كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : ميكانيك الكم٢

المحاضرة : العاشرة/نظري/ كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٨٨

2025

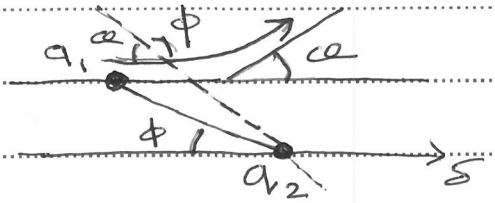
يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

تشتت رذرفورد

لدينا جسيم دائرة سحنتها q_1 وطاقتها الحركية E تشتت على جسيم آخر ثقيل سحنتها q_2 ومستقرة والطلب اوجد المقطع العرضي التفاضلي لهذا التشتت علماً ان العلاقة التي تربط بارامتر الصدم بزاوية التشتت θ هي

$$b = \left| \frac{q_1 q_2}{8\pi \varepsilon_0 E} \right| \cot \left| \frac{\theta}{2} \right| \quad (*)$$

الحل



$$\frac{\partial \sigma}{\partial \Omega} = \frac{b}{\sin\theta} \left| \frac{db}{d\theta} \right|$$

لدينا من (*)

$$b = \left| \frac{q_1 q_2}{8\pi \varepsilon_0 E} \right| \left| \frac{\cos \frac{\theta}{2}}{\sin \frac{\theta}{2}} \right|$$

$$\frac{db}{d\theta} = \frac{q_1 q_2}{8\pi \varepsilon_0 E} \left| -\frac{1}{2 \sin^2 \frac{\theta}{2}} \right|$$

مكتبة A to Z - كلية العلوم (جامعة طرطوس) - TEL:0931497960

$$\left|\frac{db}{d\theta}\right| = \left|\frac{q_1 q_2}{8\pi\varepsilon_0 E}\right| \left|\frac{1}{2\sin^2\frac{\theta}{2}}\right|$$

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{1}{\sin\theta}\left|\frac{q_1 q_2}{8\pi\varepsilon_0 E}\right| \frac{\cos\frac{\theta}{2}}{\sin\frac{\theta}{2}} \frac{q_1 q_2}{8\pi\varepsilon_0 E_2 \sin^2\frac{\theta}{2}}$$

$$= \frac{1}{2\sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{\theta}{2}}\left|\frac{q_1 q_2}{8\pi\varepsilon_0 E}\right| \frac{\cos\frac{\theta}{2}}{\sin\frac{\theta}{2}} \frac{q_1 q_2}{8\pi\varepsilon_0 E_2 \sin^2\frac{\theta}{2}}$$

$\sin\theta = 2\sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{\theta}{2}$:و

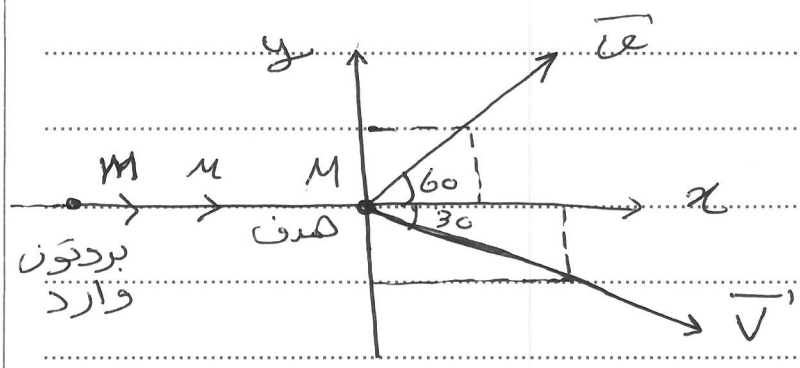
$$\frac{\partial\sigma}{\partial\Omega} = \left(\frac{q_1 q_2}{16\pi\varepsilon_0 E \sin^2\frac{\theta}{2}}\right)^2$$

//مسألة//

بالملاحظة في صورة مأخوذة في مرج سمارا ان بروتون يجابي اصطدامياً مرناً فينحرف عن مساره بفعل هذا الاصطدام زاوية مقدارها 60° و يصنع الكيم المصدوم مع اتجاه البروتون الوارد زاوية مقدارها 30° و المطلوب

ماهي كتلة الكيم المصدوم و ماهي طاقته

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



// الحل //

نفرض ان سرعة البروتون الوارد قبل التصادم $\vec{u}$
سرعته بعد التصادم $\vec{v}$ سرعة الهدف بعد التأثر
$\vec{V}$ نفرض كتلة m و كتلة الهدف M بما ان التصادم
مرن فان مبدأ انحفاظ الاندفاع وانحفاظ الطاقة

$$0 + \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$$

طاقة الحركة الكلية قبل التصادم — طاقة الحركة الكلية بعد التصادم

نضرب طرفي العلاقة بـ $\frac{2}{m}$

$$u^2 = v^2 + \frac{M}{m}V^2 \quad (1)$$

حسب مبدأ انحفاظ الاندفاع

$$0 + m\vec{u} = m\vec{v} + M\vec{V}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

نسقط هذه العلاقة الشعاعية على جميع المحاور الاحداثية المتعامدة (x, y, z) فيها محور (x) ينطبق على اتجاه الورود

① بالاسقاط على محور الـ (x) نجد

$$mu = mv\cos(60) + MV\cos(30)$$

$$mu = \frac{mv}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}MV$$

$$\Rightarrow u = \frac{v}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{M}{m}V \quad (2)$$

بالاسقاط على محور (y) نجد

$$0 = mv\sin(60^\circ) - MV\sin(30^\circ)$$

$$0 = mv\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{MV}{2}$$

من العلاقة (3) نجد

$$\frac{\sqrt{3}}{2}mv = \frac{MV}{2}$$

نعوض في العلاقة (2)

$$u = \frac{MV}{2\sqrt{3}m} + \frac{\sqrt{3}}{2m}MV =$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$= \frac{MV}{2\sqrt{3}m}\left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}\right) + \frac{\sqrt{3}}{2m}MV =$$

$$U = \frac{\sqrt{3}}{6m}MV + \frac{\sqrt{3}}{2m}MV =$$

$$\frac{\sqrt{3}MV + 3\sqrt{3}MV}{6m} = \frac{4\sqrt{3}MV}{6m} = \frac{2\sqrt{3}MV}{3m}$$

نعوض بالعلاقة (1) نجد

$$\left(\frac{2\sqrt{3}MV}{3m}\right)^2 = \left(\frac{MV}{\sqrt{3}m}\right)^2 + \frac{M}{m}V^2$$

$$\frac{12M^2V^2}{9m^2} = \frac{M^2V^2}{3m^2} + \frac{M}{m}V^2$$

$$\frac{4M^2}{3m^2} = \frac{M^2}{3m^2} + \frac{M}{m}$$

$$\frac{4M^2}{3m^2} - \frac{M^2}{3m^2} = \frac{M}{m} \Rightarrow \frac{M^2}{m^2} = \frac{M}{m}$$

$$\frac{M}{m} = 1 \Rightarrow M = m$$

الهدف هو برونون

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

// مسألة //

اذا كان مسار جسيمات α الناتجة عن استطارتها (تبعثر) بتفاعلها مع نواة ذرة ما عبارة عن قطع زائد يحقق معادلة بالاحداثيات القطبية بالعلاقة

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{b}\sin\phi + \frac{D}{2b^2}(\cos\phi - 1)$$

المطلوب استنتاج هذه العلاقة لتبيان العلاقة التي تربط بارامتر الهدم مع زاوية التبعثر θ هي

$$\cot\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{2b}{D}$$

حيث ستكون جسيم α هي $+2e$ وستكون نواة الهيدروجين $+Ze$

الكل

$$D = \frac{2Ke^2Z}{T} = 9 \times 10^9 \frac{2e^2Z}{T}$$

حيث b هي ادنى مسافة اقتراب لهدف مباشر

K ثابت كولوم

T طاقة الحركة

عندما $r \to \infty$ فإن $\phi = \phi_0$

$$\theta = \pi - \phi_0 \Rightarrow \phi_0 = \pi - \theta$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

بفرض (1)

$$\frac{1}{\infty} = 0 = \frac{1}{b}\sin\phi_0 + \frac{D}{2b^2}(\cos\phi_0 - 1)$$

$$\frac{-1}{b}\sin\phi_0 = \frac{D}{2b^2}(\cos\phi_0 - 1)$$

$$-\sin\phi_0 = \frac{D}{2b^2}(\cos(\phi_0) - 1)$$

$$-\sin(\pi-\alpha) = \frac{D}{2b^2}(\cos(\pi-\alpha) - 1)$$

$\because \sin(\pi-\alpha) = \sin\alpha \quad ; \quad \cos(\pi-\alpha) = -\cos\alpha$

$$\Rightarrow -\sin\alpha = \frac{D}{2b}(-\cos\alpha - 1)$$

$$\sin\alpha = \frac{D}{2b}(\cos\alpha + 1)$$

حيث

$$\sin\alpha = 2\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2} \quad ; \quad \cos\alpha = 1 - 2\sin^2\frac{\alpha}{2}$$

$$2\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{D}{2b}\left(2 - 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right) = \frac{D}{b}\cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{D}{b}\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{2b}{D} \Rightarrow \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{2b}{D}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

//مسألة//

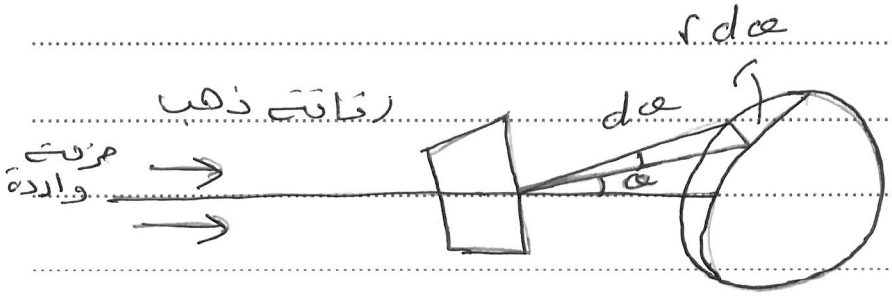
استخدم جايجر ومارسيدن في أحد تجارب الاستطارة جسيمات ألفا (نوى هيليوم) بطاقة حركية $T = 7.7\,MeV$ واستخدم رقائق من الذهب سماكتها $3 \times 10^{-7}\,m$ الطلوب

1) بين انه يمكن استخدام الميكانيك الكلاسيكي في دراسة حركة الجسيمات

2) احسب ادنى مسافة اقتراب لجسيمة مباشرة

3) احسب بارامتر الصدم والمقطع العرضي التفاضلي عند $\theta = 45^\circ$

4) احسب شبة الكميات التي تنحرف بزاوية مادية 45°



$$D = \frac{2ke^2z}{T} = 9\times10^{9}\,\frac{2e^2z}{T}$$

$$1\,MeV = 10^{6}\,eV \qquad 1\,eV = 1.6\times10^{-19}\,J$$

$$M_{\alpha} = 6.6587\times10^{-27}\,kg$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$M_{\alpha} = 6.645 \times 10^{-27}\ kg$

لذهب $Z = 79$

يمكن استخدام الميكانيك الكلاسيكي اذا كانت سرعة الجسيمات صغيرة مقارنة بسرعة الضوء

$$T = 7.7 \times 10^{6} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.23 \times 10^{-12}\ J$$

$$\Delta m = \frac{T}{C^2} = \frac{1.23 \times 10^{-12}}{(3 \times 10^{8})^2} = 1.37 \times 10^{-29}\ kg$$

$$M_{\alpha} = \frac{M_{\alpha 0}}{\sqrt{1 - \frac{v_{\alpha}^2}{C^2}}} \Rightarrow \left(\frac{M_{\alpha}}{M_{\alpha 0}}\right)^2 = \frac{1}{1 - \frac{v_{\alpha}^2}{C^2}}$$

$$\left(\frac{6.6587 \times 10^{-27}}{6.645 \times 10^{-27}}\right)^2 = \frac{1}{1 - \frac{v_{\alpha}^2}{C^2}}$$

$$\frac{v_{\alpha}}{C} = 0.063 \Rightarrow v_{\alpha} = 0.063\,C$$

وهذه السرعة صغيرة جداً مقارنة بسرعة الضوء وبالتالي يمكن استخدام الميكانيك الكلاسيكي في دراسة حركة جسيمات α

$$D = \frac{2k e^2 z}{T} = \frac{2(9 \times 10^{9}) \times (1.6 \times 10^{-19})^2 \times 79}{1.23 \times 10^{-12}}$$

$$= 2.96 \times 10^{-14}\ m$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$\cot\left|\frac{\alpha}{2}\right| = \frac{2b}{D} \quad [3]$$

$$b = \frac{D}{2}\cot\left|\frac{\alpha}{2}\right| \Rightarrow b = \frac{2.96\times10^{-14}}{2}\cot\left(\frac{45}{2}\right)$$

$$= 3.75\times10^{-14}\ m$$

$$\alpha = \pi b^2$$

$$= 3.14\left(3.57\times10^{-14}\right)^2 = 4\times10^{-27}\ m^2$$

[4] عدد الذرات الموجودة في واحدة الحجم n

$$n = \frac{\text{عدد الذرات الكلي}}{\text{الحجم الكلي}} = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{المول}} \cdot \frac{\text{المول}}{\text{الحجم}}$$

$$\frac{1}{\text{الحجم}} \cdot \frac{\text{الكتلة}}{\text{الوزن الجزيئي}} \cdot \text{عدد افوغادرو} =$$

$$\frac{\text{الكثافة}}{\text{الوزن الجزيئي}} \times \text{عدد افوغادرو} =$$

$$= \frac{N_a \times \rho}{M_\alpha}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$\frac{6.022 \times 10^{+23} \times 193 \times 10^{3}\ kg/m^3}{197 \times 10^{-3}\ kg/mol}$$

$$= 5.9 \times 10^{28}\ atom/m^3$$

$$f = nat = 5.9 \times 10^{28} \times 4 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{-7}$$

$$= 7.08 \times 10^{-5} = 0.007\ \%$$

"مسألة"

يلاحظ عند قذف الليثيوم بالديترون التي طاقتها 1.0 MeV

ان البروتونات الناتجة عن التفاعل تصدر زاوية

مقدارها 90° في اتجاه ورود الديترونات

1. احسب طاقات هذه البروتونات
2. " " التي ترتد بها ذرة البريليوم التي تنتج عن التفاعل
3. احسب اتجاه الذي ترتد به ذرة البريليوم

علماً ان كتل الذرات المشتركة بالتفاعل تعطى بواحدة الكتل الذرية بالقيم التالية

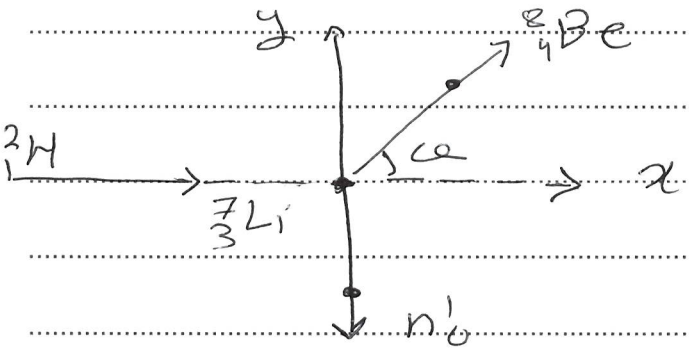
$(^{1}_{0}n) = 1.008\,93$ m_4

$(^{2}_{1}H) = 2.01472$ m_2

$(^{7}_{3}Li) = 7.01784$ m_1

$(^{8}_{4}Be) = 8.00776$ m_3

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



$$^{7}_{3}Li + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{8}_{4}Be + ^{1}_{0}n$$

Q = كتل الداخل − كتل الخارج

$$(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)$$

$$= (7.01784 + 2.014721) - (1.00893 + 8.00776)$$

$$= 0.01587\ a.m.u$$

$$Q = E_{K_3} + E_{K_4} - E_{K_1} - E_{K_2}$$

$$E_{K_3} + E_{K_4} = Q + E_{K_2}$$

$$= 0.01587 \times 931\ MeV + 10\ MeV = 24.77\ MeV \quad \ldots\ldots (1)$$

من جهة أخرى حسب مبدأ انحفاظ العزم الانطلاقي

(2) $P_2 = P_3 \cos\theta$

(3) $0 = P_3 \sin\theta - P_4$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

بالاسقاط على جهة محاور احداثيات
متعامدة فيها محور (x) منطبق على اتجاه الورد

(2) $P_2 = P_3 \cos\theta$

(3) $0 = P_3 \sin\theta - P_4$

بالاسقاط على محور (y)

$0 = P_3 \sin\theta - P_4$

$P_2 \perp o_y$

$p = mv$, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} \Rightarrow p = \sqrt{2mE_k}$

نكتب (2) و (3) بدلالة الطاقات الحركية

$$\sqrt{2m_2 E_{k_2}} = \sqrt{2m_3 E_{k_3}} \cos\theta \quad \text{---} (4)$$

$$\sqrt{2m_4 E_{k_4}} = \sqrt{2m_3 E_{k_3}} \sin\theta \quad \text{---} (5)$$

نربع (4) و (5) ونجمع

$$2m_2 E_{k_2} + 2m_4 E_{k_4} = 2m_3 E_{k_3} \quad \text{---} (6)$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

نحل (1) و (6) نجد في (6) نعوض

$2(2.01472 \times 931)10MeV + 2(1.00893 \times 931)E_{K4}$
$= 2(8.00776 \times 931)E_{K3}$

$= 37514.084 + 1878.62766 E_{K4} = 14916.45098 E_{K3}$ (4)

نعوض في (7)

$E_{K3} = 24.77\ MeV - E_{K4}$

نعوض في * نجد

$E_{K4} = 19.76\ MeV$

نعوض في * نجد

$E_{K3} = 5.01\ MeV$

اذاً ذرة البريليوم تدك بطاقة حركية مقدارها 5.01 MeV أي اكبار التردد فنجد بتقسيم المعادلة (5) على (4)

$$Tan\theta = \sqrt{\frac{2m_4 E_{K4}}{2m_2 E_{K2}}} = 0.9947$$

$\theta = 44^\circ$

// انتهت المحاضرة //

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة

مكتبة A TO Z

فرع 1
تجمع الكليات(كلية العلوم)

فرع 2
الكورنيش الشرقي جانب MTN

طباعة محاضرات ـ قرطاسية

Mob:0931 497 960