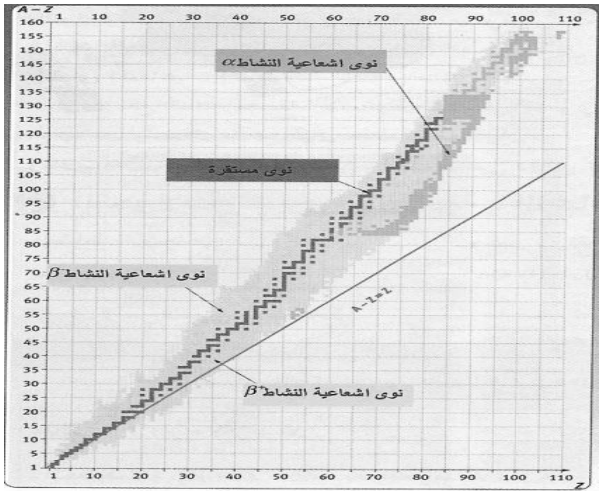
التحولات النووية : التناقص الإشعاعي : la décoissance radioactive



➢ 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 او 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:

1. أعط العلاقة بين A و N و Z مبرزا اسم كل مدلول.
2. بماذا تتميز النوى المستقرة ذات الشحنة أقل من 20 (Z<20) وذات الشحنة اكبر من 20 ؟
3. تضم المنطقة ذات اللون الازرق ،النوى الإشعاعية النشاط β^-
   أ. قارن بين N وZ بالنسبة لنوى المنطقة ذات Z < 20 ، ماذا تستنتج؟
   ب. قارن بين N وZ بالنسبة لنوى المنطقة ذات Z > 20 ، ماذا تستنتج؟
4. تضم المنطقة ذات اللون الأصفر ، نوى اشعاعية β^+
   أ. قارن بين N وZ بالنسبة لنوى المنطقة ذات Z < 20 ، ماذا تستنتج؟
   ب. قارن بين N وZ بالنسبة لنوى المنطقة ذات Z > 20 ، ماذا تستنتج؟
5. هل النوى الثقيلة (A>200 ; Z>82) مستقرة؟ اذا كان الجواب بلا ، ما نوع نشاطها الاشعاعي؟

➢ نشاط وثائقي 2 : اكتشاف بيريكيل للنشاط الاشعاعي :

اكتشف الفيزيائي الألماني رونتغن (Rontgen Wilthelm) في الثامن من نوفمر عام 1895 أشعة يظهر أن لها القدرة على اختراق المواد غير الشفافة ، طبيعتها غير معروفة وتترك أثارا على الالواح الفوتوغرافية أسماها الأشعة X .

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

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

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

فما هي طبيعة هذه الأشعة الاورانية ؟وما مصدره؟وهل ينفرد الاورانيوم بذلك دون بقية المعادن الأخرى؟وأمثال هذه الأسئلة جالت في مخيلة علماء كثر من بينهم ماري كوري (Marie curie) العالمة الفرنسية ذات الأصل البولوني. وراحت هذه الأخيرة تدرس الأنواع الكيميائية المعروفة آنذاك.وبعد جهود مضنية اكتشفت ماري كوري ماكانت تبحث عنه . فالاورانيوم ليس العنصر الوحيد الذي يمكنه أن يبعث –الأشعة الاورانية- بل هناك عنصر أخر هو الطوريوم –الثوريوم- يملك الخاصية نفسها . وتبعا لذلك أطلقت ماري كوري اسم- النشاط الإشعاعي – على تلك الظاهرة ؟ولم يكن ذلك إلا استهلالا لعمل جبار لاحق . ففي نهاية 1898 تمكنت ماري كوري –بفضل مساعدة زوجها بيير (Pierre) من اكتشاف عنصرين مشعين جديدين أسميا 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 روذرفورد Rutherford) و(فريدريك سودي Soddy) على الأشعة المنبعثة من الأورانيوم 238, وبينا أنها عبارة عن نوى الهليوم المتأينة, وسميت أشعة α. ويعبر عن هذا الانبعاث بالمعادلة: $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$.

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

بعد ذلك أبرز الفرنسي (بول فيلار Paul Villard) وجود الأشعة γ وهي عبارة عن موجات كهر مغنطيسية 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:

1. من خلال النص ، أعط تعريف التفسفر
2. لماذا دهش بيكريل حين لاحظ أثارا على اللوحة الفوتوغرافية ؟
3. ما الأنواع الكيميائية التي اكتشفتها ماري كوري وزوجها؟
4. عرف النشاط الإشعاعي
5. أذكر أنواع الإشعاعات النووية الواردة في النص وحدد طبيعتها ، وأبرز مكتشفها
6. تحقق من انحفاظ كل من عدد الكتلة A وعدد الشحنة z في معادلتي التحولين الواردين في النص

➢ نشاط وثائقي 3: التأريخ

يستعمل الجيولوجيون وعلماء الآثار والانتربولوجيون 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 ن الموجودة في الصخور أو الكائنات الميتة،من إيجاد عدة تقنيات للتأريخ . فبمقارنة قياس نشاط اشعاعي أو كمية مادة عينة "شاهدة" من نفس الطبيعة ، يمكن تقدير عمر العينة.

❖ التأريخ 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 اشعاعي النشاط β^- ز وهذا الاخير موجود بكميات ضئيلة بسبب ضعف وفارته الطبيعية (0,0001 %) ،حيث يوجد بهده الوفارة في كل تركيب كيماوي يضم الكربون وخاصة مثل ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 .أول من استعمل الكربون 14 للتأريخ هو الكيميائي الأمريكي ويلارد ليبي (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: $^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$

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 جسده بسبب توقف امتصاص الكربون 14 من الوسط المحيط وتفتت نويدات $^{14}_{6}C$ الموجودة في جثته . وبقياس نشاط $^{14}_{6}C$ في الكائن بعد موته يمكن حساب المدة التي مضت على وفاته .وتجدر الإشارة إلى أن طريقة التريخ 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 $^{14}_{6}C$، ولا يمكن قياس نشاطها.

❖ التأريخ بطرق أخرى:توجد طرق أخرى للتأريخ تستعمل فيها نويدات مشعة عمر نصفها كبير جدا. وتمكن من تأريخ عينات أكثر قدما ويبين الجدول التالي بعض طرق التاريخ ومجال صلاحيتها:

الطريقة	الكربون14	بوتاسيوم-أرغون	روبيديوم- سترنسيوم	اورانيوم - رصاص
مجال صلاحيتها	4000 ans	10^9 ans	10^9 ans	10^9 ans

لتاريخ عينات قديمة جدا كالصخور، يستعمل الأورانيوم 238 .ان استعمال هذا النظير ذي عمر النصف $4,468 .10^9$ ans = $t_{\frac{1}{2}}$ ، قد مكن من تقدير عمر الكرة الارضية وهو حوالي 4,55 مليار سنة.

- البوتاسيوم – ارغون: يوجد البوتاسيوم بكثرة في الصخور التي تحتوي على الميكا والفلدسبات والهورنلبند، ولتحديد أعمار هذه الصخور غالبا ما يستثمر الجيولوجيون تفتت البوتاسيوم وتحوله إلى أرغون.تسمح هذه الطريقة بتأريخ صخور يتراوح عمرها مابين 100000سنة 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 الاثار ، فهذه الطريقة لاتؤرخالحفريات مباشرة،وإنما تؤرخ الطبقات الصخرية التي وجدت فيها هذه الحفريات.
- الروبيديوم-سترونيوم: يستعمل الروبيديوم لتاريخ الصخور الصهارية (magmatique) والخور المتحولة (métmorphique) وكذلك العينات المؤخذة من سطح القمر . وترتكز هذه الطريقة على النشاط الاشعاعي β^- للربيديوم 87 الذي يتحول إلى السترونيوم 87 .
- الرصاص: تستعمل هذه الطريقة لتاريخ اعمارالمواد التي تعود الى عصر ما قبل الكمبري ، ويتم خلالها قياس كمية الرصاص الكلية الموجودة في العينة وقياس النشاط الاشعاعي α .ويحدد الجيولوجيون عمر المواد بحساب نسبة تفتت الارانيوم 238 الى رصاص 206 ، وتفتت الاورانيوم 235 الى 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 أنة يمكن معرفة احتمال وقوعه خلال مدة زمنية t .ونفس الشيء يمكن ملاحظته بالنسبة لنرد ، فرميه ظاهرة عشوائية ، اذ لايمكن التنبؤ بعدد الرميات اللازمة للحصول على الوجه "6" مثلا، بل يمكن فقط معرفة احتمال ظهور الوجه "6" وهو p=1/6 . يمكن اذن مماثلة نواة مشعة بنرد،والحصول على منحنى 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 المنحنى 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 (ريغريسي مثلا) ثم قارن بين المنحنى N(t) ومنحنى 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 ln2. ماذا تستنتج؟**

بواسطة برنم يحاكي رمي النردات وباختيار $N_0 = 1000$ نرد، انجز سلسلة من الرميات متبعا نفس طريقة المحاكاة الاولى .

5. **هل تغيرت قيمة $t_{1/2}$ المحصلة في السؤال 2 ؟**
6. **قم بنمدجة النتائج المحصلة بالدالة $N(t)= N_0 e^{\frac{-t}{\tau}}$ هل هذه النمذجة صالحة في هذه الحالة، ماذا تستنتج اذن؟**

➢ **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 أنة يمكن معرفة احتمال وقوعه خلال مدة زمنية t .ونفس الشيء يمكن ملاحظته بالنسبة لنرد ، فرميه ظاهرة عشوائية ، اذ لايمكن التنبؤ بعدد الرميات اللازمة للحصول على الوجه "6" مثلا، بل يمكن فقط معرفة احتمال ظهور الوجه "6" وهو p=1/6 . يمكن اذن مماثلة نواة مشعة بنرد،والحصول على منحنى 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 المنحنى 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 (ريغريسي مثلا) ثم قارن بين المنحنى N(t) ومنحنى 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 ln2. ماذا تستنتج؟**

بواسطة برنم يحاكي رمي النردات وباختيار $N_0 = 1000$ نرد، انجز سلسلة من الرميات متبعا نفس طريقة المحاكاة الاولى .

5. **هل تغيرت قيمة $t_{1/2}$ المحصلة في السؤال 2 ؟**
6. **قم بنمدجة النتائج المحصلة بالدالة $N(t)= N_0 e^{\frac{-t}{\tau}}$ هل هذه النمذجة صالحة في هذه الحالة، ماذا تستنتج اذن؟**