I.مذكرة رياضية:

أ- الدالة اللوغارتمية النبرية (ln):هي الدالة الأصلية للدالة $f(x)=\frac{1}{x}$ حيث: $f(x)=\frac{1}{x}\Rightarrow\int\frac{1}{x}=ln(x)$ المعرفة في (R^*) على المجال: $]0,+\infty[$. حيث: $e=2.71\ldots\Rightarrow \ln e=1$. $\ln(1)=0$.

1- مشتقة الدالة اللوغارتمية: $(\ln f(x))'=\frac{f'(x)}{f(x)}$.

2- ملاحظة :في حالة دالة من الشكل $\left(f(x)=x^n\right)$ فان مشتقتها تعطى بالعلاقة: $f'(x)=n.x^{n-1}$.

3- الدالة الاصلية لهذه الدالة هي: $\int f(x).dx=\frac{x^{n+1}}{n+1}$

4- خواص الدالة اللوغارتمية:1- $\ln(\frac{1}{x})=\ln(1)-\ln(x)=-\ln(x)$ - 2, $\ln(\frac{x}{y})=\ln(x)-\ln(y)$

3- $\ln(x.y)=\ln(x)+\ln(y)$, 4- $\ln x^n=n\ln x$.

ب- الدالة الآسية النبرية(exp)$(e^{f(x)})$:تعرف على أساس أنها الدالة العكسية للدالة اللوغارتمية:

$e^y=x\Rightarrow \ln e^y=\ln x\Rightarrow y\ln e=\ln x\Rightarrow y=\ln x$.

1- مشتقة الدالة الآسية النبرية: $\left(e^{f(x)}\right)'=f'(x)e^{f(x)}$

2- خوص الدالة الآسية النبرية: 1- $\ln e^x=x$,2- $e^{\ln x}=x$,3- $e^{y+x}=e^y.e^x$,4- $\frac{e^y}{e^x}=e^y.e^{-x}$,5- $\frac{1}{e^x}=e^{-x}$

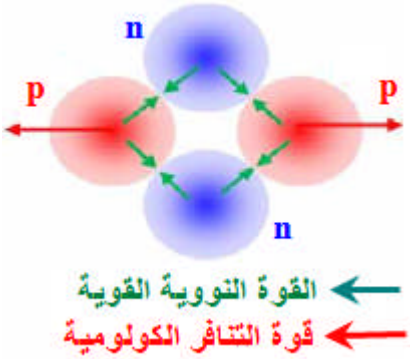
II.-التحولات النووية:

1- النشاط الإشعاعي : ا- البنية النووية: يرمز لنواة عنصر ما بالرمز ^A_ZX حيث A يمثل العدد الكتلي و Z يمثل العدد الشحني

ويعطى عدد النيترونات N بالعلاقة : $A=N+Z\Rightarrow N=A-Z$

2- النظائر: هي ذرات لنفس العنصر الكيميائي التي لها نفس العدد الشحني Z وتختلف قي عددها الكتلي A أي في عدد النيترونات N .

مثال: $^{12}_6C\ldots.^{13}_6C\ldots.^{14}_6C\ldots.^{11}_6C$



3- تماسك النواة : سببه وجود القوة النووية القوية التي تربط بين البروتونات والنيترونات وتكون اكبر من قوة التنافر الكولومية(التنافر الكهربائي).

4- النشاط الإشعاعي: هو ظاهرة التفكك العشوائي للانوية غير المستقرة (المشعة) والتي تتحول بدورها إلى نواة أكثر استقرار وذلك بإصدار إشعاعات β ,α ,γ.

5- النواة المشعة: نواة غير مستقرة تتفكك تلقائية لتتحول إلى نواة جديدة اكثر استقرارا بإصدار إشعاعات β أو α مرفقة بالأشعة γ .

6- مميزات النشاط الإشعاعي:1- تلقائي يحدث دون تدخل وسط خارجي. 2- عشوائي: ليمكن التنبؤ بوقت حدوثه. 3- حتمي : النواة غير المستقرة تتفكك عاجلا أم أجلا. 4- مستقل عن الضغط ودرجة الحرارة وأيضا عن التركيب الذي تنتمي إليه النواة.

7- - أنماط النشاط الإشعاعي :

أ- قوانين الإنحفاظ : قانوني صودي بالنسبة لتحول نووي معبر عنه بالمعادلة التالية : $^A_ZX\rightarrow{}^{A_1}_{Z_1}Y+{}^{A_2}_{Z_2}P$ يتحقق مايلي :

1- انحفاظ العدد الكتلي حيث: $A=A_1+A_2$ 2- انحفاظ العدد الشحني حيث: $Z=Z_1+Z_2$

أ- النشاط الإشعاعي α : يوافق انبعاث أنوية الهليوم $\left({}^4_2He\right)$ المسمات بالجسيمات α الناتجة عن التفكك التلقائي للا نوية الثقيلة ذات $(A>200)\ Z>83$ ${}^A_ZX\rightarrow{}^{A-4}_{Z-2}Y+{}^4_2He$ مثال : ${}^{238}_{92}U\rightarrow{}^{234}_{90}Th+{}^4_2He$.

ب- **النشاط الإشعاعي** $\beta^-\left({}^{0}_{-1}e\right)$ **يحدث في الأنوية المشعة والتي تحتوي على فائض من النيترونات** $(N\rangle Z)$ **حيث يتحول فيها نيترون إلى بروتون وتصدر إشعاع** β^- **الذي هو عبارة عن إلكترون** $\left({}^{0}_{-1}e\right)$ **حيث معادلة التحول هي:** ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$

${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

ت- **النشاط الإشعاعي** ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$ **يحدث في الأنوية المشعة والتي تحتوي على فائض من البروتونات** $(Z\rangle N)$ **حيث يتحول فيها بروتون إلى نيترون وتصدر إشعاع** β^+ **الذي هو عبارة عن بوزتون** $\left({}^{0}_{+1}e\right)$ **حيث معادلة التحول هي :** ${}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$

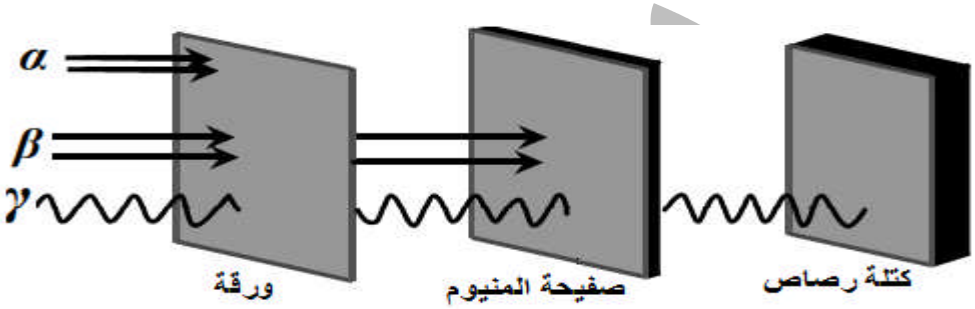
مثال: ${}^{30}_{15}Po \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}e$

${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e$.

ث- **-الإصدار γ أو الإثارة المعاكسة :** عبارة عن موجات كهرومغناطيسية (فوتونات) ذات طاقة كبيرة جدا، وهو نشاط يواكب الاشعاعات: α و β^- و β^+ ، حيث تكون النواة الناتجة في حالة مثارة ${}^{A}_{Z}X^*$ فتتخلص من فائض الطاقة بإصدار إشعاع γ. وفقا للمعادلة: ${}^{A}_{Z}X^* \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

مثال: 1 - ${}^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn}^* + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$ 2- ${}^{222}_{86}\mathrm{Rn}^* \rightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn} + \gamma$

ج- خواص الإشعاعات: β, α, γ.

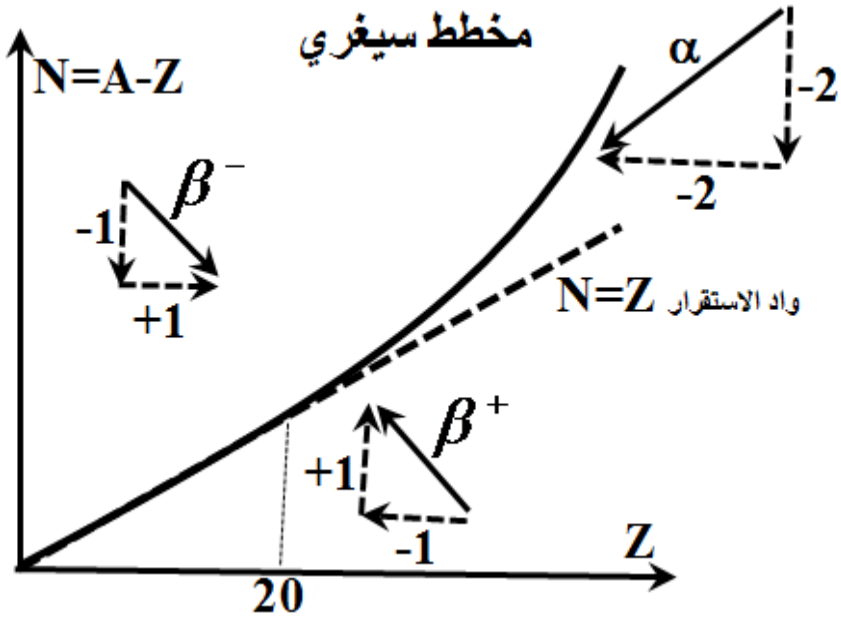


شكل يوضح نفاذية الاشعاعات α. β. γ

8- **مخطط سيغري:**

9- **عبارة عن منحنى يمثل التغيرات** N=f(Z)

يمكن من خلال هذا المنحنى معرفة الانوية المستقرة وغير المستقرة بالإضافة إلى معرفة نوع الإشعاع



كما هو موضح في الشكل المجاور حيث يكون:

1- من اجل (Z<20) N=Z (واد الاستقرار) عبارة عن انوية خفيفة وهي مستقرة.

2- الانوية التي تمتلك فائض من النيترونات (أعلى واد الاستقرار) تقترب من واد الاستقرار وذلك بإصدار إشعاع $\left(\beta^-\right)$.

3- الانوية التي تمتلك فائض من البروتونات (أسفل واد الاستقرار) تقترب من واد الاستقرار

20<Z<82 N/Z ≈1.5 نواة مس

Z>70 A/Z ≈2.5 نواة ثقيلة مستقرة

وذلك بإصدار إشعاع (β^+).

4- الانوية الثقيلة (Z>83) تقع أقصى يمين واد الاستقرار تصدر إشعاع α.

10- التناقص الإشعاعي:

يتناسب التغير في عدد الانوية المشعة (ΔN) طردا مع عدد الانوية المشعة والمدة الزمنية اللازمة لذلك (Δt) حيث :

$\Delta N = -\lambda . N(t).\Delta t$ يمكن صياغة هذه العبارة باشكل التالي : $\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda . N(t)$ ومن اجل $\Delta t \to 0$ يكون لدينا

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda . N(t)$$

وهي عبارة عن معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى من الشكل : $y' + \lambda y = 0$ حيث $\left(\left(y' = \frac{dN}{dt} \right) .. (y = N(t)) \right)$. حلها من الشكل

$y(t) = A e^{-\lambda t}$ (A: ثابت يتعلق بالشروط الابتدائية).

حلها من الشكل : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ تسمى هذه العلاقة بقانون التناقص الإشعاعي(قانون صودي) حيث: $N(t)$ عدد الانوية المتبقية ، N_0 : عدد الانوية الابتدائية. λ : ثابت النشاط الاشعاعي ويقدر بـ S^{-1} وهو يميز النو اة المشعة .

1- ثابت الزمن (τ): يسمى المقدار $\tau(S) = \frac{1}{\lambda(S^{-1})}$ بثابت الزمن وهو يمثل العمر المتوسط للنواة أو الزمن اللازم لتتفكك بالتقريب 63% من أنوية العيّنة المشعة. أي تبقى في العيّنة بالتقريب 37% من أنوية العيّنة المشعة

$$N(\tau) = N_0 e^{-\frac{1}{\tau}\tau} = \frac{N_0}{e} = \frac{N_0}{2.71} = 0.37 N_0$$.

2- زمن نصف العمر : هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الإبتدائية أي $t = t_{1/2} \Rightarrow N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$ عموما : $N(n t_{1/2}) = \frac{N_0}{2^n}$

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} \Rightarrow N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2} \Rightarrow e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow -\lambda t_{1/2} ln(e) = ln\frac{1}{2} \Rightarrow \lambda t_{1/2} = \ln 2 \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2$$

يمكن حساب عدد الذرات بالعلاقة التالية: $\left\{ \begin{matrix} 1(mol) \to M \to N_A = 6.023.10^{23} \\ n(mol) \to m \to N \end{matrix} \right\} \Rightarrow N = \frac{m}{M} N_A = n N_A$

11- النشاط الإشعاعي : يمثل سرعة تفكك الانوية بالنسبة للزمن (عدد التفككات الحادثة في وحدة الزمن) ويقاس بالبيكرال(Bq) (Becqurels) ويعطى بالعلاقة :

أو ألكيري حيث $1Ci = 3.7 .10^7 Bq$

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$$

$$1Bq = \frac{1 désintégration}{1 seconde}$$

$$A(t) = -\frac{d\left(N_0 e^{-\lambda t}\right)}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t} = \lambda N(t) \qquad A(n\, t_{1/2}) = \frac{A_0}{2^n}$$

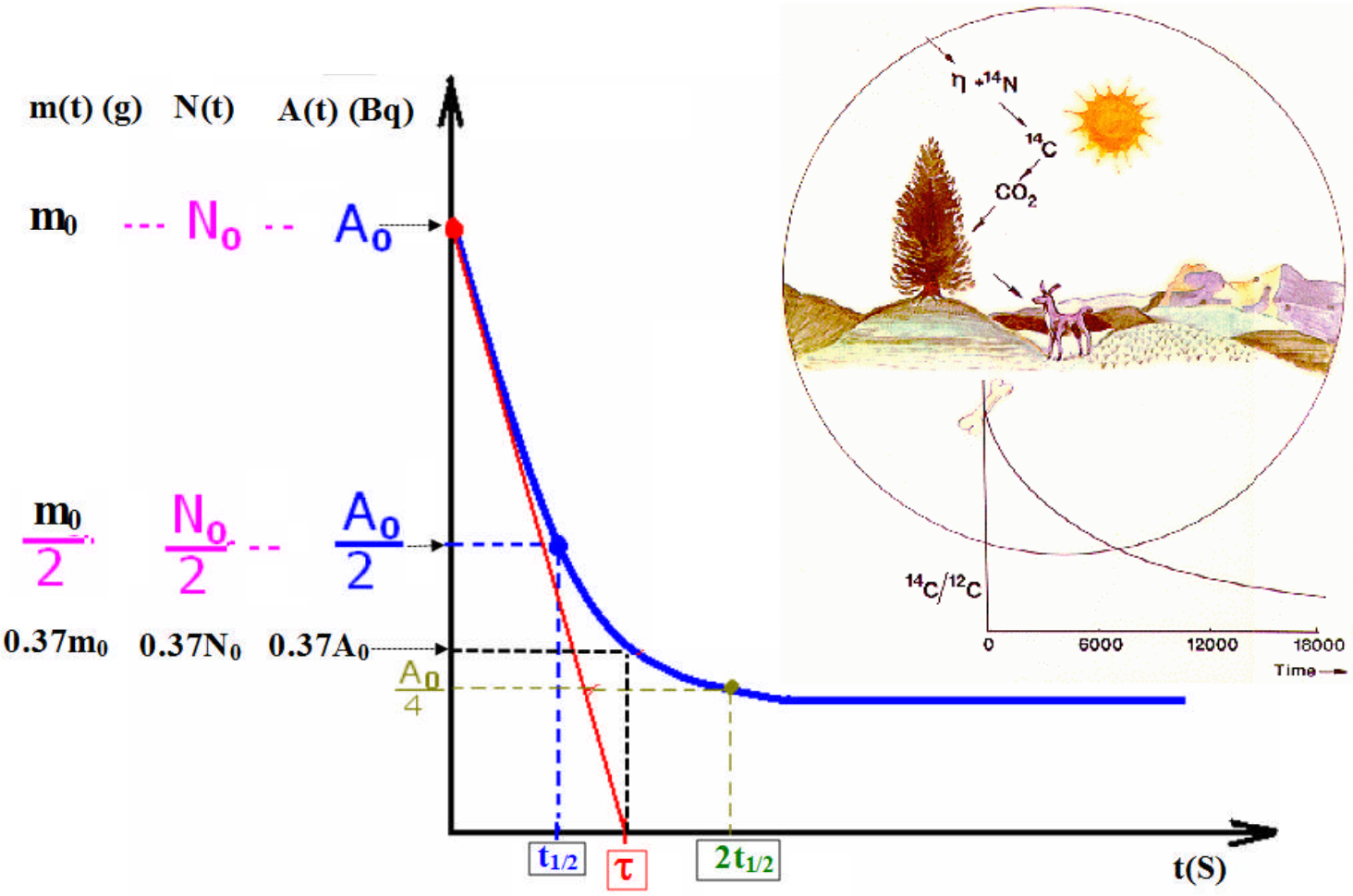
ملاحظة : يمكن من خلال قانون التناقص الاشعاعي اجاد علاقة تناقص الكتلة بالنسبة للعينة المشعة:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{m(t)}{M} N_A = \frac{m_0}{M} N_A e^{-\lambda t} \Rightarrow m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$$

12- تاريخ عينة مشعة(التاريخ):

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow ln\frac{A(t)}{A_0} = lne^{-\lambda t} \Rightarrow ln\frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda} ln\frac{A(t)}{A_0} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} ln\frac{A_0}{A(t)}$$

$$\Rightarrow t = \tau ln\frac{A_0}{A(t)} \Rightarrow t = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln\frac{A_0}{A(t)} = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln\frac{m_0}{m(t)} = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln\frac{N_0}{N(t)}$$



13- علاقة التكافؤ بين الكتلة والطاقة : في جملة الوحدات الدولية ، نعبر عن الكتلة ب Kg و الطاقة ب J .

في الفيزياء النووية ، نعبر عن الكتلة بوحدة الكتل الذرية u و الطاقة بالإلكترون فولط eV .

1- وحدة الكتل الذرية:

$$1u = \frac{1}{12} m_{{}^{12}_{6}C} \Rightarrow 1u = \frac{1}{12} . \frac{M}{N_A} \Rightarrow 1u = \frac{1}{12} . \frac{12 . 10^{-3}}{6.02 . 10^{23}} \Rightarrow 1u = 1.66 . 10^{-27} \ kg$$

$$1eV = 1,6.10^{-19} J$$

2- وحدة الطاقة:

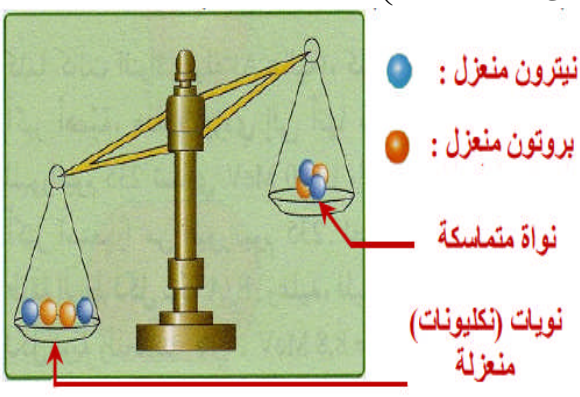
$$1MeV = 10^6 \ eV = 10^6 . 1,6 . 10^{-19} J \Rightarrow 1MeV = 1,6 . 10^{-13} \ J$$

3- طاقة الكتلة : حسب نظرية أنشتاين هناك تكافؤ بين الطاقة والكتلة ، هذا يعني أن الكتلة يمكن أن تتحول إلى طاقة والعكس صحيح فالجسيمة التي كتلتها m ،تعطى طاقتها بالعلاقة: $E(J) = m(kg) . c^2(m/s)$

$$E = 1u . c^2 \Rightarrow 1u = \frac{E}{c^2} \Rightarrow 1u = \frac{931,5MeV}{c^2} \Rightarrow 1u = 931.5 \frac{MeV}{C^2}$$

ملاحظة :في حالة التعبير عن الكتلة بوحدة **UMA** يمكن حساب الطاقة من العلاقة:

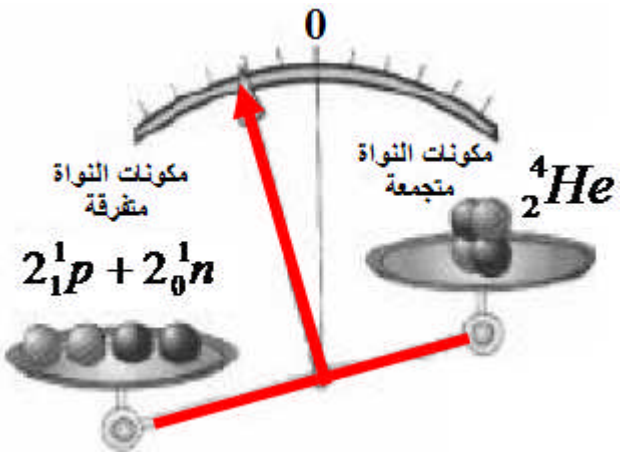
$$\Delta E(MeV) = \Delta m(u) . C^2 = \left(\Delta m . 931.5 \frac{MeV}{C^2} \right) C^2 = \Delta m . 931.5 MeV$$



14- النقص الكتلي للنواة :* هو الفرق بين كتلة النكليونات المكونة لنواة وهي متفرقة وفي حالة سكون و كتلة النواة وهي في حال سكون .

1- علاقة النقص الكتلي:

$$\Delta m = Z . m_p + (A - Z) . m_n - m({}^{A}_{Z}X)$$



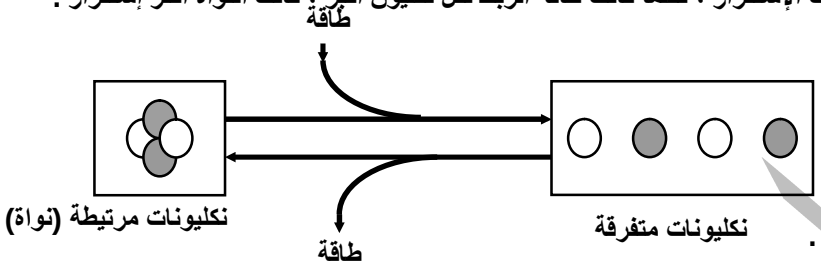
15- طاقة الربط للنواة (طاقة تماسك النواة): وهي الطاقة الواجب إعطاءها لنواة ساكنة لتفككها إلى نويّاتها وهي ساكنة و متفرقة أو الطاقة اللازمة لتجميع مكونات النوة حيث:

$$E_L = \Delta m.C^2 = \left[Zm_p + (A-Z)m_n - m(^A_ZX) \right].C^2$$

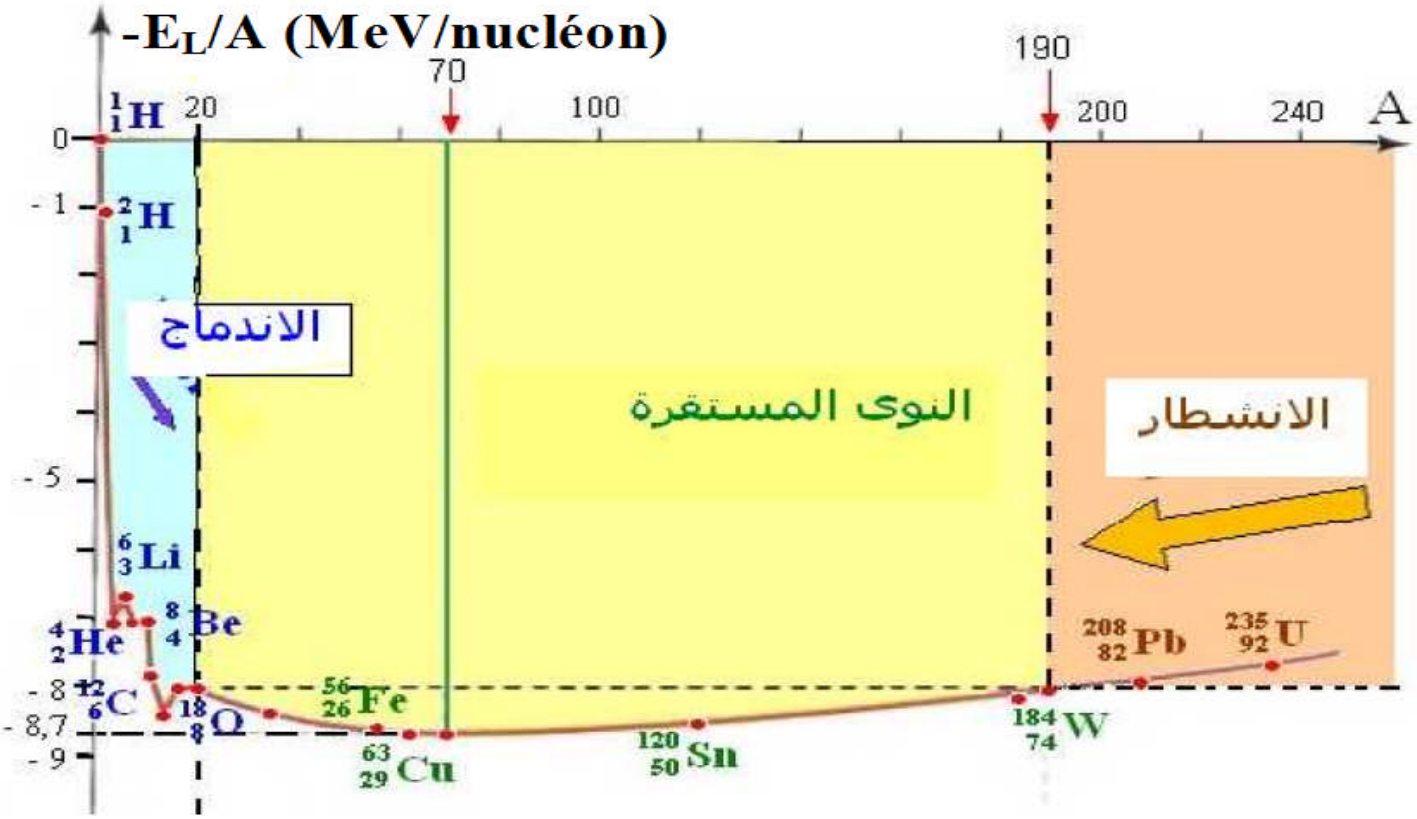
15 - طاقة الربط لكل نكليون : وهي حاصل قسمة طاقة الربط للنواة على عدد نكليونات النواة

$$\zeta = \frac{E_L}{A}\left(\frac{MeV}{A}\right)$$

وتسمح طاقة الربط لكل نكليون بالمقارنة بين الأنوية من حيث الإستقرار ، فكلما كانت طاقة الربط لكل نكليون أكبر ، كانت النواة أكثر إستقرار .



16 - مخطط أستون : يمثل هذا المنحنى: $-\frac{E_l}{A} = f(A)$.



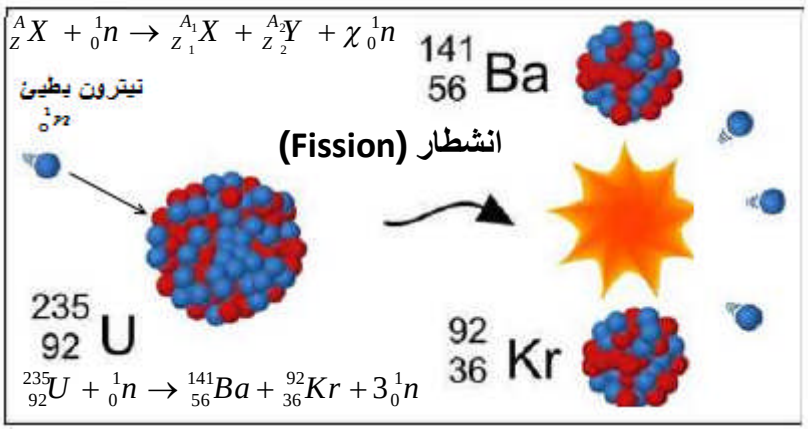
1- يمكن هذا المنحنى من معرفة الانويةالاكثر استقرارا للانه يعطي طاقة الربط لكل نكليون $\left|\frac{E_l}{A}\right|$ فالأنوية الأكثر إستقرا تقع أسفله.

2- الأنوية الثقيلة تنشطر إلى نواتين خفيفتين أكثر إستقرار ، إنه تفاعل الإنشطار .

3- الأنوية الخفيفة تندمج إلى نواة ثقيلة أكثر إستقرار ، إنه تفاعل الإندماج .

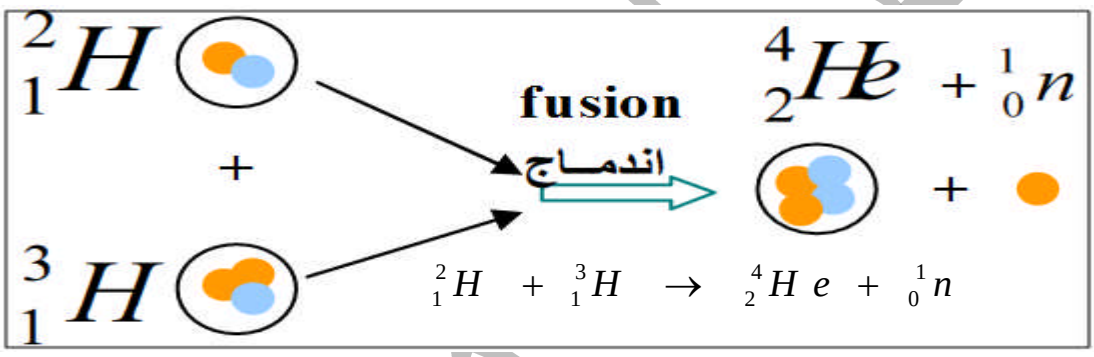
4- النواة الأكثر إستقرار هي نواة النحاس Cu.

17- تفاعل الانشطار: هو تفاعل نووي مفتعل يحدث فيه قذف نواة ثقيلة بنبترون بطيئ لتعطي نوتين خفيفتين أكثر استقرار منها.



18- الاندماج النووي: هو تفاعل نووي مفتعل يحدث فيه إتحاد نوتين خفيفتين لتعطي نواة جديدة ثقيلة أكثر استقرار منهما.مثال:

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + \chi\,{}^{1}_{0}n$$



19- الطاقة المحررة من تفاعل نووي:

* عندما تنشطر نواة ثقيلة $(A \rangle 200)$ إلى نواتين خفيفتين أو تندمج نواتين خفيفتين ، يحدث ضياع في الكتلة فتتحرر طاقة بحيث تكون في الاندماج اكبر منها في الانشطار .

لدينا التفاعل النووي الذي معادلته : $^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

1- الضياع في الكتلة لهذا التفاعل يعطى بالعلاقة:

$$\Delta m = \sum m_{finales} - \sum m_{initiales} = (m_{X_3} + m_{X_4}) - (m_{X_1} + m_{X_2}) \langle 0$$

$$E_{lib} = |\Delta m|.c^2 = \left[\sum m_{finales} - \sum m_{initiales}\right].c^2$$

2- الطاقة المحررة: يمكن حسابها بطريقتين:ا- عن طريق التغير الكتلي (Δm)

ب- عن طريق التغير في طاقة الربط (ΔE_L):

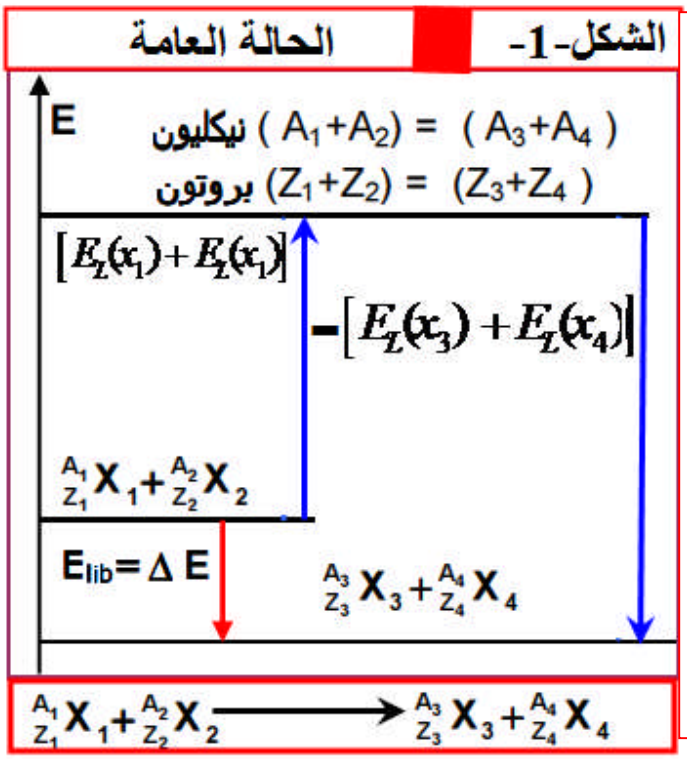
$$\Delta m = \sum E_{initiales} - \sum m_{finales} = (E_L(X_1) + E_L(X_2)) - (E_L(X_3) + E_L(X_4))$$

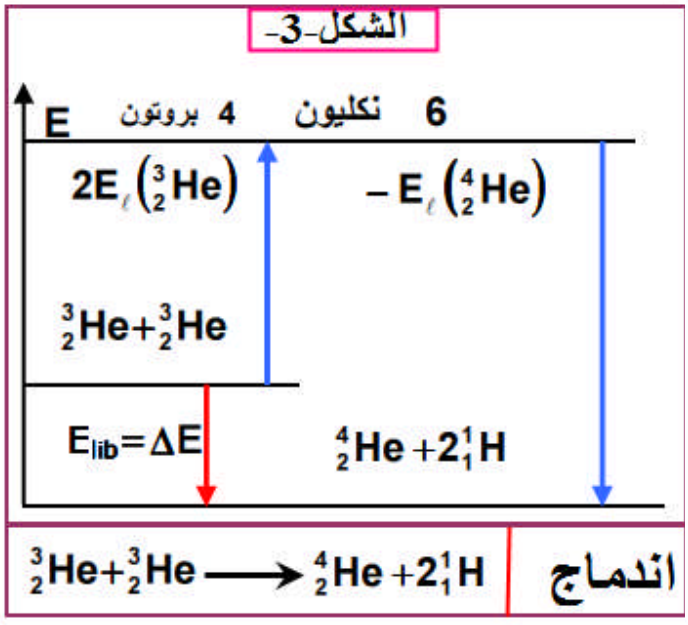
رسم تخطيطي يوضح مخطط الحصيلة الطاقوية:

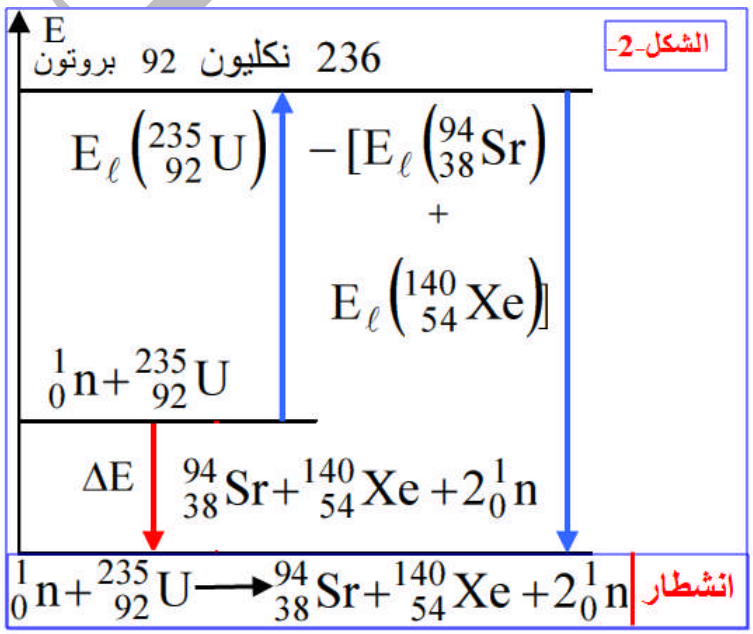
-الشكل-1- في الحالة العامة.

- الشكل-2- تفاعل الانشطار.

- الشكل-3- تفاعل الاندماج .







21- العالم بين منافع ومخاطر النشاط الإشعاعي :

أ- الاستخدام السلمي للطاقة النووية. - إنتاج الطاقة. - المجال الطبي - المجال الزراعي- التاريخ

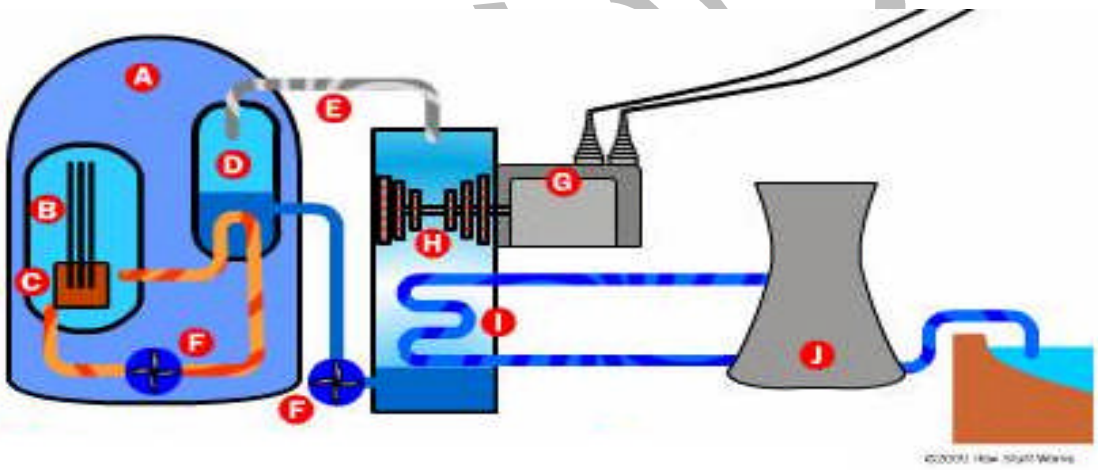
ب- الاستخدام العسكري للطاقة النووية .

ج- مخاطر النشاط الإشعاعي : إنتاج النفايات ذات الفعالية الإشعاعية العالية التي تحدث التلوث الإشعاعي.

د- تأثير الإشعاع على جسم الإنسان : يؤدي إلى الإصابة بالسرطان والتشوه الخلقي للأطفال المولودين لإباء وأمهات تعرضوا للإشعاع.

ه- حدوث كوارث نووية كرثة شرنوبل1986 في الروس و فوكوشيما في اليابان2011 .

22- رسم تخطيط يوضح المفاعل النووي



A قبة المفاعل
B قضبان التحكم (التبريد)
C قلب المفاعل
D مولد البخار
E ناقل البخار
F مضخة
G مولد كهربائي
H توربين
I خط تبريد الماء
J برج التبريد

من إعداد الأستاذ :م. خيرات بتصرف لتنسونا من خالص دعائكم

راسلونا في حالة خطا Makhlouf04@gmail.com