كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء اشعاعية

المحاضرة : الثانية/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٦

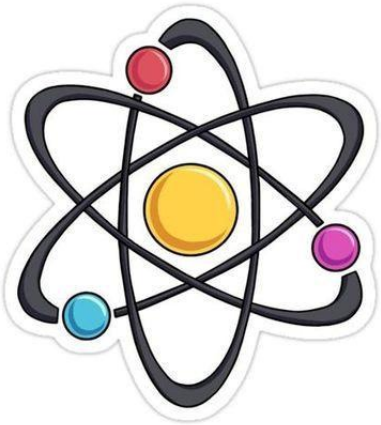
2026

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

وزارة التعليم العالي
جامعة طرطوس
كلية العلوم
قسم الفيزياء

تجربة محاكاة عداد غايغر-مولر

(Geiger-Müller Counter)



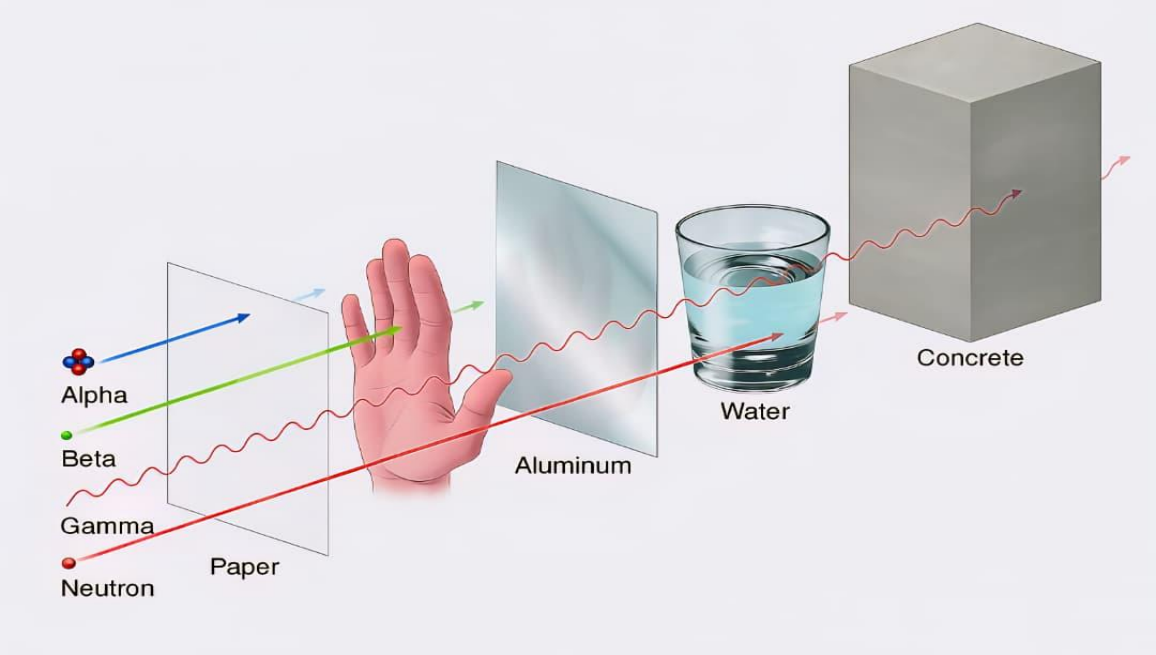
بإشراف الدكتورة : فاتن الأحمد

إعداد الطالبات:

لجين مفيد ضوا
يارا عيسى شاهين
لين محمد إبراهيم
نسرين ياسين ميهوب
هالة عيسى علي
نورما جرجس سلوم

رنيم عزاتي _ ديانا خضر_ هيا خضور

يُعدّ الإشعاع من الظواهر الطبيعية المهمة في الكون، وهو عبارة عن انبعاث طاقة على شكل جسيمات أو موجات كهرومغناطيسية . يحدث الإشعاع عندما تكون نوى بعض الذرات غير مستقرة، فتفقد جزءًا من طاقتها للوصول إلى حالة أكثر استقرارًا، مما يؤدي إلى انبعاث أنواع مختلفة من الإشعاعات.



أنواع الإشعاع:

1. إشعاع ألفا (α):

يتكون من جسيمات موجبة الشحنة تضم بروتونين ونيوترونين. قدرته على الاختراق ضعيفة، إذ يمكن إيقافه بقطعة من الورق

2. إشعاع بيتا (β):

يتكون من إلكترونات أو بوزيترونات تنبعث من النواة. قدرته على الاختراق أكبر من ألفا، لكنه يُوقف بطبقة رقيقة من المعدن أو البلاستيك.

3. إشعاع جاما (γ):

عبارة عن موجات كهرومغناطيسية عالية الطاقة وليس جسيمات مادية. يتمتع بأعلى قدرة اختراق، ولا يمكن إيقافه إلا بجدران سميكة من الرصاص .

ولأن الإشعاع لا يمكن إدراكه بالحواس البشرية، فقد تم ابتكار أجهزة خاصة لقياسه وكشفه. من أهم هذه الأجهزة عداد غايغر-مولر (Geiger-Müller Counter)، الذي يُستخدم على نطاق واسع لرصد الجسيمات الإشعاعية وقياس شدتها.

يعتمد مبدأ عمل عداد غايغر مولر على تأين الغاز داخل أنبوب خاص عند مرور جسيم مشع من خلاله. فعندما تدخل جسيمات مشعة (مثل ألفا أو بيتا أو غاما) إلى الأنبوب، فإنها تصطدم بجزيئات الغاز مسببةً تأينها، مما يؤدي إلى توليد نبضة كهربائية يمكن عدّها وتسجيلها. وبذلك يُحوِّل العداد التأثير الفيزيائي للإشعاع إلى إشارة كهربائية قابلة للقياس .

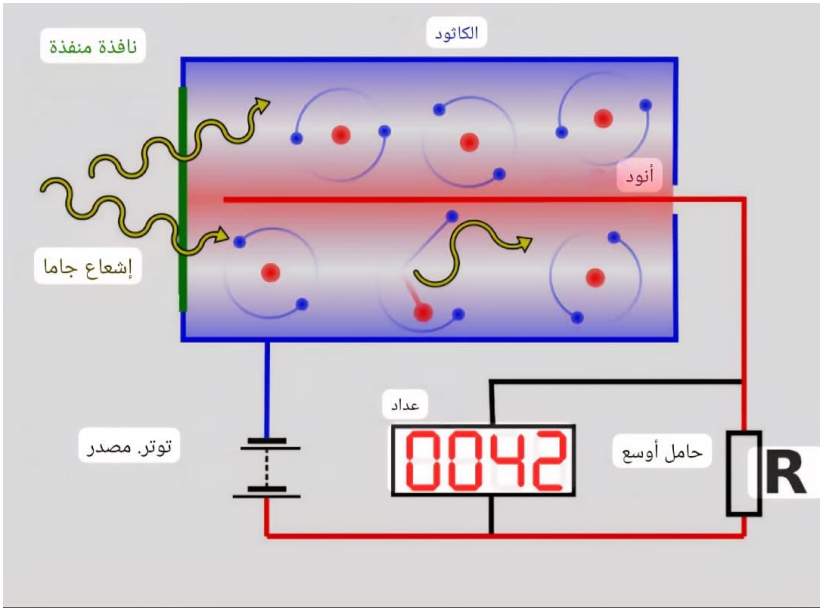
مبدأ عمل عداد غايغر وتعريفه :

عداد غايغر-مولر (Geiger–Müller Counter) هو جهاز لقياس الإشعاع المؤيّن (مثل أشعة ألفا، بيتا، أو غاما).

يحوّل هذا الجهاز الجسيمات أو الفوتونات الإشعاعية إلى نبضات كهربائية يمكن عدّها وقياسها.

شرح مبدأ عمل العداد عداد غايغر–مولر (Geiger–Müller Counter) :

1. الهيكل الأساسي :



* يحتوي العداد على أنبوب محكم يُعرف باسم أنبوب غايغر–مولر (GM tube). هذا الأنبوب مملوء بغاز نادر (مثل النيون، الأرجون) عند ضغط منخفض تقريبًا.

* داخل الأنبوب يوجد سلك رفيع («القُطب الموجب» أو الأنود)

• ومحاطة بجدار معدني أو سلك «القُطب السالب» (الكاثود).

* يُطبّق فرق جهد كبير جدًا بين الأنود والكاثود — غالبًا مئات الفولتات (مثلاً بين ~400-900 فولت) حتى يكون الأنبوب في حالة "جاهزية" لالتقاط حدث إشعاعي.

2. ماذا يحدث عند دخول إشعاع؟

* عندما تخترق جسيمات مشعّة (مثل بيتا أو غاما أو أحيانًا ألفا إذا كان الأنبوب مصمماً لذلك) الزجاج أو النافذة وتدخل إلى داخل الأنبوب، فإنها تصطدم بجزيئات الغاز داخل الأنبوب. هذا التصادم ينتزع إلكترونات من الذرات داخل الغاز، أي أنه يحدث تأيينًا (ionization).

* نتيجة لهذا التأيين، تظهر أزواج أيونات: إلكترون حر وسَاقط موجب (أيذون).

* بسبب الجهد العالي المطبق، الإلكترونات تتحرّك بسرعة نحو الأنود، والأيونات الموجبة نحو الكاثود. أثناء تحرك الإلكترونات تنشأ ظاهرة تُسمى "تضخيم تيار" (avalanche) — أي أن الإلكترون الحر يمكن أن يقتلع إلكترونات أخرى من ذرات الغاز، ما يخلق سلسلة من الإلكترونات الحرة.

3. تكوين النبضة الكهربائية + التوقف (Quenching)

* هذه الحركة السريعة للإلكترونات والأيونات تُحدث فجأة تيارًا كهربائيًا صغيرًا جدًا داخل الأنبوب، يُرصد كنبضة كهربائية — وهي التي تُحوّلها الدارة الإلكترونية داخل العداد إلى "كليك" صوتي أو قراءة عددية.

* بعد النبضة، من الضروري أن يعود الغاز إلى حالته الطبيعية قبل أن يكون قادرًا على الاستجابة لحدث جديد. لهذا يوجد في الأنبوب غاز خامد أو تجهيز لمنع تفريغ مستمر ("quenching gas") بحيث يُوقف التفريغ ويُهيّئ الأنبوب للنبضة التالية.

4. ما الذي يراه المستخدم؟

* كل نَفَس (click) أو نبضة تسمّل أنك التقطت حدثًا إشعاعياً داخل الأنبوب. عدد النبضات في وحدة الزمن — مثل في الدقيقة — يعطينا فكرة عن معدل الإشعاع المحيط.

* ومع أن العداد يعطي قراءة، إلا أنه لا يميّز كمية طاقة الجسيم أو نوعه (ألفا، بيتا، غاما) بدقة في معظم الحالات.

الاستخدامات الشائعة لعداد غايغر موللر:

الاستخدامات في الحياة اليومية:

مراقبة الأشعة الخلفية في المنازل: يمكن استخدام عداد غايغر لقياس مستويات الإشعاع الطبيعية في البيئات السكنية. يساعد ذلك في تحديد ما إذا كانت هناك أي مصادر غير طبيعية للإشعاع قد تكون موجودة.

التنقيب الأولي عن الخامات النووية: يمكن لعلماء الجيولوجيا استخدام عداد غايغر للكشف المبدئي عن وجود خامات نووية مثل اليورانيوم والثوريوم في بعض المناطق.

السلامة الشخصية: يوفر عداد غايغر راحة البال من خلال تقييم دقيق وفي الوقت الفعلي لمستويات الإشعاع، مما يساعد على اتخاذ إجراءات فورية للتخفيف من المخاطر المحتملة.

الاستخدامات في المختبرات:

الأمان الإشعاعي: يُستخدم عداد غايغر على نطاق واسع في المختبرات النووية للتحذير من الارتفاعات غير العادية في مستويات الإشعاع، مما ينبه العاملين لاتخاذ الاحتياطات اللازمة

التجارب العلمية: يعتبر عداد غايغر أداة أساسية في التجارب العلمية في مختلف العلوم التطبيقية، بما في ذلك الفيزياء النووية

التشخيص الطبي: يُستخدم في بعض التطبيقات الطبية المتعلقة بقياس الإشعاع.

المراقبة البيئية: يمكن استخدامه لمراقبة مستويات الإشعاع في البيئة.

🛡️ تعقيبا" لما سبق في تجربتنا يجب اتباع قواعد السلامة عند التعامل مع الإشعاع المؤين في تجربة عداد غايغر موللر :

☢️ 1. التدريع (Shielding):

الغرض: تقليل كمية الإشعاع التي تصل إلى الشخص.

يتم ذلك بوضع حواجز واقية من مواد تمتص الإشعاع مثل:

الرصاص (Pb) لأشعة غاما، الألمنيوم أو البلاستيك لأشعة بيتا، ورقة بسيطة أو زجاج لأشعة ألفا.

📏 2. المسافة (Distance):

كلما زادت المسافة بينك وبين المصدر الإشعاعي، قلّت شدة الإشعاع بشكل كبير.

لذلك، يُنصح دائماً بـ الابتعاد قدر الإمكان عن المصدر عند القياس

⏱️ 3. الزمن (Time):

التعرض للإشعاع يعتمد على مدة البقاء قرب المصدر.

لتقليل الخطر، يجب تقليل زمن التعرض لأقصر فترة ممكنة أثناء التجربة أو القياس.

🧠 باختصار القاعدة الذهبية:

- 🔹 قلّل الزمن ⏱️
- 🔹 زد المسافة 📏
- 🔹 استخدم التدريع المناسب 🧱

أهم ما توصلت إليه التجربة:

1• الإشعاع يمكن كشفه وقياسه بدقة:

- عداد غايغر-مولر يبيّن أن الإشعاعات ليست مستمرة بل تأتي على شكل نبضات منفصلة.
- كل نبضة تمثل جسيمًا أو فوتونًا واحدًا من الإشعاع.

2• حساسية العداد تختلف حسب نوع الإشعاع:

- جسيمات ألفا (α) يسهل امتصاصها، ولا تُكشف إلا إذا كانت العينة قريبة جدًا من نافذة العداد.

- جسيمات بيتا (β) تُسجل بسهولة أكبر لأن لها مدى أكبر.
- أشعة غاما (γ) أقل تأينًا، لذلك يُسجَّل عدد أقل من النبضات.

3• العلاقة بين النشاط الإشعاعي والمسافة:

عند زيادة المسافة بين العينة والعداد، يقل عدد العدّات وفق قانون التربيع العكسي

4• وجود إشعاع خلفي طبيعي (Background Radiation):

- حتى بدون وجود مصدر مشع، يسجل العداد عددًا قليلًا من النبضات نتيجة الإشعاع الكوني أو الإشعاع الطبيعي في البيئة.
- هذا يثبت أن الإشعاع موجود دائمًا حولنا بمستويات منخفضة .

🔹 الاستنتاجات العامة:

- عداد غايغر مولر أداة فعالة لقياس النشاط الإشعاعي والتفريق بين أنواعه.
- يوضح أن الإشعاع يتناقص مع المسافة والعوائق.
- يكشف وجود إشعاع طبيعي في البيئة.
- يستخدم لتعيين شدة، ونوع، ومعدل التحلل الإشعاعي.

(Geiger-Müller Counter)

محاكاة أنبوب غايغر مولر

الهدف من محاكاة أنبوب غايغر مولر:

الغرض من تجربتنا اليوم هو حساب معامل التوهين تجريبياً وبيانياً لمختلف المواد ومقارنة قيمته مع القيمة النظرية المعروفة.

* ما هو معامل التوهين (μ) ؟

معامل التوهين (μ) هو مقياس لقدرة المادة على إضعاف شدة الإشعاع عند مروره عبرها أو بمعنى آخر يخبرنا عن سمك المادة اللازمة لامتصاص أو حجب الإشعاع

* كيف نحصل على (μ) رياضياً ؟ من قانون (لامبرت بير) لحساب شدة حزمة الإشعاع بعد مروره عبر المادة ويعطى بالصيغة:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

حيث:

I: شدة الحزمة بعد المرور عبر المادة.

I_0: الشدة الأصلية للحزمة قبل المرور.

μ: معامل التوهين الخطي ويقاس بواحدة (cm^{-1}).

X: سمك المادة (cm).

ويتعلق معامل التوهين (μ) بعدة عوامل من أبرزها:

طاقة الأشعة (أشعة غاما γ)، والعدد الذري للمادة (Z)، وكثافة المادة وسمكها ونوع التفاعل.

ولحساب معامل التوهين بيانياً وتجريبياً سنبدأ بمحاكاة أنبوب غايغر مولر:

سوف نختبر مختلف أنواع الأشعة α و β و γ حيث لا يوجد مادة لإيقافها (في الهواء).

أشعة α : 617 عدة خلال عشر ثواني 10sec

أشعة β : 226 عدة " " "

أشعة γ : 582 عدة " " "

سوف نقارن الآن بين أنواع الأشعة من حيث المعاذلة:

سوف نضع في كل مرة أمام الأشعة سرعة واحدة من المواد (كرتون، بلاستيك، رصاص).

* أشعة ألفا α:

1- الكرتون: 214 عدة خلال 10sec

2- البلاستيك: 85 عدة " "

3- الرصاص: 8 عدة " "

REDMI NOTE 12S | LÉA 07/11/2025 22:24

CamScanner

* أشعة β :

1- الكرتون : 200 عدة خلال 10 sec .

2- البلاستيك : 102 عدة " " .

3- الرصاص : 14 عدة " " .

* أشعة γ :

1- الكرتون : 639 عدة خلال 10 sec

2- البلاستيك : 640 عدة " "

3- الرصاص : 467 عدة " "

نستنتج من هذا الكلام أن أشعة α أقل نفاذية من β و γ و أشعة γ هي الأكثر نفاذية حيث تحتاج إلى طبقات سميكة من الرصاص لإيقافه وسنرى ذلك باستخدام المحاكاة : نضع أشعة غاما في المنبع ونضع سريحة واحدة من الرصاص أمامها ونسجل النتائج ثم نجرب طبقتين من الرصاص ثم ثلاثة ثم أربعة و أخيراً خمس سرائح من الرصاص ونسجل النتائج ونلاحظ هنا أن سماكة السريحة الواحدة 1cm ، حصلنا على النتائج التالية :

الوسط	Count (العدة في 10 ثواني)
الهواء air	$I_0 = 582$
سريحة من الرصاص lead	467
سريحتين	197
ثلاث سرائح	106
4 سرائح	94
5 سرائح	85

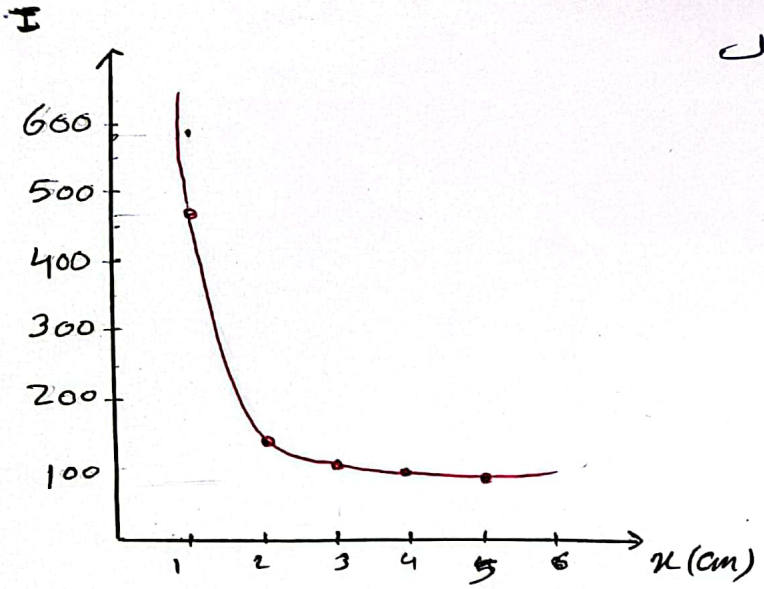
علما أن معامل التوهين μ يتعلق بقيمة طاقة الإشعاع (γ) سوف نفرض أن طاقة الحزمة المستخدمة هنا مساوية إلى 1 MeV كي نستخدم القيمة النظرية لـ μ عند قيمة الطاقة هذه حيث تكون $\mu = 0,77 \frac{1}{cm}$

في الجدول السابق الذي حصلنا عليه تجريبياً من المحاكاة توصلنا لشدة الحزمة لجد حزمة من المادة في كل حالة فحصلنا على القيم :

$I_0 = 582$, $I_1 = 967$, $I_2 = 147$, $I_3 = 106$, $I_4 = 94$, $I_5 = 85$

07/11/2025 22:24

الآن نرسم الخط البياني لشدة الإشعاع بدلالة سمك المادة (X) :



كما نلاحظ من الخط البياني أنه منحني الشكل أي لا نستطيع حساب μ من هذا الشكل يجب علينا تحويل المعادلة إلى معادلة خط مستقيم

منأخذ لغارتم الطرفين لقانون (لامبرت بير) بالشكل :

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

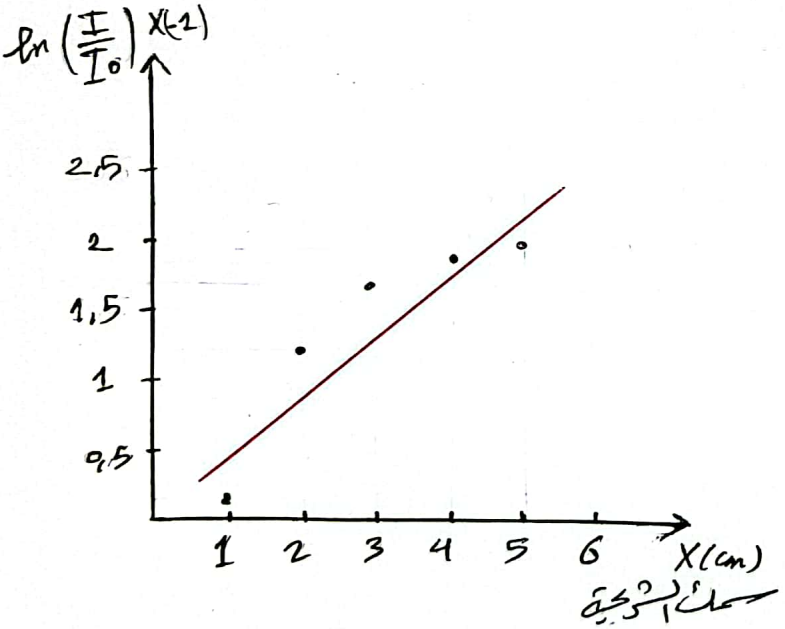
$$\ln I = \ln I_0 - \mu x$$

$$\ln \frac{I}{I_0} = -\mu x \quad (*)$$

وهذه معادلة خط مستقيم ميله μ نحسب $\ln \frac{I}{I_0}$ لكل من قيم I السابقة في الجدول :

$I_1' = \ln\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = -0,22$, $I_2' = \ln\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = -1,38$, $I_3' = -1,7$, $I_4' = -1,82$, $I_5' = -1,92$

سوف نأخذ هذه القيم كقيم موجبة لنرسم الخط البياني للغارتم بدلالة سمك المادة .



ولحساب الميل أي (μ) معامل التوهين :

$$m = \mu = \frac{Y_5 - Y_1}{X_5 - X_1}$$

$$= \frac{1,92 - 0,22}{5 - 1}$$

$$= 0,425 \ cm^{-1}$$

وهي قيمة قريبة نوعاً ما من القيمة النظرية لـ μ والاختلاف يعود إلى نسبة خطأ بسيطة في القياس أو الرسم البياني .

نستنتج مما سبق : أن معامل التوهين هو مقدار فقدان الطاقة خلال واحدة الطول (السماكة) لذلك واحدته تكون (cm^{-1}) ، واستنتجنا أيضاً أنه لا يمكننا اعطاء رقم واحد لمعامل توهين الرصاص لأشعة غاما حيث يجب معرفة الطاقة لأشعة غاما بدقة ثم العودة إلى المراجع للحصول على القيمة الدقيقة لمعامل التوهين عند الطاقة المحددة

مكتبة A to Z