كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء اشعاعية

المحاضرة : السابعة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

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

الفيزياء الاشعاعية

المحاضرة-7

التصادم بين جسيمن

التصادم بين جسمين

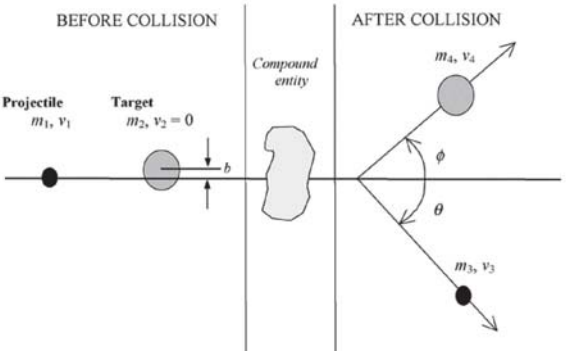
1. مقدمة:

- نهتم هنا بدراسة التصادمات بين جسمين:
  - قذيفة محملة بالطاقة تضرب هدفاً ثابتاً.
- يوجد ثلاث مجموعات من المقذوفات ذات الأهمية الكبيرة في الفيزياء الطبية:
  - الجسيمات المشحونة الخفيفة مثل الإلكترونات والبوزيترونات.
  - الجسيمات المشحونة الثقيلة مثل البروتونات وجسيمات ألفا، والجسيمات المحايدة مثل النيوترونات.
- يتم تصنيف التصادمات إلى ثلاث فئات:
  - التفاعلات النووية؛ التصادمات المرنة؛ والتصادمات غير المرنة.

التصادم بين جسمين

2. وصف التصادم بين جسيمين:

- التصادم بين جسيمين هي مشكلة شائعة في الفيزياء النووية وقياس الجرعات الإشعاعية، حيث يضرب جسيم قذيفة بكتلة m_1 وسرعة υ_1 وطاقة حركية $(E_K)_1$ هدفاً ثابتاً بكتلة m_2 وسرعة $\upsilon_2 = 0$. كما هو موضح في الشكل 1.
- ينتج عن التصادم في الحالة العامة مركب وسيط يتحلل إلى منتجين للتفاعل:
  - أحدهما بكتلة m_3 يُقذف بسرعة υ_3 بزاوية θ مع اتجاه المقذوف الأولي، والآخر بكتلة m_4 يُقذف بسرعة υ_4 بزاوية ϕ مع اتجاه المقذوف الأولي.
  - احتمالية التصادم أو المقطع العرضي لتصادم معين وكذلك نتيجة التصادم تعتمد على الخصائص الفيزيائية للجسيم القذيفة (الكتلة، الشحنة، السرعة، الطاقة الحركية) والهدف الثابت (الكتلة، الشحنة).
-



الشكل 1 : التصادم بين قذيفة بكتلة m_1 وسرعة v_1 مع نواة هدف ساكنة $v_2 = 0$ بكتلة m_2 وتشكل وسيط يتفكك الى جسيمين m_3 و m_4 ينطلقان بزاويتين θ و $\emptyset$ على الترتيب مع اتجاه القذيفة.

التصادم بين جسمين

2. وصف التصادم بين جسيمين:

- المقذوفات التي تهم الفيزياء الطبية تنقسم إلى ثلاث فئات، كل فئة تتميز بآلية محددة للتفاعل بين المقذوف والهدف.
  - الفئات الثلاث للمقذوفات هي:

(i) جسيمات مشحونة ثقيلة، (ii) جسيمات مشحونة خفيفة، و (iii) نيوترونات.

1-الجسيمات المشحونة الثقيلة، مثل البروتونات أو جسيمات ألفا أو الأيونات الثقيلة، تتفاعل مع الهدف من خلال التفاعلات الكولونية. والأهداف النموذجية للجسيمات المشحونة الثقيلة هي الأنوية الذرية والإلكترونات المدارية الذرية.

2-الجسيمات المشحونة الخفيفة، مثل الإلكترونات أو البوزيترونات، تتفاعل مع الهدف من خلال التفاعلات الكولونية. والأهداف النموذجية للجسيمات المشحونة الخفيفة هي إما الأنوية الذرية أو الإلكترونات المدارية الذرية.

3-النيوترونات تتفاعل مع الهدف من خلال التصادمات المباشرة مع الهدف. والأهداف النموذجية للنيوترونات هي الأنوية الذرية.

- الأهداف تكون إما ذرات بكاملها، أو أنوية ذرية، أو إلكترونات مدارية ذرية.

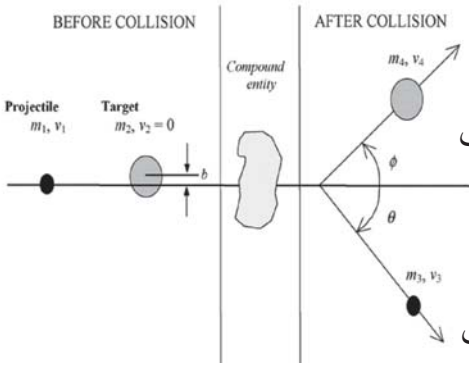
- يتم تصنيف التصادمات بين الجسيمات الثنائية إلى ثلاث فئات:
  - (1) التفاعلات النووية، (2) التصادمات المرنة، و (3) التصادمات غير المرنة.

التصادم بين جسمين

2. وصف التصادم بين جسيمين:

1- التفاعلات النووية:

- التصادمات الثنائية بين المقذوف m_1 والهدف m_2 التي تنتج عنها المنتجات m_3 و m_4 تُعرف بالتفاعلات النووية وتخضع لقوانين حفظ الطاقة والزخم الكلي. يمكن أن يكون المقذوف جسيماً مشحوناً ثقيلاً، أو جسيماً مشحوناً خفيفاً، أو نيوتروناً.
- يظهر التصادم المؤدي إلى تفاعل نووي بشكل تخطيطي في الشكل 1 حيث يتحرك المقذوف m_1 بسرعة υ_1 وطاقة حركية $(E_K)_1$ ويضرب هدفاً ثابتاً m_2. يتم إنتاج مركب وسيط مؤقتاً يتحلل إلى منتجين للتفاعل، m_3 و m_4، ينطلقان بسرعات υ_3 بزاوية θ و υ_4 بزاوية Ø، على التوالي.



الشكل 1 : التصادم بين قذيفة بكتلة m_1 وسرعة v_1 مع نواة هدف ساكنة $v_2 = 0$ بكتلة m_2 وتشكل وسيط يتفكك الى جسيمين m_3 و m_4 ينطلقان بزاويتين θ و Ø على الترتيب مع اتجاه القذيفة.

التصادم بين جسمين

1- التفاعلات النووية:

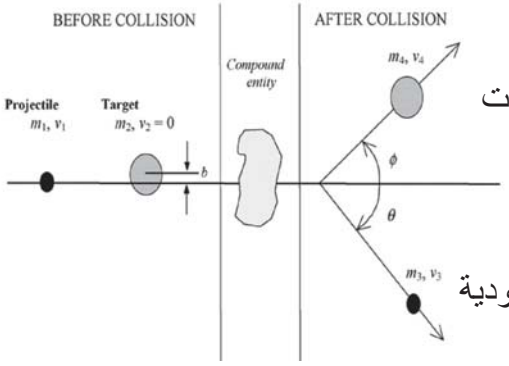
- <u>انحفاظ كمية الحركة في التفاعلات النووية:</u>
  - يُعبر عن انحفاظ كمية الحركة المتجهي للتصادم بين جسمين في التفاعلات النووية بالعلاقة التالية:

$$m_1\vec{v}_1 = m_3\vec{v}_3 + m_4\vec{v}_4$$

  - التي يمكن تحليلها إلى مركبة موازية لاتجاه القذيفة الواردة و مركبة عمودية على اتجاه القذيفة للحصول على:

$$m_1 v_1 = m_3 v_3 \cos\theta + m_4 v_4 \cos\phi$$

$$0 = m_3 v_3 \sin\theta - m_4 v_4 \sin\phi$$



الشكل 1 : التصادم بين قذيفة بكتلة m_1 وسرعة v_1 مع نواة هدف ساكنة $v_2 = 0$ بكتلة m_2 وتشكل وسيط يتفكك الى جسيمين m_3 و m_4 ينطلقان بزاويتين θ و Ø على الترتيب مع اتجاه القذيفة.

التصادم بين جسمين

1- التفاعلات النووية:

- انحفاظ الطاقة في التفاعلات النووية:
  - يجب أن تساوي الطاقة الإجمالية للمقذوف m_1 والهدف m_2 قبل التفاعل (التصادم) الطاقة الإجمالية للمنتجات m_3 و m_4 بعد التصادم، أي:

$$\{m_{1o}c^2 + (E_K)_1\} + (m_{2o}c^2 + 0) = \{m_{3o}c^2 + (E_K)_3\} + \{m_{4o}c^2 + (E_K)_4\} ,$$

  - حيث $m_{10}c^2$ تمثل الطاقة السكونية للقذيفة و $m_{20}c^2$ تمثل الطاقة السكونية للهدف و $m_{30}c^2$ هي الطاقة السكونية للجسيم الأول الناتج عن التفاعل بكتلة m_3 و $m_{40}c^2$ هي الطاقة السكونية للجسيم الثاني الناتج عن التفاعل بكتلة m_4. و $(E_K)_1$ تُمثل الطاقة الحركية للجسيم القذيفة و $(E_K)_3$ الطاقة الحركية للجسيم الأول m_3 الناتج عن التفاعل و $(E_K)_4$ الطاقة الحركية للجسيم الثاني m_4 الناتج عن التفاعل.

التصادم بين جسمين

1- التفاعلات النووية:

- ومن تعريف طاقة التفاعل التي نعبر عنها بالعلاقة:

$$Q = \left(m_{1o}c^2 + m_{2o}c^2\right) - \left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)$$

- وبتعويض علاقة طاقة التفاعل في علاقة انحفاظ الطاقة الكلية نجد:

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

- إذا كان $Q > 0$، فإن التصادم يكون طارداً للحرارة وينتج عنه تحرير للطاقة.
- إذا كان $Q = 0$، فإن التصادم يسمى مرناً.
- إذا كان $Q < 0$، فإن التصادم يسمى ماصاً للحرارة، ولحدوثه يتطلب نقل طاقة من المقذوف إلى الهدف.

التصادم بين جسمين

1- التفاعلات النووية:

- <u>طاقة العتبة للتفاعل النووي:</u>
  - يمكن أن يحدث التفاعل الناشر للحرارة بشكل تلقائي؛ و لا يمكن أن يحدث التفاعل الماص للحرارة إلا إذا كان للقذيفة طاقة حركية تتجاوز طاقة العتبة.
  - تُعرَّف العتبة بأنها أصغر طاقة كلية E_{thr} أو أصغر طاقة حركية $(E_K)_{thr}$ للقذيفة والتي عندها التصادم الماص للحرارة يمكن أن يحدث.
  - يتم تحديد طاقة العتبة لتصادم ماص للحرارة من خلال استخدام ما يسمى بالثابت:

$$E^2 - p^2c^2 = invariant$$

حيث E هي الطاقة الكلية قبل التصادم والطاقة الكلية بعد التصادم و p هو كمية الحركة الكلية قبل التصادم وكمية الحركة الكلية بعد التصادم.

التصادم بين جسمين

1- التفاعلات النووية:

- <u>طاقة العتبة للتفاعل النووي:</u>
  - وهذا الثابت هو صحيح في كل من جملة احداثيات المخبر وجملة احداثيات مركز الكتل، لذلك سيتم كتابة الشروط قبل التصادم في جملة احداثيات المخبر والشروط بعد التصادم في جملة مركز الكتل:
  - الطاقة الكلية قبل التصادم:

$$E_{\text{thr}} + m_{2o}c^2 = \sqrt{m_{1o}^2c^4 + p_1^2c^2} + m_{2o}c^2$$

حيث E_{thr} هي عتبة الطاقة الكلية للقذيفة و p_1 هي كمية الحركة الكلية للقذيفة قبل الصدم.

  - الطاقة الكلية بعد التصادم في جملة مركز الكتل:

$$m_{30}c^2 + m_{40}c^2$$

  - كمية الحركة بعد التصادم في جملة مركز الكتل تساوي الصفر.

التصادم بين جسمين

1- التفاعلات النووية:

- <u>طاقة العتبة للتفاعل النووي:</u>

و بتطبيق علاقة الثابت $E^2 - p^2c^2 = invariant$

علاقة الثابت في مركز الكتل ⟵ $\left(\sqrt{m_{1o}^2c^4 + p_1^2c^2} + m_{2o}c^2\right)^2 - p_1^2c^2 = \left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)^2 - 0.$ ⟵ علاقة الثابت في جملة احداثيات المخبر

وبالحل من أجل $E_{thr} = \sqrt{m_{10}^2c^4 + p_1^2c^2}$ نجد:

$$E_{\mathrm{thr}} = \frac{\left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)^2 - \left(m_{1o}^2c^4 + m_{2o}^2c^4\right)}{2m_{2o}c^2}$$

التصادم بين جسمين

1- التفاعلات النووية:

- <u>طاقة العتبة للتفاعل النووي:</u>

- ومن علاقة الطاقة الكلية $E_{thr} = (E_K)_{thr} + m_{10}c^2$ نجد أن عتبة الطاقة الحركية للقذيفة تُعطى بالعلاقة:

$$(E_{\mathrm{K}})_{\mathrm{thr}} = \frac{\left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)^2 - \left(m_{1o}c^2 + m_{2o}c^2\right)^2}{2m_{2o}c^2}$$

- من علاقة طاقة التفكك:

$$Q = \left(m_{1o}c^2 + m_{2o}c^2\right) - \left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)$$

- نستطيع إعادة كتابة هذه العلاقة بالشكل:

$$\left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)^2 = \left(m_{1o}c^2 + m_{2o}c^2\right)^2 + Q^2 - 2Q\left(m_{1o}c^2 + m_{2o}c^2\right)$$

$$E_{\text{thr}} = \frac{\left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)^2 - \left(m_{1o}^2c^4 + m_{2o}^2c^4\right)}{2m_{2o}c^2}$$

التصادم بين جسمين

1- التفاعلات النووية:

- <u>طاقة العتبة للتفاعل النووي:</u>

$$E_{thr} = (E_K)_{thr} + m_{10}c^2$$

$$(E_K)_{\text{thr}} = \frac{\left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)^2 - \left(m_{1o}c^2 + m_{2o}c^2\right)^2}{2m_{2o}c^2}$$

- وبتعويض هذه العلاقة في علاقة عتبة الطاقة الحركية للقذيفة نجد:

$$\left(m_{3o}c^2 + m_{4o}c^2\right)^2 = \left(m_{1o}c^2 + m_{2o}c^2\right)^2 + Q^2 - 2Q\left(m_{1o}c^2 + m_{2o}c^2\right)$$

$$(E_K)_{\text{thr}} = -Q\left[\frac{m_{1mo}c^2 + m_{2o}c^2}{m_{2o}c^2} - \frac{Q}{2m_{2o}c^2}\right]$$

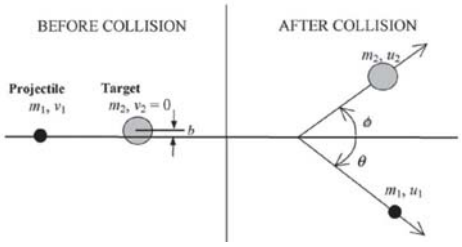
$$\approx -Q\left(1 + \frac{m_{1o}}{m_{2o}}\right)$$

حيث يمكن اهمال الحد $\frac{Q}{2m_{20}c^2}$ حيث $Q \ll 2m_{20}c^2$

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- التشتت المرن في حال التصادم بين جسمين هو حالة خاصة للتفاعل النووي بين جسيم قذيفة كتلته m_1 و جسيم هدف كتلته m_2:
  1-المنتجات الأولية والنهائية متطابقة (أي، $m_3 = m_1$ و $m_4 = m_2$)، ومع ذلك، يغير الجسيم القذيفة اتجاه حركته (أي، يتشتت) والهدف يرتد.
  2-قيمة Q للتصادم، تساوي صفراً، أي Q = 0.
  3-يتم نقل كمية معينة من الطاقة الحركية (ΔE_K) من المقذوف m_1 إلى الهدف m_2. كمية نقل الطاقة تحكمها حفظ الطاقة الحركية والزخم، وتعتمد على زاوية التشتت θ للمقذوف وزاوية الارتداد Φ للهدف.
- التشتت المرن بين جسيمين حيث يتحرك المقذوف m_1 بسرعة u_1 وهدف ثابت m_2 موضح بشكل تخطيطي في الشكل 2، مع θ زاوية تشتت المقذوف، و Φ زاوية ارتداد الهدف، و b معامل الصدم. بعد التصادم يستمر الجسيم m_1 بسرعته u_1 والهدف يرتد بسرعة u_2.



الشكل 2: تشتت مرن بين جسيمين حيث يتحرك المقذوف m_1 بسرعة u_1 وهدف ثابت m_2، مع θ زاوية تشتت المقذوف، و Φ زاوية ارتداد الهدف، و b معامل الصدم. بعد التصادم يستمر الجسيم m_1 بسرعته u_1 والهدف يرتد بسرعة u_2.

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
  - يتم تحديد نقل الطاقة الحركية ΔE_K من المقذوف m_1 إلى الهدف m_2 كلاسيكياً باستخدام قوانين حفظ الطاقة الحركية والزخم كما يلي:
    - انحفاظ الطاقة الحركية
    - انحفاظ كمية الحركة

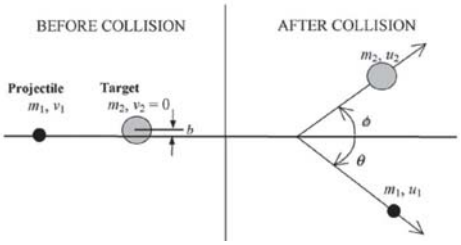
1. نطبق قانون انحفاظ الطاقة الحركية:

في جملة احداثيات المخبر تكون القذيفة متحركة والنواة الهدف ساكنة.

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

نضرب العلاقة (1) ب $2m_1$ فنحصل على العلاقة:

$$m_1^2v_1^2 = m_1^2u_1^2 + m_1m_2u_2^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$



الشكل 2: تشتت مرن بين جسيمين حيث يتحرك المقذوف m_1 بسرعة υ_1 وهدف ثابت m_2، مع θ زاوية تشتت المقذوف، و Φ زاوية ارتداد الهدف، و b معامل الصدم. بعد التصادم يستمر الجسيم m_1 بسرعته u_1 والهدف يرتد بسرعة u_2.

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:

2. نطبق قانون انحفاظ كمية الحركة: نفترض أن القذيفة تتحرك وفق اتجاه X و نفترض أن اتجاه حركة القذيفة هو الاتجاه الموجب.

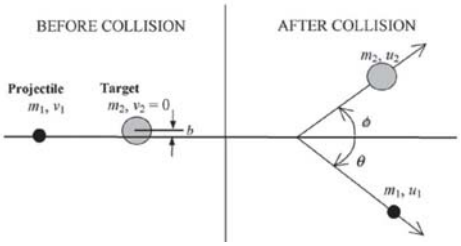
تكون كمية الحركة وفق المحور X

$$m_1v_1 = m_1u_1cos\theta + m_2u_2cos\emptyset \dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

تكون كمية الحركة وفق المحور Y

$$0 = m_1u_1sin\theta - m_2u_2sin\emptyset \dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

حيث تمثل v_1 السرعة البدئية للقذيفة m_1 ، u_1 السرعة النهائية للقذيفة، u_2 السرعة النهائية للهدف m_2، θ زاوية التشتت للقذيفة m_1، و $\emptyset$ زاوية ارتداد الهدف m_2.



الشكل 2: تشتت مرن بين جسيمين حيث يتحرك المقذوف m_1 بسرعة υ_1 وهدف ثابت m_2، مع θ زاوية تشتت المقذوف، و Φ زاوية ارتداد الهدف، و b معامل الصدم. بعد التصادم يستمر الجسيم m_1 بسرعته u_1 والهدف يرتد بسرعة u_2.

التصادم بين جسمين

$$m_1v_1 = m_1u_1cos\theta + m_2u_2cos\emptyset \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

$$0 = m_1u_1sin\theta - m_2u_2sin\emptyset \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
  - يمكن اعادة كتابة المعادلة 3 على الشكل التالي:

$$(m_1v_1 - m_2u_2cos\emptyset)^2 = (m_1u_1cos\theta)^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

بالاستفادة من العلاقة المثلثية $sin\theta^2 = (1 - cos\theta^2)$ نكتب العلاقة 4 على الشكل:

$$(m_1u_1sin\theta)^2 = m_1^2u_1^2 - m_1^2u_1^2cos\theta^2 = (m_2u_2sin\emptyset)^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

نعوض العلاقة 5 في العلاقة 6 نحصل على:

$$m_1^2u_1^2 - (m_1v_1 - m_2u_2cos\emptyset)^2 = (m_2u_2sin\emptyset)^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

التصادم بين جسمين

$$m_1^2v_1^2 = m_1^2u_1^2 + m_1m_2u_2^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:

$$m_1^2u_1^2 - (m_1v_1 - m_2u_2cos\emptyset)^2 = (m_2u_2sin\emptyset)^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

وبفك المتطابقة في العلاقة 7 وترتيبها نحصل على:

$$m_2^2u_2^2 = m_1^2u_1^2 - m_1^2v_1^2 + 2m_1v_1m_2u_2cos\emptyset \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

نعوض العلاقة 2 في العلاقة 8 نحصل على:

$$m_2^2u_2^2 = 2m_1v_1m_2u_2cos\emptyset - m_1m_2u_2^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (9)$$

نختصر على الحد m_2u_2 ونرتب العلاقة 9 فنحصل على:

$$2m_1v_1cos\emptyset = (m_1+m_2)u_2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (10)$$

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:

$$2m_1v_1cos\emptyset = (m_1+m_2)u_2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (10)$$

اذن السرعة التي تتحرك بها النواة الهدف بعد الصدم تعطى بالعلاقة:

$$u_2 = \frac{2m_1v_1cos\emptyset}{m_1+m_2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (11)$$

الطاقة الحركية التي اكتسبتها النواة الهدف بعد الصدم والتي انتقلت اليها من الجسيم القذيفة هي:

$$E_k = \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:

الطاقة الحركية التي اكتسبتها النواة الهدف بعد الصدم والتي انتقلت اليها من الجسيم القذيفة هي:

$$E_k = \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

وتكون الطاقة الحركية المنقولة من القذيفة الى الهدف:

$$\Delta E_{\mathrm{K}} = E_{\mathrm{K}_1}\frac{4m_1m_2}{(m_1+m_2)^2}\cos^2\phi$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

$$\Delta E_{\mathrm{K}} = E_{\mathrm{K}_1} \frac{4 m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} \cos^2 \phi$$

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
- الطاقة المنقولة في حالة التصادم الرأسي:
  - التصادم الرأسي (المباشر) المرن بين جسيمين هو حالة خاصة من التصادم المرن والتي يكون فيها ثابت الصدم b يساوي الصفر. والنتائج هي نقل أعظمي لكمية الحركة Δp_{max} و للطاقة الحركية $(\Delta E_k)_{max}$ من القذيفة m_1 الى الهدف m_2. يتصف التصادم الرأسي (المباشر) المرن بين جسيمين بمايلي:
    - ثابت الصدم $b=0$
    - زاوية ارتداد الهدف $\emptyset = 0$
    - زاوية تشتت القذيفة هي اما 0 أو π حسب العلاقة بين m_1 و m_2 :
      - من أجل $m_1 > m_2$ فأن $\theta = 0$ (تشتت أمامي)
      - من أجل $m_1 < m_2$ فأن $\theta = \pi$ (تشتت خلفي)
      - من أجل $m_1 = m_2$ فأن القذيفة تتوقف والهدف يرتد بزاوية $\emptyset = 0$

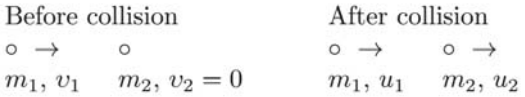
$$E_k = \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

$$\Delta E_{\mathrm{K}} = E_{\mathrm{K}_1} \frac{4 m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} \cos^2 \phi$$

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
- الطاقة المنقولة في حالة التصادم الرأسي:
  - انحفاظ كمية الحركة في التصادم الرأسي:



$$m_1 v_1 + 0 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

  - انحفاظ الطاقة الحركية في التصادم الرأسي:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + 0 = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

التصادم بين جسمين

$$u_2 = \frac{2m_1 v_1 cos\emptyset}{m_1 + m_2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (11)$$

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
- الطاقة المنقولة في حالة التصادم الرأسي:
  - فتكون القيمة الأعظمية لكمية الحركة المنقولة من القذيفة m_1 الى الهدف m_2:

$$\Delta p_{\max} = m_1 v_1 - m_1 u_1 = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{2m_2}{m_1 + m_2} p_1$$

حيث p_1 هي كمية الحركة البدئية للجسيم القذيفة m_1.

- وتكون القيمة الأعظمية لكمية الطاقة الحركية المنقولة من القذيفة m_1 الى الهدف m_2 :

$$\Delta E_{\max} = \frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_2 u_2^2}{2} = \frac{4m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K_1}$$

حيث E_{K_1} هي الطاقة الحركية البدئية للجسيم القذيفة m_1. وهنا يمكن مناقشة بعض الحالات الخاصة:

$$\Delta E_{\max} = \frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_2 u_2^2}{2} = \frac{4m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K_1}$$

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
- الطاقة المنقولة في حالة التصادم الرأسي:
  - عندما $m_1 \gg m_2$:

$$\Delta E_{max} = \frac{4m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K1}$$

$$\Delta E_{max} \approx \frac{4m_2}{m_1} E_{K1} = 2m_2 \vartheta_1^2$$

مثال: تصادم رأسي بين بروتون والكترون مداري:

$$\Delta E_{max} \approx \frac{4m_e}{m_p} E_{K1} = 2m_e \vartheta_p^2$$

$$\Delta E_{\max} = \frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_2 u_2^2}{2} = \frac{4 m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K_1}$$

التصادم بين جسمين

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
- الطاقة المنقولة في حالة التصادم الرأسي:
  - عندما $m_1 \gg m_2$:

$$\Delta E_{max} = \frac{4 m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K1}$$

$$\Delta E_{max} \approx \frac{4 m_2}{m_1} E_{K1} = 2 m_2 \vartheta_1^2$$

مثال: تصادم رأسي بين بروتون والكترون مداري:

$$\Delta E_{max} \approx \frac{4 m_e}{m_p} E_{K1} = 2 m_e \vartheta_p^2$$

حيث $\frac{4 m_e}{m_p} = \frac{4}{1836} \approx 0.002$ أي أن حوالي 0.2% من طاقة البروتون تنتقل الى الالكترون المداري في التصادم الواحد.

$$\Delta E_{\max} = \frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_2 u_2^2}{2} = \frac{4 m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K_1}$$

التصادم التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
- الطاقة المنقولة في حالة التصادم الرأسي:
  - عندما $m_1 \ll m_2$:

$$\Delta E_{max} = \frac{4 m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K1}$$

$$\Delta E_{max} \approx \frac{4 m_1}{m_2} E_{K1}$$

مثال: تصادم جسيمات ألفا مع نوى الذهب (Au 207) حيث $m_\alpha \ll m_{Au}$ (تشتت رذرفورد):

$$\Delta E_{max} \approx \frac{4 m_\alpha}{m_{Au}} E_{K1}$$

$$\frac{4 m_\alpha}{m_{Au}} = 0.08$$

أي أن حوالي 8% من الطاقة الحركية لجسيم ألفا انتقلت الى نوى الذهب في التصادم الواحد.

التصادم بين جسمين

$$\Delta E_{\max} = \frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_2 u_2^2}{2} = \frac{4m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K_1}$$

2. التشتت المرن لتصادم جسيمين:

- نقل الطاقة من القذيفة الى الهدف في التشتت المرن:
- الطاقة المنقولة في حالة التصادم الرأسي:
  - عندما $m_1 = m_2$:

$$\Delta E_{max} = \frac{4m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_{K1} = E_{K1}$$

مثال: تصادم بين بوزيترون و الكترون مداري أو تصادم بين نترون وذرة هيدروجين. أي عند تساوي كتل الجسيمات المتصادمة فأن كامل الطاقة الحركية للقذيفة انتقلت الى الهدف خلال تصادم وحيد.

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