزوت حسب المعادلة: ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{6}^{14}\text{C} + {}_1^1\text{H}$ وهكذا تبقى النسبة بين ذرات الكربون 14 وذرات الكربون 12 ثابتة في الغلاف الجوي مع الزمن . وتحتوي كل الكائنات الحية من نفس النوع على النسبة نفسها. وعند موت أي كائن حي ، تتناقص تلك النسبة في جسدته بسبب توقف امتصاص الكربون 14 من الوسط المحيط وتفتت نويات ${}_{6}^{14}\text{C}$ الموجودة في جثته . وبقياس نشاط ${}_{6}^{14}\text{C}$ في الكائن بعد موته يمكن حساب المدة التي مضت على وفاته . وتجدد الإشارة إلى أن طريقة التاريخ بالكربون 14 تستعمل فقط بالنسبة للعينات التي يكون عمرها أقل من 4000 سنة . وهذا راجع لكون العينات الأطول عمرا تحتوي على كمية ضئيلة جدا من ${}_{6}^{14}\text{C}$ ، ولا يمكن قياس نشاطها.
- ❖ التاريخ بطرق أخرى: توجد طرق أخرى للتاريخ تستعمل فيها نويدات مشعة عمر نصفها كبير جدا . ويمكن من تاريخ عينات أكثر قديما وبين الجدول التالي بعض طرق التاريخ ومجال صلاحيتها:
- | الطريقة | الكربون 14 | بوتاسيوم-أرغون | روبيديوم-سترونيوم | أورانيوم - رصاص |
|---------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| مجال صلاحيتها | 4000 ans | 10 ⁹ ans | 10 ⁹ ans | 10 ⁹ ans |
- لتاريخ عينات قديمة جدا كالصخور ، يستعمل الأورانيوم 238 ، إن استعمال هذا النظير ذي عمر النصف $t_{1/2} = 4,468.10^9 \text{ ans}$ ، قد مكن من تقدير عمر الكرة الأرضية وهو حوالي 4,55 مليار سنة.
- البوتاسيوم - أرغون: يوجد البوتاسيوم بكثرة في الصخور التي تحتوي على الميكا والفلسبات والهولندين ، ولتحديد أعمار هذه الصخور غالبا ما يستعمل الجيولوجيون تفتت البوتاسيوم وتحوله إلى أرغون. تسمح هذه الطريقة بتاريخ صخور يتراوح عمرها ما بين 100000 سنة وملايين السنين، إلا أن أخذ عينات من الصخور التي تحتوي على البوتاسيوم يجب أن يكون مصحوبا بدراسة دقيقة للظروف الجيولوجية التي تكونت فيها هذه الصخور. أما في علم الآثار ، فهذه الطريقة لا توفر الحفريات مباشرة، وإنما تؤرخ الطبقات الصخرية التي وجدت فيها هذه الحفريات.
 - الروبيديوم-سترونيوم: يستعمل الروبيديوم لتاريخ الصخور الصهارية (magmatique) والخور المتحولة (métamorphique) وكذلك العينات المؤخذة من سطح القمر . وترتكز هذه الطريقة على النشاط الإشعاعي -β⁻ للروبيديوم 87 الذي يتحول إلى السترونيوم 87 .
 - الرصاص: تستعمل هذه الطريقة لتاريخ أعمار المواد التي تعود إلى عصر ما قبل الكامبري ، ويتم خلالها قياس كمية الرصاص الكلية الموجودة في العينة وقياس النشاط الإشعاعي α. ويحدد الجيولوجيون عمر المواد بحساب نسبة تفتت الأورانيوم 238 إلى رصاص 206 ، وتفتت الأورانيوم 235 إلى رصاص 207 ، وكذلك الثوريوم 223 إلى رصاص 208 . وبذلك يمكن تحديد ثلاثة أعمار مستقلة للعينة نفسها.

◀ نشاط تجريبي 1 : إبراز قانون التناقص الإشعاعي

ان تفتت النواة ظاهرة عشوائية غير مرتقبة في الزمن، ذلك انه لا يمكن التنبؤ بحدوث نشاط إشعاعي لنواة في لحظة معينة . غير أنه يمكن معرفة احتمال وقوعه خلال مدة زمنية t . ونفس الشيء يمكن ملاحظته بالنسبة لنرد ، فرميه ظاهرة عشوائية ، إذ لا يمكن التنبؤ بعدد الرميات اللازمة للحصول على الوجه "6" مثلا، بل يمكن فقط معرفة احتمال ظهور الوجه "6" وهو $p=1/6$. يمكن إذن مماثلة نواة مشعة بنرد، والحصول على منحني يوافق قانون التناقص الإشعاعي ، وذلك بتحديد عدد الرميات التي يظهر فيها الوجه "6" .

- توزع المانة نرد على التلاميذ بحيث يأخذ كل واحد 4 أو 5 نردات.
- نرمي $N_0 = 100$ ند في نفس الوقت ، ونحسب عدد النردات S_1 التي يظهر فيها الوجه "6" . فهذا العدد يمثل عدد النوى المتفتتة خلال الثانية الأولى. نزيل العدد S_1 للنردات من مجموع المانة نرد.
- نرمي العدد $N_1 = N_0 - S_1$ من النردات المتبقية ، ونعد العدد S_2 من النردات التي ظهر فيها الوجه "6" . وتمثل هذه النردات النوى المتفتتة خلال الثانية الموالية . نزيل العدد S_2 للنردات من بين العدد N_1 للنردات.
- نعيد نفس العملية حتى لا يتبقى أي نرد.
- ندون النتائج في جدول ، يمثل الجدول أسفله نموذجا للنتائج المحصلة

التاريخ t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
عدد النردات التي ظهر فيها الوجه "6"		$S_1 = 19$	$S_2 = 12$	14	10	9	5	7	4	4	3	2	2	2	1	1	2	1	0	1	1
عدد النردات المتبقية	$N_0 = 100$	$N_1 = 81$	$N_2 = 69$	55	45	36	31	24	20	16	13	11	9	7	6	5	3	2	2	1	0

❖ استثمار :

1. مثل المنحني $N(t)$ عدد النردات المتبقية بدلالة الزمن.
2. حدد المدة الزمنية $t_{1/2}$ التي تقلص خلالها $N(t)$ إلى القيمة $N_0/2$.
3. ادخل نتائج التجربة في برنم يعالج المعطيات (ريفريسي مثلا) ثم قارن بين المنحني $N(t)$ ومنحني الدالة $N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ هل هذه النمذجة مرضية ؟ ماقيمة ووحدة الثابتة τ ؟
4. احسب النسبة $\frac{t_{1/2}}{\tau}$ وقارنها مع $\ln 2$. ماذا تستنتج ؟
5. بواسطة برنم يحاكي رمي النردات وباختيار $N_0 = 1000$ نرد ، انجز سلسلة من الرميات متبعا نفس طريقة المحاكاة الاولى . هل تغيرت قيمة $t_{1/2}$ المحصلة في السؤال 2 ؟
6. قم بنمذجة النتائج المحصلة بالدالة $N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ هل هذه النمذجة صالحة في هذه الحالة ، ماذا تستنتج إذن ؟

◀ نشاط تجريبي 1 : إبراز قانون التناقص الإشعاعي

ان تفتت النواة ظاهرة عشوائية غير مرتقبة في الزمن، ذلك انه لا يمكن التنبؤ بحدوث نشاط إشعاعي لنواة في لحظة معينة . غير أنه يمكن معرفة احتمال وقوعه خلال مدة زمنية t . ونفس الشيء يمكن ملاحظته بالنسبة لنرد ، فرميه ظاهرة عشوائية ، إذ لا يمكن التنبؤ بعدد الرميات اللازمة للحصول على الوجه "6" مثلا، بل يمكن فقط معرفة احتمال ظهور الوجه "6" وهو $p=1/6$. يمكن إذن مماثلة نواة مشعة بنرد، والحصول على منحني يوافق قانون التناقص الإشعاعي ، وذلك بتحديد عدد الرميات التي يظهر فيها الوجه "6" .

- توزع المانة نرد على التلاميذ بحيث يأخذ كل واحد 4 أو 5 نردات.
- نرمي $N_0 = 100$ ند في نفس الوقت ، ونحسب عدد النردات S_1 التي يظهر فيها الوجه "6" . فهذا العدد يمثل عدد النوى المتفتتة خلال الثانية الأولى. نزيل العدد S_1 للنردات من مجموع المانة نرد.
- نرمي العدد $N_1 = N_0 - S_1$ من النردات المتبقية ، ونعد العدد S_2 من النردات التي ظهر فيها الوجه "6" . وتمثل هذه النردات النوى المتفتتة خلال الثانية الموالية . نزيل العدد S_2 للنردات من بين العدد N_1 للنردات.
- نعيد نفس العملية حتى لا يتبقى أي نرد.
- ندون النتائج في جدول ، يمثل الجدول أسفله نموذجا للنتائج المحصلة

التاريخ t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
عدد النردات التي ظهر فيها الوجه "6"		$S_1 = 19$	$S_2 = 12$	14	10	9	5	7	4	4	3	2	2	2	1	1	2	1	0	1	1
عدد النردات المتبقية	$N_0 = 100$	$N_1 = 81$	$N_2 = 69$	55	45	36	31	24	20	16	13	11	9	7	6	5	3	2	2	1	0

❖ استثمار :

1. مثل المنحني $N(t)$ عدد النردات المتبقية بدلالة الزمن.
2. حدد المدة الزمنية $t_{1/2}$ التي تقلص خلالها $N(t)$ إلى القيمة $N_0/2$.
3. ادخل نتائج التجربة في برنم يعالج المعطيات (ريفريسي مثلا) ثم قارن بين المنحني $N(t)$ ومنحني الدالة $N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ هل هذه النمذجة مرضية ؟ ماقيمة ووحدة الثابتة τ ؟
4. احسب النسبة $\frac{t_{1/2}}{\tau}$ وقارنها مع $\ln 2$. ماذا تستنتج ؟
5. بواسطة برنم يحاكي رمي النردات وباختيار $N_0 = 1000$ نرد ، انجز سلسلة من الرميات متبعا نفس طريقة المحاكاة الاولى . هل تغيرت قيمة $t_{1/2}$ المحصلة في السؤال 2 ؟
6. قم بنمذجة النتائج المحصلة بالدالة $N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ هل هذه النمذجة صالحة في هذه الحالة ، ماذا تستنتج إذن ؟