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: $\left(\ln f(x)\right)'=\frac{f'(x)}{f(x)}$

2- 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- $\frac{1}{e^x}=e^{-x}$

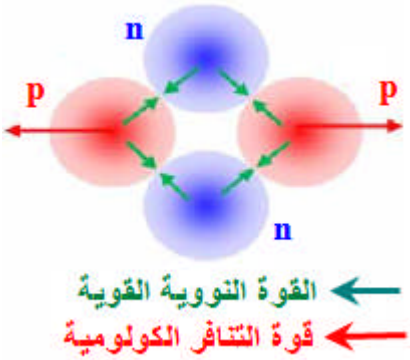
II.-التحولات النووية:

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 نفس العنصر الكيميائي التي لها نفس العدد ألشحني 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 γ,α,β.

5- النواة المشعة: نواة غير مستقرة تتفكك تلقائية لتتحول إلى نواة جديدة اكثر استقرارا بإصدار أشعة 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 $\left({}^4_2He\right)$ المسمى 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: ${}^A_ZX\rightarrow{}^A_{Z+1}Y+{}^0_{-1}e$

${}^{60}_{27}Co\rightarrow{}^{60}_{28}Ni+{}^0_{-1}e$ ${}^1_0n\rightarrow{}^1_1p+{}^0_{-1}e$

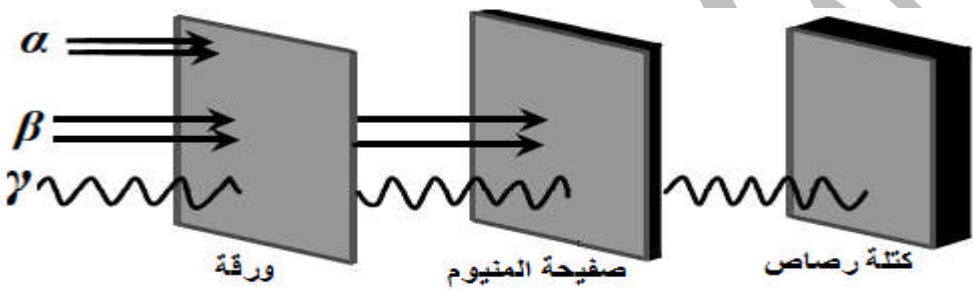
ت- **النشاط الإشعاعي** $\beta^+ \left({}^{0}_{+1}e\right)$ **:يحدث في** الأنوية المشعة والتي تحتوي على فائض من **البروتونات** $(Z \rangle N)$ **حيث يتحول فيها بروتون إلى نيترون وتصدر إشعاع** β^+ **الذي هو عبارة عن بوزتون** $\left({}^{0}_{+1}e\right)$ **حيث معادلة التحول هي :** ${}^{1}_{1}p \rightarrow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

مثال: ${}^{30}_{15}Po \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}e$. ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e$

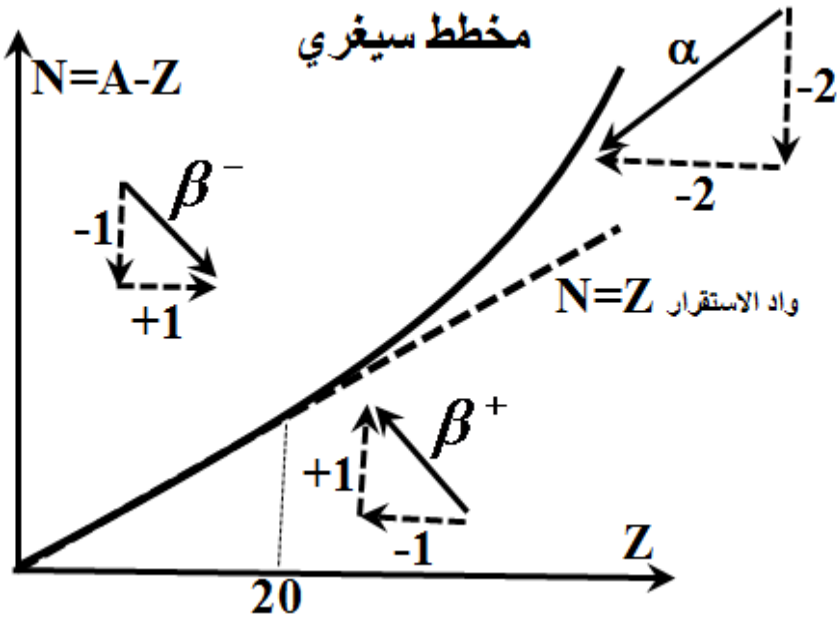
ث- **-الإصدار γ أو الإثارة المعاكسة :** عبارة عن موجات كهرومغناطيسية (فوتونات) ذات طاقة كبيرة جدا، وهو نشاط يواكب الاشعاعات: α و β^- و β^+ ، حيث تكون النواة الناتجة في حالة مثارة ${}^{A}_{Z}X^*$ فتتخلص من فائض الطاقة بإصدار إشعاع γ. وفقا للمعادلة: ${}^{A}_{Z}X^* \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

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

ج- **خواص الإشعاعات: β, α, γ.**



شكل يوضح نفاذية الاشعاعات α. β. γ



8- مخطط سيغري:

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 و

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

20<Z<82 N/Z ≈1.5 نواة مستقرة

Z>70 A/Z ≈2.5 نواة ثقيلة مستقرة

9- 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** $\left(\left(y' = \frac{dN}{dt} \right) .. \left(y = N(t) \right) \right)$.

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

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

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

أو ألكيري حيث $1Ci = 3.7 .10^7 Bq$

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

$$A(t) = -\frac{d\left(N_0 e^{-\lambda t}\right)}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t} = \lambda N(t)$$

$$A(n\, t_{1/2}) = \frac{A_0}{2^n}$$

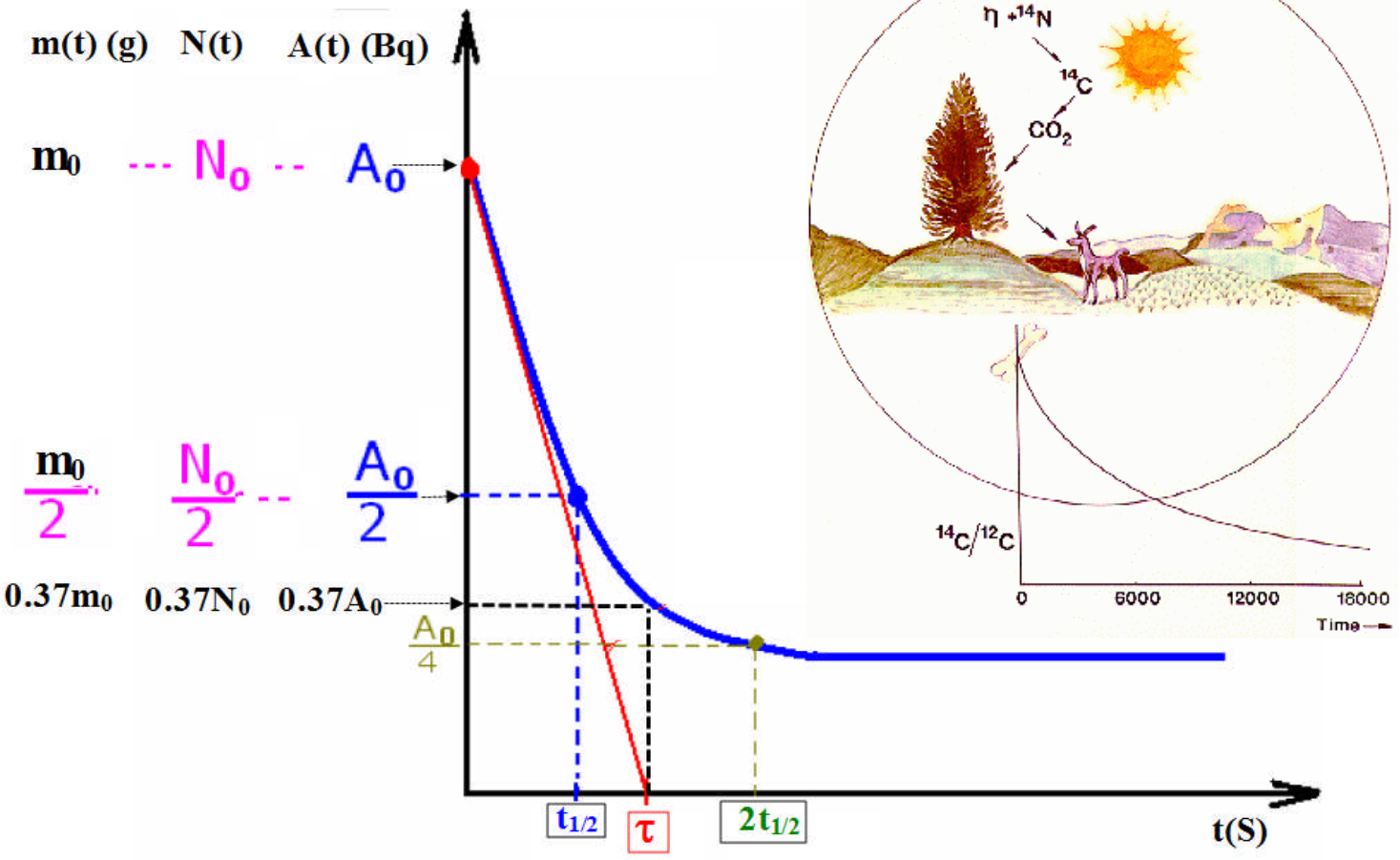
ملاحظة : يمكن من خلال قانون التناقص الاشعاعي اجاد علاقة تناقص الكتلة بالنسبة للعينة المشعة:

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

11- تاريخ عينة مشعة:

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

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



12- 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:

$$1u = \frac{1}{12} m_{^{12}_6C} \Rightarrow 1u = \frac{1}{12} \cdot \frac{M}{N_a} \Rightarrow 1u = \frac{1}{12} \cdot \frac{12 \cdot 10^{-3}}{6.02 \cdot 10^{23}} \Rightarrow 1u = 1.66 \cdot 10^{-27}\ kg$$

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

2- وحدة الطاقة:

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

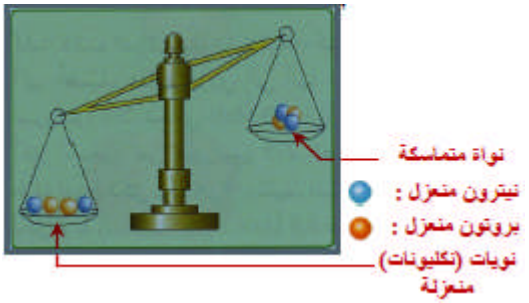
3- طاقة الكتلة : حسب نظرية أنشتاين هناك تكافؤ بين الطاقة والكتلة ، هذا يعني أن الكتلة يمكن أن تتحول إلى طاقة والعكس صحيح فالجسيمة التي كتلتها m ، طاقة كتلتها $E(J) = m(kg) \cdot c^2(m/s)$

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

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

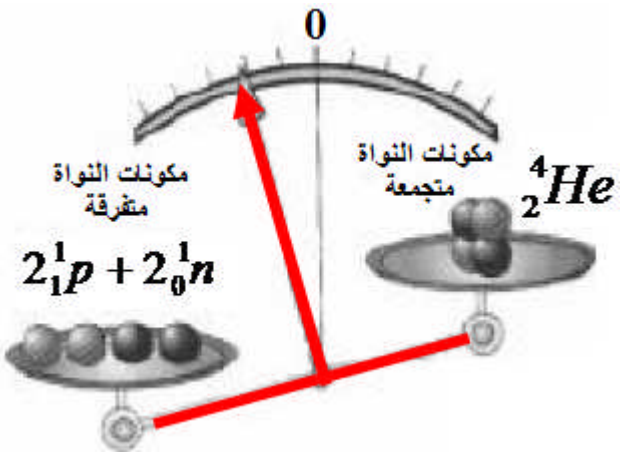
$$\Delta E(MeV) = \Delta m(u) \cdot C^2 = \left(\Delta m.931.5 \frac{MeV}{C^2}\right) C^2 = \Delta m.931.5MeV$$

13- 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:

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



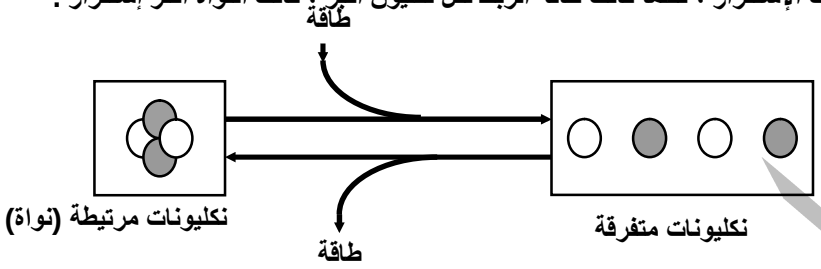
14- طاقة الربط للنواة (طاقة تماسك النواة): وهي الطاقة الواجب إعطاءها لنواة ساكنة لتفككها إلى نويّاتها وهي ساكنة و متفرقة أو الطاقة اللازمة لتجميع مكونات النوة .

$$E_l = \Delta m.C^2 = \left[Zm_p + (A-Z)m_n - m\left({}_Z^A X\right) \right].C^2$$

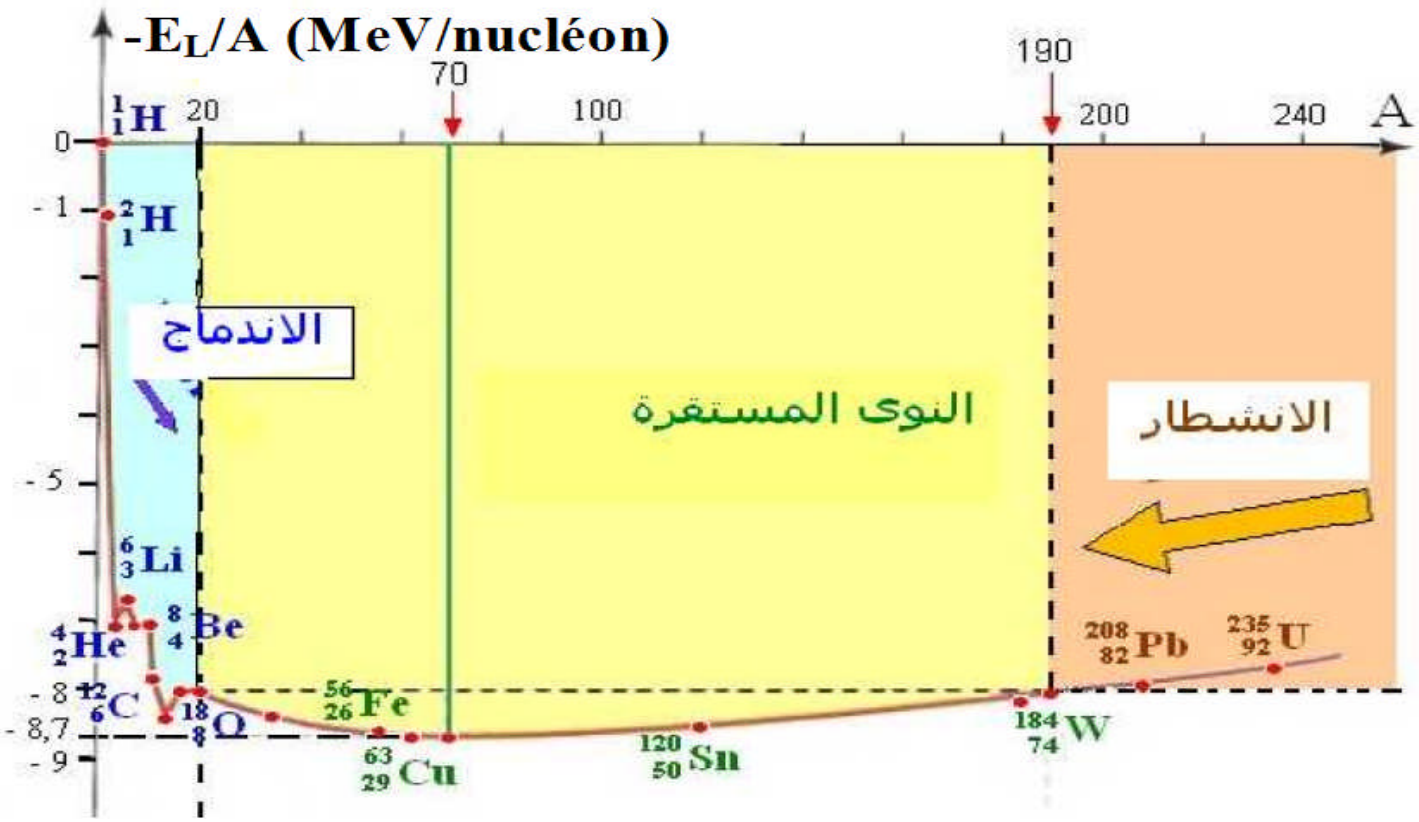
15 - طاقة الربط لكل نكليون : وهي حاصل قسمة طاقة الربط للنواة على عدد نكليونات النواة

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

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 $-\frac{E_l}{A} = f(A)$.



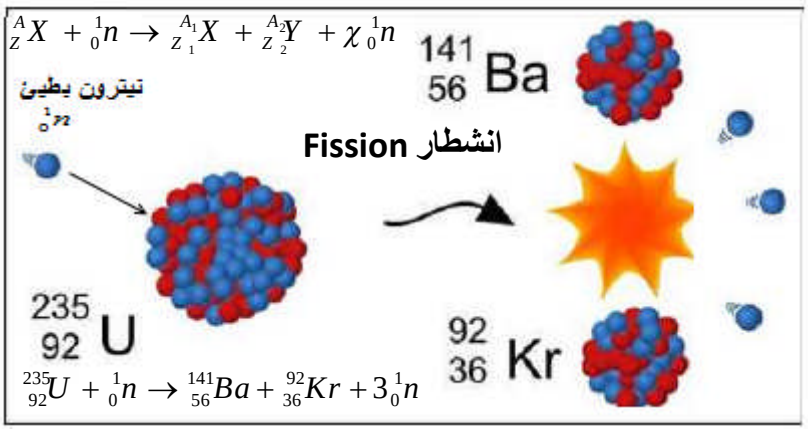
1- يمكن هذا المنحنى من معرفة الانويةالاكثر استقرارا للانه يعطي طاقة الربط لكل نكليون $\left|\frac{E_l}{A}\right|$ فالأنوية الأكثر إستقرا تقع أسفله.

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

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

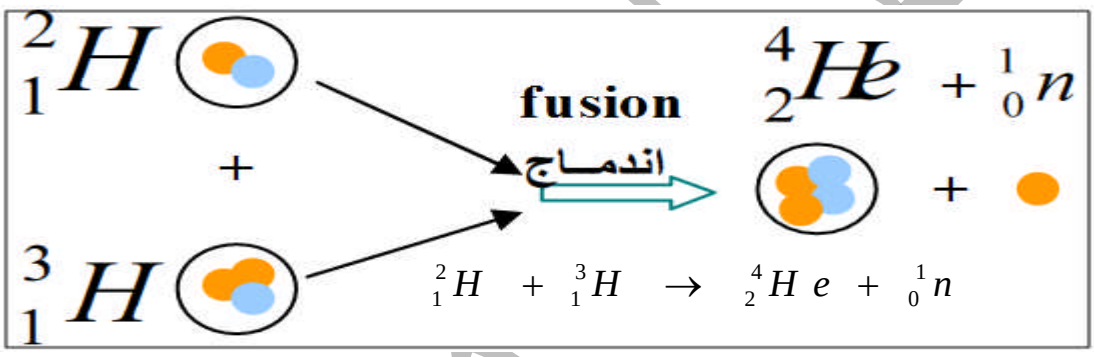
4- النواة الأكثر إستقرار هي نواة النحاس Cu.

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 النواة الثقيلة $(A \rangle 200)$ 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 :

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

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

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

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

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

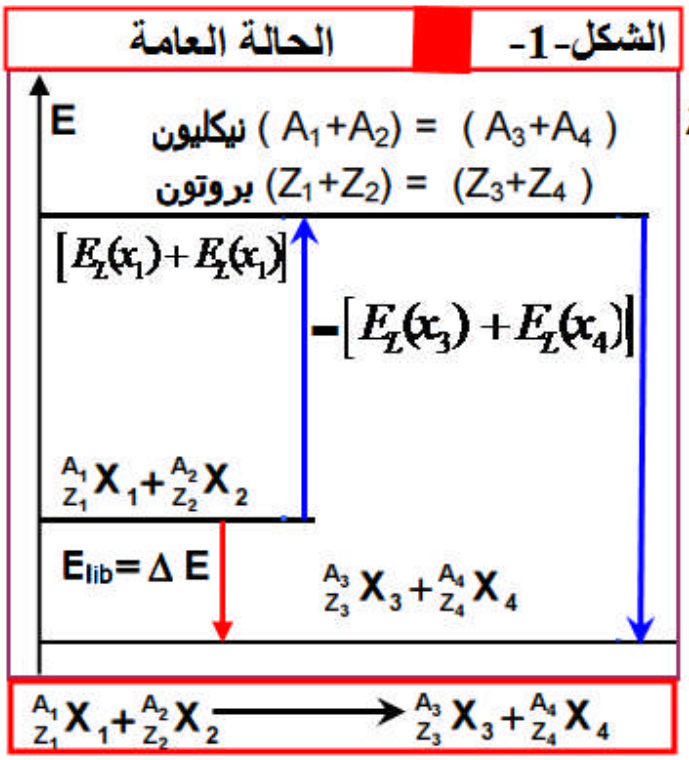
20- الحصيلة الطاقوية : مخطط الحصيلة الطا قوية لتفاعل الانشطار والاندماج

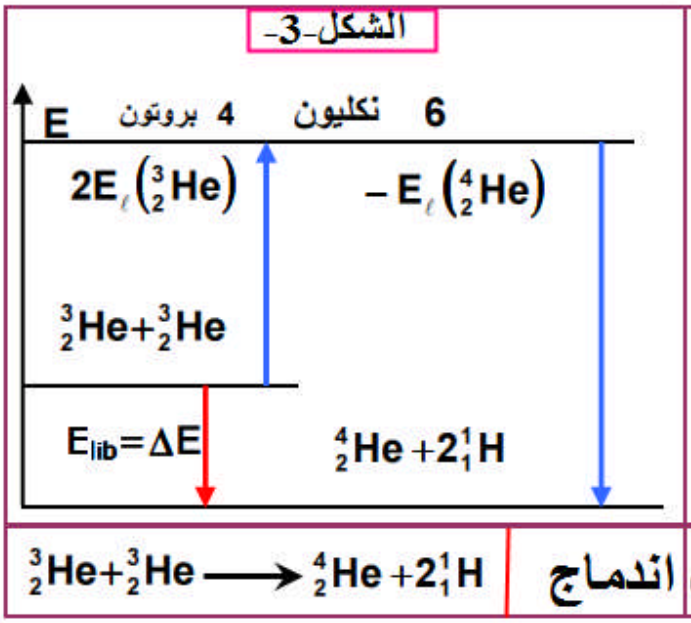
رسم تخطيط يوضح مخطط الحصيلة الطاقوية

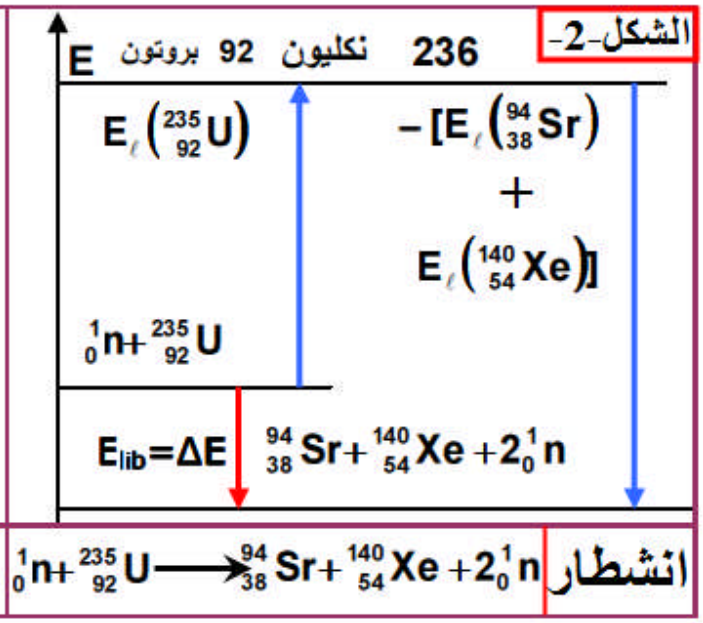
الشكل-1- في الحالة العامة.

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

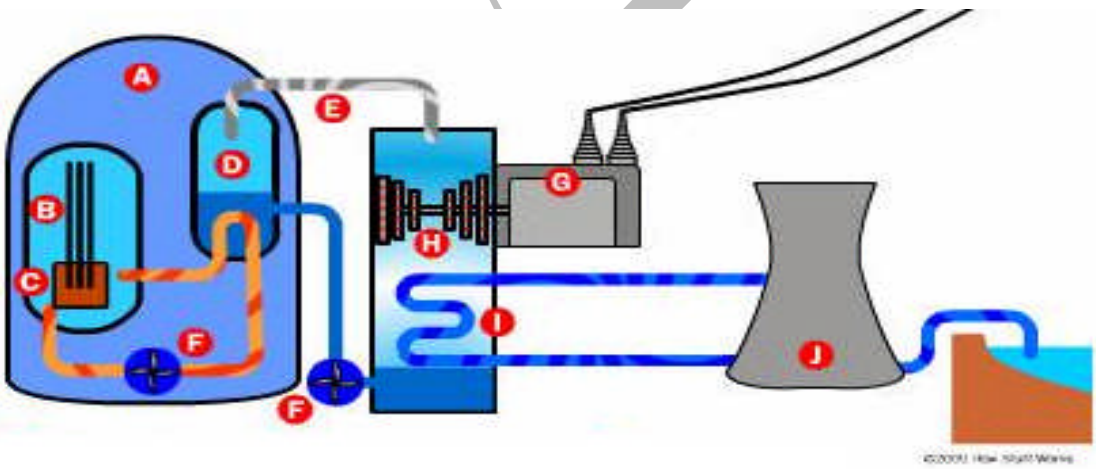
ب- الاستخدام العسكري للطاقة النووية .

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

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

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