كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء اشعاعية

المحاضرة : السابعة/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

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

تجربة الغرفة الضبابية
(Cloud Chamber Experiment)

الجمهورية العربية السورية

وزارة التعليم العالي

جامعة طرطوس

كلية العلوم

إشراف الدكتورة :

فاتن الأحمد .

إعداد الطلاب :

فاطمة يونس حمدان

رغد هيثم عمور

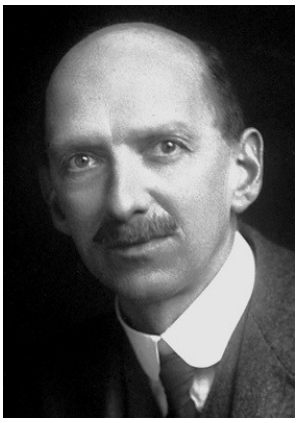
ليال علي الأسمر

أماني ناجي حسن

ماهر علي صالح

محمد عبد الكريم الشغري

- مقدمة:



الغرفة الضبابية عبارة عن جهاز فيزيائي يستخدم لرؤية مسارات الجسيمات المشحونة في وسط مشبع ببخار الكحول،اكتشف هذه التجربة عن طريق الصدفة العالم البريطاني تشارلز تومسون ويلسون(Charles Thomson Wilson). كان في البداية يدرس تكوّن الغيوم والضباب في الجو، خصوصاً بعد ما شاهد مشهد ضبابي جميل على قمة جبل "بن نيفيس" في اسكتلندا. حاول إعادة هذا الضباب في المختبر عن طريق تمدد الهواء المشبع ببخار الماء، فلاحظ أن الجسيمات المشحونة (مثل الالكترونات) تُسبب تكاثف بخار الماء حولها، فتصبح مساراتها مرئية على شكل خيوط ضبابية.

بهذا الشكل، اكتشف أنّه يمكن رؤية آثار الجسيمات المشحونة باستخدام هذه الطريقة، وهكذا وُلدت الغرفة الضبابية التي أصبحت أداة مهمة جداً في دراسة الجسيمات النووية والإشعاعية.

- الغاية و الأهداف:

غايتنا من تجربة الغرفة الضبابية هي توضيح كيفية رؤية وتتبع مسارات الجسيمات المشحونة الناتجة عن الإشعاعات، ودراسة خصائصها وسلوكها أثناء مرورها في وسط مادي مشبع ببخار الكحول، مما يساعد على فهم طبيعة الجسيمات دون الذرية والتفاعلات التي تحدث بينها وبين المادة، تهدف التجربة الى:

1. رصد مسارات الجسيمات المشحونة:

مشاهدة الأثر الذي تتركه الجسيمات المشحونة أثناء مرورها عبر البخار المشبع داخل الغرفة.

2. تمييز أنواع الإشعاعات المؤينة:

تحديد نوع الإشعاع (α،β،γ،..) من خلال شكل و كثافة المسارات الظاهرة.

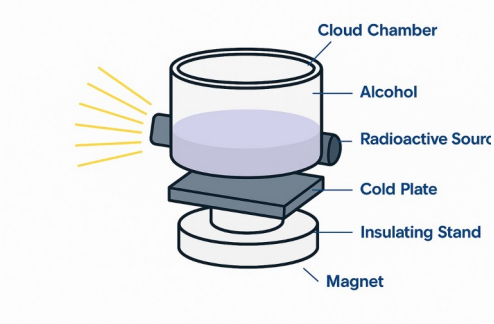
3. تحليل خصائص الجسيمات:

دراسة شحنة الجسيمات(موجبة أو سالبة) و طاقة حركته عن طريق شكل و انحناء المسار في حال و جود مجال مغناطيسي.

4. إثبات وجود الجسيمات دون الذرية:

توفير دليل بصري و تجريبي على وجود جسيمات أصغر من الذرة مثل الالكترونات والبوزترونات($e \pm$).

5. فهم التفاعلات الإشعاعية:
تفسير كيفية فقدان الجسيمات لطاقتها أثناء مرورها في الوسط، و ما يرافق ذلك من عمليات تأين للمادة.



- <u>أدوات التجربة:</u>

★ غرفة الغرفة الضبابية:
تتمثل في وعاء زجاجي أو معدني مغلق يحتوي على بخار كحول مشبع.

★ الكحول(Alcohol):
يستخدم لتكوين بخار مشبع داخل الغرفة، عند تبرده يتكاثف مكونا طبقة حساسة تظهر أثر الجسيمات.

★ المصدر الإشعاعي(Radioactive Source):
قطعة صغيرة من مادة مشعة تظهر جسيمات (مثل α أوβ) لتوليد المسارات داخل الغرفة.

★ القاعدة الباردة(Cold Plate):
سطح معدني يبرد غالبا بواسطة الثلج الجاف أو النيتروجين السائل(لتبريد بخار الكحول و جعله في حالة فوق الإشباع).

★ مصدر ضوء(Light Source):
يستخدم لإضاءة الغرفة من جانب واحد بحيث يمكن رؤية المسارات المضيئة للجسيمات بوضوح.

★ القاعدة أو الحامل العازل(Insulating stand):
يُستخدم لعزل الغرفة عن الاهتزازات والحرارة الخارجية ولتثبيتها بشكل آمن أثناء التشغيل.

- **مبدأ عمل الغرفة الضبابية (Principle of Operation of the Cloud Chamber):**

تعتمد الغرفة الضبابية في عملها على ظاهرة تكاثف بخار الكحول حول الجسيمات المشحونة أثناء مرورها في وسط مفرط الإشباع.

حيث يتم أولا تبريد الغرفة من الأسفل بإستخدام صفيحة باردة (غالباً من الثلج الجاف أو النتروجين السائل)، بينما يكون الجزء العلوي دافئاً نسبياً، هذا الفرق في درجات الحرارة يجعل بخار الكحول داخل الغرفة في حالة فوق الإشباع (Supersaturation)، اي ان البخار جاهز ليتكاثف عند وجود أي مؤثر بسيط مثل جسيم مشحون.

عندما تمر جسيمات مشحونة (الكترونات أو جسيمات الفا...) فإنها تؤين جزيئات الهواء أو الكحول على طول مسارها، أي تترك خلفها أعداداً صغيرة من الأيونات، تتكاثف جزيئات الكحول حول هذه الأيونات مكونة قطيرات صغيرة جدا من السائل تظهر على شكل خط رفيع من الضباب هو نفسه المسار الذي سلكه الجسيم.

و بهذه الطريقة، يمكن رؤية المسارات بالعين المجردة عند تسليط ضوء جانبي داخل الغرفة، فيبدو و كأنه رفيع يتحرك بسرعة.
إذاً، تقوم الغرفة الضبابية بتحويل مرور الجسيمات غير المرئية إلي آثار مرئية يمكن دراستها و تصويرها، مما يجعلها واحدة من اهم الأجهزة العلمية في دراسة الإشعاع و الجسيمات دون الذرية.

- **أنواع المسارات المتشكلة في الغرفة الضبابية (Types of Tracks in the Cloud chamber):**

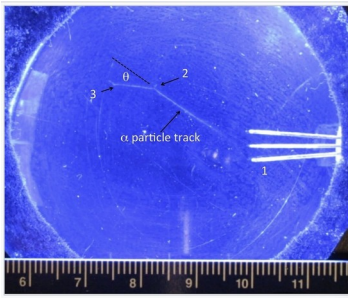


Fig. 5: In a diffusion cloud chamber, a 5.3 MeV alpha-particle track from a Pb-210 pin source near Point (1) undergoes Rutherford scattering near Point (2), deflecting by angle theta of about 30 degrees. It scatters once again near Point (3), and finally comes to rest in the gas. The target nucleus in the chamber gas could have been a nitrogen, oxygen, carbon, or hydrogen nucleus. It received enough kinetic energy in the elastic collision to cause a short visible recoiling track near Point (2). (The scale is in centimeters.)

عند تشغيل الغرفة، يمكن ملاحظة أشكال مختلفة من المسارات (الخطوط الضبابية) التي تتركها الجسيمات المشحونة أثناء مرورها، ويعتمد شكل كل مسار على نوع الجسيم و طبيعة الإشعاع.

فيما يلي أهم الأنواع:

- مسار جسيمات الفا (α-Particles):

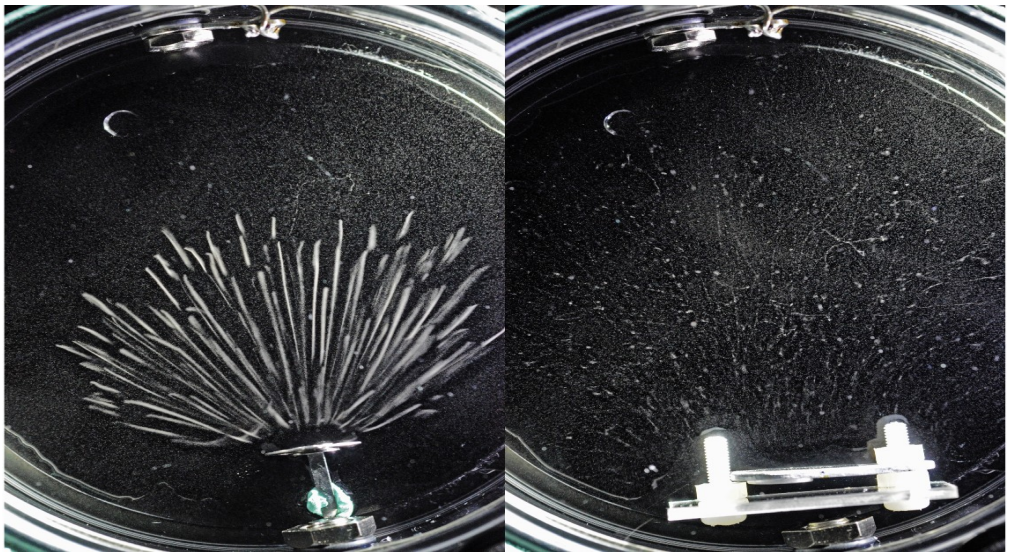
تكون هذه المسارات **سميكة و قصيرة ومستقيمة** لأن جسيمات الفا ثقيلة (عبارة عن نواة He) و موجبة الشحنة و تفقد طاقتها بسرعة أثناء مرورها.

- مسار جسيمات بيتا (β-Particles):

تكون **رفيعة و طويلة و متعرجة** لأن جسيمات بيتا(الكترونات أو بوزيترونات) خفيفة و سريعة، و تتشتت بسهولة عند اصطدامها بجزيئات الهواء أو الكحول.

- مسار الجسيمات القادمة من الأشعة الكونية:

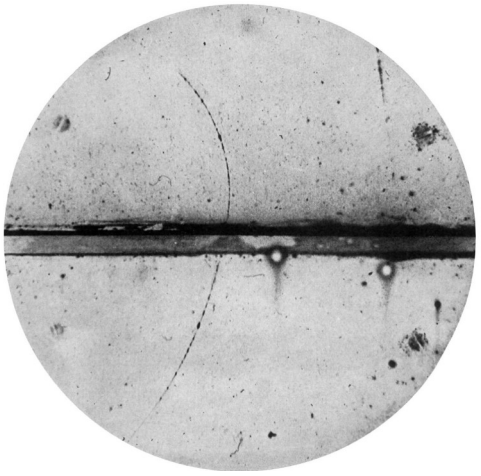
عادة ما تكون **طويلة جداً و مستقيمة تقريباً** لأنها جسيمات عالية الطاقة قادمة من الفضاء الخارجي، تمر بسرعة كبيرة الغرفة.



تبين الصورة شكل المسارات الناتجة عن الجسيمات،حيث على اليسار مسارات(α) و على اليمين مسارات (β)

- <u>تأثير الحقل المغناطيسي المنتظم على جسيمات الغرفة:</u>

اذا قمنا بإدخال حقل مغناطيسي منتظم داخل الغرفة الضبابية فإننا سنلاحظ انحناء مسارات الجسيمات المشحونة (الكتروناتٍ،بوزيترونات،جسيمات الفا...كما هو موضح في الصورة جانباً انحراف مسار بوزيترون) الناتجة عن تفاعلات إشعاعية أو مصادر الفا/ بيتا، عند وجود مجال مغناطيسي B عمودي على سرعة الجسيم المشحون v، يتأثر الجسيم بالقوة المغناطيسية الناتجة عن الحقل المغناطيسي و التي تعطى شدتها بالعلاقة: $\vec{F}=q.\vec{v}\wedge\vec{B}$ فينتج عن ذلك حركة دورية في مستوي عمودي على المجال، نصف قطر الانحناء يربط مباشرة بين كمية حركة الجسيم P و شدة الحقل المغناطيسي المطبق B بالعلاقة:



$$r=\frac{p}{q.B}$$

بقياس انحناء المسار(نصف القطر) يمكن حساب كمية حركة الجسيم أو شحنته مما يساعدنا على تفرقة الجسيمات الموجبة عن السالبة بالإضافة الى تقدير طاقة الجسيمات.

ملاحظة: يجب التأكد من الحقل المغناطيسي منتظم و أن مصدر الجسيمات الإشعاعي موضوع بحيث تكون حركة الجسيمات تقريباً عمودية على المجال للحصول على مسارات دائرية واضحة.

تمرين:

في تجربة غرفة ضبابية تنتج جسيمات الفا(α) بطاقات تصل تقريباً الى5MeV، فرضاً ان جسيم الفا(q = +2e و كتلته $m_\alpha=6.644\times10^{-27}\,Kg$) يخضع لحقل مغناطيسي منتظم عمودي على اتجاه حركة الجسيم (على سرعته) شدته B = 0.50 T ، احسب نصف قطر انحناء المسار.

الحل:

اولاً يجب ان نقوم بتحويل طاقة الجسيم من ال eV الى الوحدة الدولية SI (اي الى الجول J) من اجل تجانس الواحدات:

$E=5\times10^6\times1,6\times10^{-19}=8\times10^{-13}\,J$ بالتالي $E=5\,MeV=5\times10^6\,eV$

من علاقة الطاقة الحركية لدينا:

$$v=\sqrt{\frac{2E}{m_\alpha}}=\sqrt{\frac{2\times8\times10^{-13}}{6.644\times10^{-27}}}=1.551833702\times10^7\,m/s \Leftarrow E=\frac{1}{2}mv^2$$

تكون قيمة شحنة الجسيم

$$q=2e=2\times1,6\times10^{-19}=3,2\times10^{-19}C$$

الآن نحسب نصف القطر بالعلاقة السابقة:

$$r=\frac{m.v}{q.B}=\frac{6,644\times10^{-27}\times1,551\times10^7}{3,2\times10^{-19}\times0,50}=0,64\,m=64\,cm$$

من النتيجة السابقة نستنتج ان نصف القطر الناتج كبير نسبياً لأن جسيم الفا ثقيل و يملك اندفاعاً كبيراً مقارنةً بشحنته.

- الإستخدامات و التطبيقات(Uses and Applications):

من اهم تطبيقات الغرفة الضبابية: تطوير أجهزة الكشف الإشعاعي و الأمان النووي،تحسين التصوير الطبي(الأشعة المقطعية و العلاج الإشعاعي)، تطوير الأبحاث في فيزياء الجسيمات والطاقة بالإضافة إلى رصد الأشعة الكونية و دراسة الغلاف الجوي.

- النتائج المتوقعة من التجربة (Expected Results):

عند تشغيل الغرفة الضبابية بالشروط المناسبة (درجة حرارة منخفضة، بخار كحول مشبع،مصدر إشعاعي فعال) يتوقع ملاحظة التالي:

- ظهور مسارات ضبابية واضحة للجسيمات المشحونة داخل الغرفة، ناتجة عن تكاثف بخار الكحول حول الأيونات التي تولدها هذه الجسيمات أثناء مرورها.

- اختلاف شكل المسارات بإختلاف نوع الجسيم:

(1) مسارات **سميكة و قصيرة** لجسيمات الفا(α).
(2) مسارات **رفيعة و طويلة و متعرجة** لجسيمات بيتا(β).
(3) أحياناً مسارات **طويلة جدا و مستقيمة تقريبا** لجسيمات الأشعة الكونية.

- تغير كثافة المسار مع فقدان الجسيم طاقته،إذ تزداد سماكة الخط الضبابي في نهاية المسار قبل توقف الجسيم.

- إمكانية التقاط صور فوتوغرافية للمسارات، ما يتيح دراسة و تحليل خصائص الجسيمات من حيث نوعها و طاقة حركتها بشكل دقيق.