تفاعل الاشعاع مع الماده :

الاشعاع النووي :-

* لمعرفة نواتج الاضمحلال و التفاعلات النووية

* هناك صفتين مؤثرتين في تفاعل الاشعاع مع الماده لهما الاهمية الكبرى في تقسيم الاشعاع الى :- الشحنه و الكتله . و على هذا الاساس يمكن تقسيم الاشعاع الى :-

1. الاشعه النووية المشحونه
   - الجسيمات الثقيله المشحونه (P بروتون، α نواة الهليوم، $^{6}_{2}He$)
   - الجسيمات الخفيفه المشحونه ($\beta^{\pm}$ بيتا)

2. الاشعه النووية غير المشحونه
   - جسيمات متعادله n نيوترون
   - الاشعه الكهرومغناطيسيه γ كاما

* هناك تفاعل الاشعاع مع الماده هو عملية نقل للطاقه بين الاشعاع كلاً او جزءاً بصوره مباشره او غير مباشره الى الماده .

اولاً تفاعل الجسيمات الثقيله المشحونه :

* الجسيمات الثقيله المشحونه مثل الفا (α) و البروتون (P) تتفاعل بصوره رئيسيه مع الماده من خلال القوى الكولومبيه مع الالكترونات المداريه لذرات الماده المترجمه للاشعاع. قد يحدث تفاعل كولومبي مع نواة الذره لكنه نادراً ما يحدث. وان حدث فهو لا يؤثر على استجابه كاشف الاشعاع. لذا كواشف الجسيمات الثقيله تعتمد على التفاعل مع الالكترونات بشكل رئيسي.

* عند دخول جسيم ثقيل مشحون على وسط مادي فأنه يتفاعل أيضاً مع العديد من الكترونات ذرات الوسط وفي كل تفاعل يفقد الالكترون بالقوى الكولومبية للجسيم بقربه.

* اعتماداً على المسافة بين الجسيم الساقط والكترون ذرة الوسط فأنه هذه القوة (قوة كولوم) قد تكون كافية لرفع الالكترون لمدارات الى مستوى طاقة اعلى ويحصل بذلك التهييج او ان اذا كانت الطاقة كافية لازالة الالكترون من الذرة وهذا ما يعرف بالتأين.

* الطاقة التي يكتسبها الالكترون المؤين تكون على حساب طاقة الجسيم المشحون الساقط وبذلك تقل طاقة الجسيم تدريجياً بعد سلسلة من التفاعلات داخل الوسط المادي حتى تتهيء طاقة الجسيم بسقط ويكون شائبة داخل الوسط المادي اذا لم ينتقل من الوسط المادي. وهذا يعتمد على سمك الوسط المادي.

* المسافة التي يقطعها الجسيم المشحون داخل المادة قبل ان يفقد طاقته كلياً يعرف بالمدى Range.

* بسبب كبر حجم الجسيم المشحون فأنه يسير داخل الوسط يكون مستقيماً ولكنه قبل ان يفقد طاقته يحصل له بعض الانحراف قليلاً.

* الطاقة المفقودة والمدى:

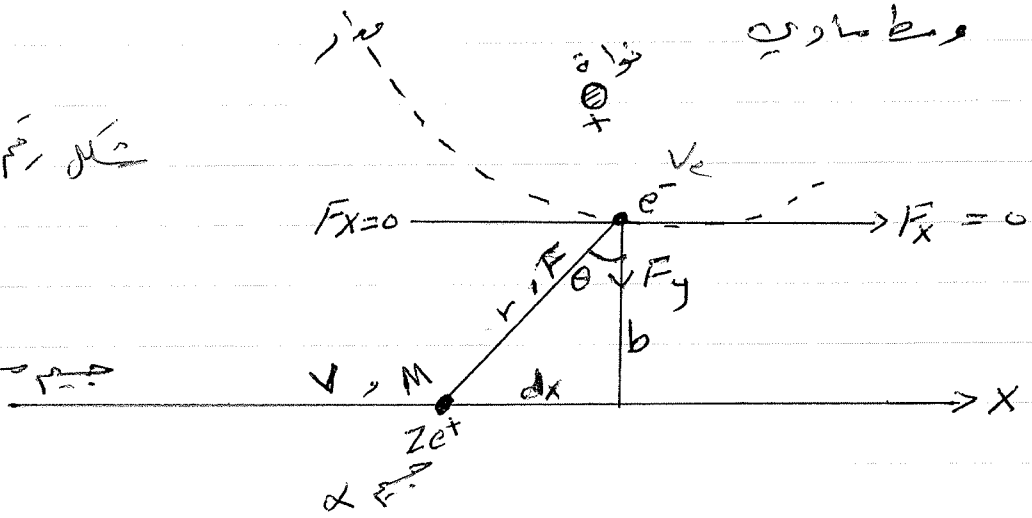
ان حساب الطاقة المفقودة Energy loss (E.L) تعتمد على معادلة بث Bith ولهذه المعادلة تم اشتقاقها من القوى الكولومبية بين جسيم المشحون الساقط والكترون الساكن ان هذه القوى تؤدي الى انتقال الزخم من جسيم الى الكترون. كما في الشكل التالي:-

/ 2 م

ملاحظة: عند تصادم V_e كما في V

وسط مادي

شكل رقم (1)



مقدار الزخم المنتقل من الجسم الذي كتلته M وسرعته V وشحنته Ze^+ الى الالكترون ذو كتلة m_0 وشحنته e^- هو ΔP

$$\Delta P = \int_{-\infty}^{\infty} F_y \, dt \qquad \text{—— 1}$$

F_y مركبة قوة كولوم F باتجاه محور y اما $F_x = 0$ باتجاه محور x

$$F_y = F \cos\theta \qquad \text{—— 2}$$

من قانون كولوم

$$F = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \qquad \text{—— 3}$$

$$\therefore F_y = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cos\theta \qquad \text{—— 4}$$

من الشكل

$$\cos\theta = \frac{b}{r} \qquad \text{—— 5}$$

$$r^2 = \frac{b^2}{\cos^2\theta} \qquad \text{—— 6}$$

1 حيل

$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

ثابت قوة كولوم

$F \propto \frac{Ze^2}{r^2} \Rightarrow F = K\frac{4e^2}{r^2}$

* سم، بوصة

$\sin\theta = \frac{x}{r}$ ـــ 7

نقسم معادلة 7 على 6 نحصل على

$\tan\theta = \frac{x}{b}$ ـــ 8

نشتق معادلة 8 بالنسبة لـ θ و x نحصل على

$\sec^2\theta\, d\theta = \frac{dx}{b}$ ـــ 9

نعلم بأن السرعة هي مسافة على زمن dt ونقسم على dt

$\sec^2\theta\, d\theta = \frac{dx/dt}{b} \cdot dt \Rightarrow \frac{v}{b}\, dt$ ـــ 10

$\therefore dt = \frac{b}{v}\sec^2\theta\, d\theta$ ـــ 11

نعوض 11 و 4 في 1 نحصل على

$\Delta p = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} K\frac{Ze^2}{r^2}\cos\theta \cdot \frac{b}{v}\sec^2\theta\, d\theta$ ـــ 12

نستخدم علاقة 6 في 12

ملاحظة

$\cos\theta = \frac{1}{\sec\theta}$

$\therefore \Delta p = \frac{KZe^2}{bv}\int_{-\pi/2}^{\pi/2}\cos\theta\, d\theta$

$\therefore \boxed{\Delta p = \frac{2KZe^2}{bv}}$ ـــ 12

b//

* اما مقدار التغير في الطاقة او مقدار الطاقة المكتسبة من قبل الالكترون هي ΔE

$$\Delta E = \frac{(\Delta p)^2}{2m_o} \quad \text{---- 13}$$

$$\Delta E = \frac{2Z^2 e^4 K^2}{m_o b^2 V^2} \quad \text{---- 15}$$

معادلة 15 تعطي مقدار الطاقة الحركية التي يكتسبها الالكترون بدلالة عامل التصادم (b)

سؤال: جسيم الفا طاقته $T_\alpha = 5\ MeV$ اصطدم بذرة الومنيوم فحدث تصادم مع احد الالكترونات فكانت الطاقة الحركية التي اكتسبها $T_e = \Delta E = 0.025\ MeV$ احسب معامل التصادم b.

$$T_e = \Delta E = \frac{2K^2 Z^2 e^4}{m_o b^2 V^2}$$

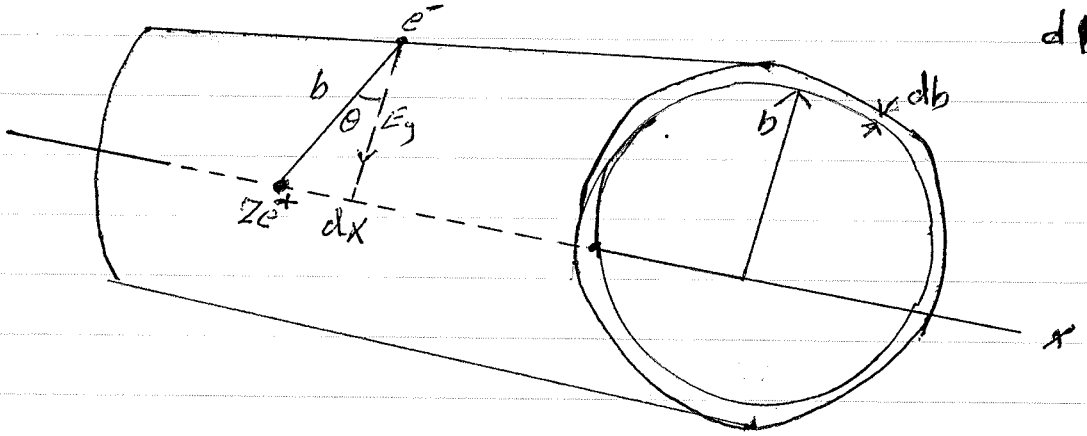
$$T_\alpha = \frac{1}{2} M_\alpha V^2$$

$$V^2 = \frac{2T_\alpha}{M_\alpha} \qquad , M_\alpha = 4 \quad (_2He^4) = (_2H_e^{A=M_\alpha})$$

$$\therefore T_e = \frac{2K^2 Z^2 e^4 M_\alpha}{2m_o b^2 T_\alpha}$$

$$\therefore b = \left[\frac{K^2 Z^2 e^4 M_\alpha}{m_o T_\alpha^2 T_e}\right]^{1/2} = \frac{KZe^2}{T_\alpha}\left[\frac{M_\alpha}{T_e m_o}\right]^{1/2}$$

* ان معادله 15 تمثل الطاقه المنتقله من الجسيم المشحون الساقط الى الالكترون ذاري واحد في ذره واحده اما لو اخذنا بنظر الاعتبار جميع الالكترونات الذاريه لجميع ذرات الوسط فأنه مرور الجسيم المشحون خلال الوسط مار dx داخل الماده . وكانت n عدد الذرات لوحده الحجم وكانت كل ذره تحتوي Z من الالكترونات ، فأنه الماء dx يحتوي على dn من الالكترونات الموزعه عشوائياً حول قشره اسطوانيه نصف قطرها الداخلي b والخارجي



شكل رقم (2)

اذا كانت كثافة الماده ρ فأن dn

$$dn = Zn \cdot 2\pi \rho b\, db\, dx \qquad \text{(16)}$$

(حجم الاسطوانه)

اذن تجميع الطاقه لوحده الماء المفقوده من طاقة الجسيم الساقط والمكتسبه من قبل الالكترونات في معادله 16

$$-\frac{dE}{dx} = \int_{b_{min}}^{b_{max}} \Delta E \cdot \frac{dn}{dx} \qquad \text{(17)}$$

الاشاره السالبه في الطرف الايسر من 17 تشير الى نقصان طاقه الجسيم الساقط عند مروره بالوسط .

نعوض 15 و 16 في 17 نحصل على :

$$-\frac{dE}{dx} = 4\pi Z_n \frac{Z^2 e^4}{m_o V^2} \int_{b_{min}}^{b_{max}} \frac{db}{b}$$

$$-\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi e^4 Z^2 Z_n}{m_o V^2} \ln \frac{b_{max}}{b_{min}} \qquad \text{——— 18}$$

$$Z_n = \rho N_{avo.} \left(\frac{Z}{A}\right)$$

A : العدد الكتلي للذرة و Z : العدد الذري .

اشتقاق العامل 2