تصحيح التمارين حول التفاعلات النووية

تمرين 2

1 ـ 1 تعريف بطاقة تأين ذرة الهيدروجين هي الطاقة النوية اللازم إعطاؤها للذرة في حالتها الأساسية لانتزاع إلكترون الذرة بدون سرعة . $E_i = E_\infty - E_1$ بحيث أن $E_\infty = 0$ و $E_1 = -13,6eV$ وبالتالي $E_i = 13,6eV$ ونعلم أن $1eV = 1,6.10^{-19}J$ أي أن $E_i = 21,76.10^{-19}J$

1 ـ 2 قيمة الطاقة الدنوية لإشعاع ضوئي تمتصه ذرة الهيدروجين لكي تنتقل من الحالة الأساسية إلى الحالة المثارة :
نعلم أن الطاقة التي تمتصها ذرة الهيدروجين عند انتقالها من الحالة الأساسية إلى حالة مثارة p هي :

$$E = E_p - E_1$$

$$E = E_0\left(1-\frac{1}{p^2}\right)$$

ويتبين من خلال العلاقة (نعوض p=2 نجد $E_2 = \frac{3E_0}{4}$ وبالنسبة ل p=3 نجد أن $E_3 = \frac{8E_0}{9}$ ويتبن أن $E_3>E_2$ أي أن الطاقة الدنوية للإشعاع ضوئي تمتصه ذرة الهيدروجين لانتقالها من الحالة الأساسية إلى الحالة المثارة هو
$E_2 = 10,2eV$

طول الموجة لهذا الإشعاع هو : $E_2 = \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{hc}{E_2}$

تطبيق عددي : $\lambda_2 = 1,2169.10^{-7}m = 122nm$

2 ـ $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \to ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$ الدقيقة X تمثل نوترون

نوع التفاعل : هو الاندماج النووي .

تمرين 3

1 ـ 1 $^{210}_{83}Bi \to ^{210}_{84}Po + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\bar{\nu}$ نوع الإشعاع هو β^-

1 ـ 2 نسمي نشاط عينة مشعة المقدار $a = -\frac{dN}{dt}$ الذي يعطي عدد التفتتات في وحدة الزمن .

$$a = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$a = \lambda N$$

وبما أن $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ إذن $a = N\frac{\ln 2}{T}$

1 ـ 3 نعلم أن $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ وكذلك $\frac{m_0}{M(Bi)} = \frac{N_0}{\mathcal{N}_a} \Rightarrow N_0 = \frac{\mathcal{N}_a m_0}{M(Bi)}$

أي أنه في اللحظة $t=3,6.10^3s$ ستكون عندنا :

$$a = \frac{\mathcal{N}_a m_0 \ln 2}{T.M(Bi)} e^{-\frac{t}{\ln 2}T}$$

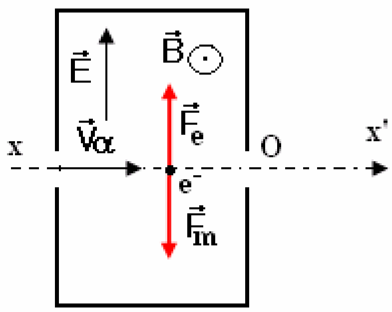
تطبيق عددي : $a=4,5.10^{15}Bq$

2 ـ حسب معادلة التفاعل النووي لدينا : $^{210}_{84}Po \to ^{4}_{2}He + ^{Z}_{A}Pb$ بتطبيق قوانين الانحفاظ : Z=206 و A=82 .

3 ـ 1 حساب سرعة الدقيقة α

عند ولوج الدقيقة للمجالين $\vec{E}$ و $\vec{B}$ على أساس أن حركة الدقيقة حركة مستقيمية منتظمة فإن $\sum \vec{F}_i = \vec{0}$

القوى المطبقة على الدقيقة α وهي موجبة الشحنة $q = +2e$ القوة المغناطيسية $\vec{F}_e = 2e\vec{E}$ و $\vec{F}_m = 2e\vec{v}\wedge\vec{B}$



$$F_e = F_m \Rightarrow E = v_\alpha B$$

$$v_\alpha = \frac{E}{B}$$

تطبيق عددي : $v_\alpha = 1{,}6.10^7\, m/s$

3 – 2

انحفاظ كمية الحركة خلال التفتت : $\vec{P}(\alpha)+\vec{P}(Pb)=\vec{0} \Rightarrow m_\alpha V_\alpha = m_{Pb}V_{Pb}$ ومنه فإن $E_C(Pb)=\frac{m_\alpha}{m_{Pb}}E(\alpha)$

ولدينا كذلك انحفاظ الطاقة الكلية : $E = E_C(\alpha)+E_C(Pb)$ أي أن $E = E_C(\alpha)\left(1+\frac{m_\alpha}{m_{Pb}}\right) \Rightarrow E_C(\alpha)=\frac{E}{1+\frac{m_\alpha}{m_{Pb}}}$

تطبيق عددي : $E_C(\alpha)=0{,}98E$ أي أن $E_C(\alpha)$ تمثل 98% من الطاقة الناتجة .

تمرين 4

1 – قوانين الانحفاظ (أنظر الدرس)

2 – معادلة التفتت : ${}^{212}_{83}Bi \to {}^{4}_{2}He + {}^{Z}_{A}T\ell$ أي أن A=208 و Z=81 وبالتالي فالمعادلة هي : ${}^{212}_{83}Bi \to {}^{4}_{2}He + {}^{81}_{208}T\ell$

3 – التفتت الناتج عن نويدة البزموت :

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

$$\Delta E = \big(m(Bi)-m(\alpha)-m(T\ell)\big).c^2$$

$$\Delta E = 6{,}7.10^{-3}.931{,}5MeV.c^2.c^{-2}$$

$$\Delta E = 6{,}24MeV \cong 10^{-12}\,J$$

4 – أنظر السؤال 3 – 2 في التمرين 3

$$\Delta E = E_C(\alpha)\left(1+\frac{m_\alpha}{m_{T\ell}}\right) \Rightarrow E_C(\alpha)=\frac{\Delta E}{1+\frac{m_\alpha}{m_{T\ell}}}$$

حساب V_α نطبق التعبير العام للطاقة الحركية سواء كانت الدقيقة كلاسيكية أو نسبوية : $E_C(\alpha)=m(\alpha)c^2(\gamma-1)$ أي

أن $m(\alpha)c^2(\gamma-1)=\frac{\Delta E}{1+\frac{m(\alpha)}{m(T\ell)}} \Leftrightarrow \gamma = 1+\frac{\Delta E}{m(\alpha)c^2\left(1+\frac{m(\alpha)}{m(T\ell)}\right)}$

لدينا تعبير γ هو كالتالي : $\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{V^2(\alpha)}{c^2}}}$ أي أن $V(\alpha)=c\sqrt{1-\frac{1}{\gamma^2}}$

تطبيق عددي : نجد $\gamma = 1{,}0016$ من العلاقة الأولى .

نحسب V_α $V(\alpha)=3.10^8\sqrt{1-\frac{1}{(1{,}0016)^2}}=1{,}7.10^7\,m/s$ بما أن $1<\gamma<1{,}1$ إذن فالدقيقة كلاسيكية

تمرين 5

طاقة الربط لنواة ${}^{238}_{92}U$

$$E_\ell = \left[92m_p + (238-92)m_n - m(U)\right].c^2$$

$$E_\ell = 1{,}89u.c^2 1{,}89.931{,}5MeV$$

$$E_\ell = 1760{,}5MeV$$

ـ طاقة الربط بالنسبة للنوية هي : $\mathcal{E}(U)=\frac{E_\ell}{238}=7{,}4MeV/nucleon$

بالنسبة للنويدة $^{206}_{82}Pb$ نجد $\mathcal{E}(Pb)=7{,}41Mev/nucleon$

يلاحظ أن النويدة $^{206}_{82}Pb$ أمثر استقرارا من $^{238}_{92}U$

2 ـ 1 الدقيقة α هي نواة الهيليوم والدقيقة β^- هي إلكترون

حساب x و y

$^{238}_{92}U \rightarrow ^{206}_{82}Pb + x\,^4_2He + y\,^0_{-1}e$ حسب المعادلة وبتطبيق قانون انحفاظ الشحنة الكهربائية والعدد الإجمالي للنويات نجد :

x=8 و y=6

2 ـ 2 الطاقة المحررة خلال هذه التفتتات هي : $E=\Delta m.c^2$

مع أن Δm تمثل النقص الكتلي .

$$\Delta m = m(U)-m(Pb)-8m(\alpha)-6m(\beta)$$

$$\Delta m = -2{,}8.10^{-3}u$$

$$E=-2{,}608MeV$$

3 ـ نحسب عدد النوى الموجودة في m_1=10mg من الرصاص 206

$$N_1=\frac{m_1}{m_{atome}(Pb)}=\frac{m_1}{m(^{206}Pb)+82\times m_e}=\frac{10.10^{-6}}{206{,}0385.1{,}656.10^{-27}}=2{,}93.10^{19}$$

هذا العدد ينتج من نفس العدد من نوى الأورانيوم 238 المتفتتة

عدد النوى الموجودة في 1g من الأورانيوم 238 :

بنفس الطريقة نجد أن $N_2=2{,}536.10^{21}$

حسب قانون التناقص الإشعاعي عدد النوى غير المتفتتة في لحظة t : $N=N_0e^{-\lambda t}$ مع أن $\lambda=\frac{\ln 2}{T}$

أي أن $N_2=(N_1+N_2)e^{-\lambda t} \Rightarrow t=\frac{-\ln\left(\frac{N_2}{N_1+N_2}\right)}{\ln 2}T$ تطبيق عددي نجد : $t\cong 7{,}46.10^7\,ans$