الفصل الخامس عشر

تقنية معامل الفيزياء الصحية

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الخامس عشر

تقنية معامل الفيزياء الصحية

15ـ1 التطبيقات الأساسية:

ستُناقش في هذا الفصل بعض التقنيات الأساسية التي تتطلبها معامل الفيزياء الصحية، ومن ضمنها **الاختبار الإشعاعي** المتعلق بقياس العينات المشعة، ومعايرة أجهزة الفيزياء الصحية.

15ـ2 الاختبار الإشعاعي:

15-2-1 تحديد هوية العينات المجهولة:

إنّ تقويم العينة المشعة عموماً ـ كورق ترشيح عينة هوائية ـ لا يتطلب قياس النشاط الإشعاعي للعينة فحسب، بل تحديد هوية النويدات المشعة الموجودة فيها. لأن قياسات النشاط الإشعاعي للعينة ليست ممكنة ـ في معظم الحالات ـ دون معرفة ولو جزئية بخصائص النويدة، من ثم نوع وطاقة الإشعاع المنبعث. ولهذا لا بد من تحليل العينة، أو ـ على الأقل ـ اتخاذ بعض التخمينات عن تركيبها، علماً بأنه ليس عملياً أو مهماً تحليل كل عينة مختارة، ففي منطقة محددة تحلل عينات منتقاة، ثم تطبق النتائج نفسها على العينات الأخرى المأخوذة تحت الظروف نفسها، وربما يدخل معامل أمان في ذلك.

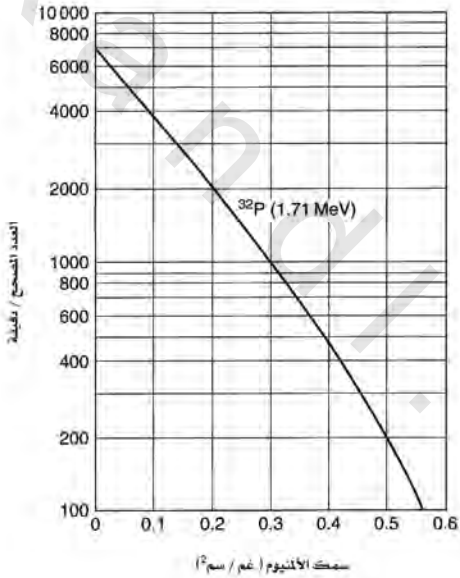
وخصائص النويدة التي قد يكون من الممكن تعيينها لأجل المساعدة في تحديد هويتها، هي نوع الإشعاع المنبعث منها وطاقته، كذلك عمر النصف. أمّا الطرق التي يمكن فيها أخذ هذه القياسات فسيجري وصفها في البنود الآتية.

15-2-2 تعيين الطاقة:

يعدّ مطياف جاما ـ الذي وصف في الفصل السابع ـ من أفضل الطرق ملاءمة لتعيين الطاقة، ويمكّن الطيف المشاهد في حالات عدة من النويدات التي غالباً ما نصادفها

على تحديد هوياتها بشكل سريع، ومعرفة نشاطها الإشعاعي. وقد تستخدم تقنيات مشابهة لمشعات ألفا وبيتا، ولكن مثل هذه الأجهزة ليست متوافرة إلى حد ما.

إذا كانت النويدة مجرد باعثة لبيتا، أو أن الجهاز المتوافر لا يحتوي على مطياف جاما، فلا بد من التعويل على طرق امتصاص بيتا، حيث يستلزم عدّ العينة في جهاز عدّ بيتا (أي معقل عداد جايجر ـ مويلر موضوع في قلعة محجوزة)، ثم فحص معدل العدّ باستعمال قطع ألمنيوم بأسماكٍ مختلفة توضع بين العينة والكشاف، ومن ثم يتم الحصول على خط الامتصاص البياني برسم معدل العد مقابل سمك الامتصاص، ويرسم عادة على ورق خطوط بيانية (من نوع لوغ ـ مستقيم)، (انظر الشكل 15-1).



شكل (15-1) الخط البياني المثالي لامتصاص بيتا

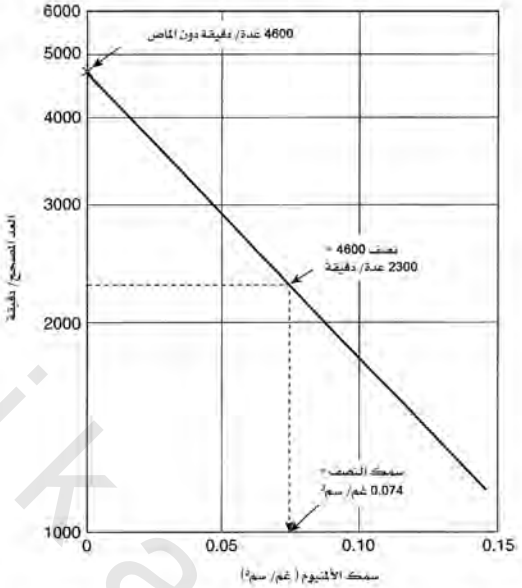
إن أساس هذه الطريقة هو أن إشعاع بيتا ذا الطاقة المنخفضة يمتص بسهولة أكثر من الإشعاع ذي الطاقة العالية؛ لذا فعند مقارنة خط الامتصاص البياني مع خطوط امتصاص بيتا البيانية ذات الطاقة المعروفة، يمكن تخمين طاقة بيتا في العينة. أما الطريقة المثلى في تعيين

طاقة بيتا فهي (طريقة فيذر) [Feather's Method] الموصوفة تفصيلاً في كتاب [Experimental Nucleonics] لمؤلفه ب. براون [B. Brown] لمن يرغب في الرجوع إليه.

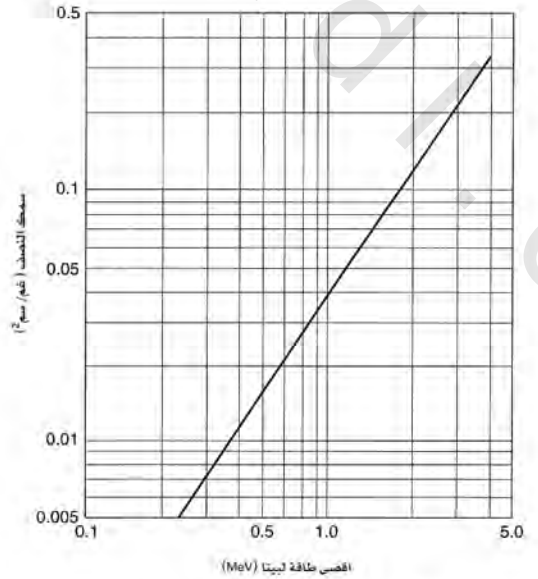
وهنالك طريقة أبسط ولكنها أقل دقة، وتتم بأخذ سلسلة من العدّات عند زيادة سمك الامتصاص حتى ينخفض إلى نحو ربع القيمة الابتدائية، ثم ترسم القيمة المصححة لمعدل العد (انظر المبحثين (15-2-4) و(15-2-5) مع سمك الامتصاص، ثم يقرأ السمك الذي عنده انخفض معدل العد إلى نصف قيمته الأصلية على الإحداثي السيني، وهذا يعني بالذات سمك النصف لطاقة بيتا. ومثال على هذه الطريقة ما يشير إليه الشكل (15-2) حيث يعبر عن سمك الألمنيوم بوحدات غم/ سم^2. وقد تم الحصول على ذلك بضرب سمك الألمنيوم (سم) بكثافته (غم/ سم^3) لتصبح وحدات الناتج غم/ سم^2.

إن العلاقة بين أقصى طاقة لجسيم بيتا وسمك النصف يوضحها الشكل (15- 3). الذي يوضح أن سمك النصف 0.074 غم/ سم^2 تكون طاقة بيتا من الشكل (15- 3) نحو 1.4 مليون إلكترون فولت.

ولا بد من الإشارة إلى أن مثل هذا التحديد ليس دائماً سهلاً ، إذ إن العينات ـ من الناحية العملية ـ غالباً ما تحتوي على أكثر من نويدة، ومن ثم وجود طاقات عدة لأشعة بيتا. وحتى على افتراض تعيين طاقة بيتا، فإنه من المحتمل عدم ملاءمتها ـ بشكل إيجابي ـ لتحديد هوية النويدة المشعة، بل ربما يحتاج إلى مزيد من القرائن ـ في بعض الحالات ـ بقياس عمر نصف النويدة.



شكل (15-2) تعيين سمك النصف لباعث بيتا



شكل (15- 3) العلاقة بين سمك النصف وأقصى طاقة لإشعاع بيتا

15- 2- 3 تعيين عمر النصف:

لقد تم تقديم فكرة عمر النصف للنويدات المشعة في الفصل الثاني، ويمكن استرجاعها بالقول: إنّ إشعاعية العينة في زمن مقداره (t) يمكن معرفته بالمعادلة:

$$A_t = A_0 e^{-\lambda t}$$

A_0 = النشاط الإشعاعي الابتدائي.

λ = ثابت الاضمحلال الإشعاعي للنويدة.

A_t = النشاط الإشعاعي عند الزمن (t).

أما عمر النصف ($T_{\frac{1}{2}}$)، فهو الزمن اللازم كي تبلغ A_t نصف قيمة A_0 ، ولهذا فإن:

$$\frac{A_t}{A_0} = 0.5 = e^{-\lambda T_{1/2}}$$

$$Log_e(0.5) = -\lambda T_{1/2}$$

$$-0.693 = -\lambda T_{1/2}$$

$$T_{1/2} = 0.693 / \lambda$$

أو $\lambda = 0.693 / T_{1/2}$

ويمكن كتابة قانون الاضمحلال الإشعاعي بالشكل البديل الآتي:

$$A_t = A_0 e^{-0.693/T_{1/2}}$$

في حالة النويدات التي لها أعمار نصف تتراوح ما بين بضع دقائق وبضعة شهور، يمكن تعيين عمر نصفها بأخذ سلسلة من العدّات للعينة في مدد ملائمة (كأن يقل معدل

obeikandl.com

العدات بمقدار 10- 15٪ بين كل عملية عد). ثم يرسم معدل العدّ المصحح مقابل الزمن على ورق بياني من نوع (لوغ ـ مستقيم) حيث يعطي خطًّا مستقيماً. والزمن الذي يقلل معدل العدّ إلى نصف قيمته الأصلية يمكن قراءته من الخط البياني.

مثال 1 :

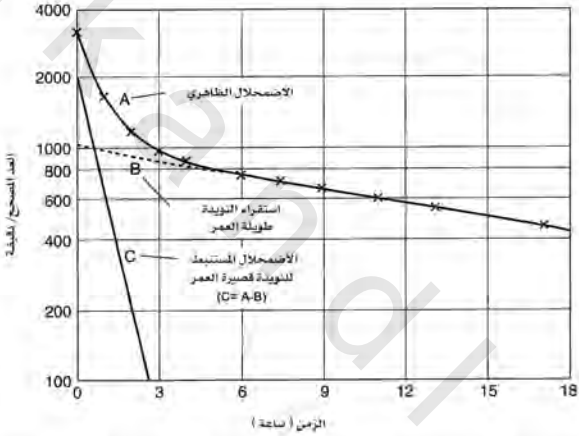
باستخدام ورق (لوغ ـ مستقيم) البياني، ارسم خط الاضمحلال البياني من خلال المعلومات الآتية، ثمّ قدِّر عمر النصف للنويدة.

الزمن (ساعة)	صفر	2	4	8	12	18
معدل العد (عدة/ثا)	6720	6050	5690	4563	3930	2989

يظهر من الرسم أن معدل العد يقل إلى نصف قيمته الأصلية (أي 3360 عدة/ ثا) في نحو 15,4 ساعة، وهذه العينة المستعملة لمعرفة هذه النتائج نفسها هي التي استخدمت لمعرفة خط الامتصاص البياني في شكل (15- 2). وأصبح معروفاً الآن أن النويدة تشع جسيمات بيتا بطاقة أقصاها 1.4 مليون. إلكترون فولت، وتضمحل بعمر نصف قدره 15,4 ساعة. بل وأصبح ممكناً الآن تحديد هوية النويدة وفق عمر النصف أو طاقة جسيمات بيتا، إذن فالنويدة الموجودة في العينة هي في الحقيقة الصوديوم- 24(24Na)، حيث أقصى طاقة لجسيم بيتا 1.39 مليون إلكترون فولت، وعمر النصف 15.4 ساعة.

وهكذا الأمر في قياسات امتصاص بيتا، حيث تكون الخطوات أكثر صعوبة من الناحية العملية بسبب وجود أكثر من نويدة، وهذا ما يوضحه الشكل (15-4)، الذي يبين مرة أخرى خط الاضمحلال للصوديوم - 24، مع وجود نويدة قصيرة العمر هذه المرة أيضًا، وبعد اضمحلال ابتدائي حاد نسبيًّا يتناقص معدل الاضمحلال، ثم يعطي أخيراً خطًّا مستقيماً.

يمكن الحصول على مساهمة النويدة الطويلة العمر بمعدل العدّ الابتدائي باستقراء الخط المستقيم حتى الوصول إلى الزمن الصفري. ويمكن إذن معرفة عمر النصف لهذه النويدة كما مر سابقاً. ولأجل معرفة عمر النصف للجزء القصير العمر، من المهم طرح القيم المستنبطة لمعدل العد بالنسبة إلى النويدة طويلة العمر من معدل العدّ الظاهر (أي الفرق بين الخط البياني والخط المستقيم)، ويعطي هذا العمل خط الاضمحلال للنويدة قصيرة العمر، ومن ثم يمكن تعيين عمر النصف. وفي الشكل (15-4) يظهر أن النويدة قصيرة العمر ما هي إلا الكلور- 38 ذو عمر النصف الذي قدره 37.3 دقيقة.



شكل (15- 4) خط الاضمحلال البياني لخليط الكلور (^{38}Cl) والصوديوم (^{24}Na)

15- 2- 4 تعيين النشاط الإشعاعي للعينة:

تعتمد ظروف القياس المستعملة في الاختبار الإشعاعي لعيّنات إشعاعية خاصة على جملة عوامل متنوعة، منها:

(1) النشاط الإشعاعي للعينة.

(2) عمر النصف للعينة.

(3) الدقة المطلوبة.

(4) الإشعاعات المنبعثة عن العينة.

من الأهمية بمكان ـ عموماً ـ استعمال جهاز عد شديد الحساسية يحتوي على كاشف إشعاع، ومصدر للجهد العالي المستقر، ومكبر، ومميز، وعداد يسجل النبضات الواردة (نوقشت التراكيب الأساسية لأجهزة العد في الفصل السابع)، ويغلف الكاشف غالباً بمعقل (تحصين) لتقليل عدد العدات الناتجة من أشعة جاما الأساسية الموجودة أصلاً في المختبر.. ويجب تصحيح العدات المسجلة على العداد وفق الإشعاع الأساسي، وربما يتطلب تصحيحها وفق زمن التبيّن للعدات، وقد يكون من المهم أيضاً حساب الخطأ الإحصائي المناسب.

يمكن ـ في بعض الحالات ـ مراقبة عينة إشعاعية رقيقة جدًّا توضع في قلب الحيّز الحساس للكاشف، ثم تعد كل الجسيمات أو الفوتونات المنبعثة عنها، ويسمى هذا العد الهندسي 4 ط، بينما في أكثر أجهزة العد الشائعة هناك نسبة فقط من الجسيمات الصادرة أو الفوتونات يمكن أن تدخل الكاشف، ونسبة الجسيمات المحسوبة بالنسبة إلى ما ينبعث كليًّا تسمى كفاءة جهاز العد.

تعيّن كفاءة جهاز العد ـ عادة ـ بوضع مصدر معلوم الإشعاع في مكان عد ملائم، ثم يحسب عدد العدات المسجلة في زمن معين، ثم يقسم هذا الرقم على معدل الانبعاث من المصدر لمعرفة كفاءة العد، ومن المعتاد ضرب الناتج في مئة؛ للتعبير عنه بنسبة مئوية.

مثال 2:

مصدر معلوم ذو إشعاع 220 بيكريل يعطي عدات غير مصححة قدرها 2045 عدة/ دقيقة في معقل جايجر ـ مويلر حيث العد الأساسي 65 عدة/ دقيقة فما هي كفاءة الجهاز؟

$$\text{الكفاءة } \% = \frac{\text{العدات المصححة/ دقيقة}}{\text{معدل انبعاث المصدر (تحلل/ دقيقة)}} \times 100\%$$

معدل العد المصحح= 2045– 65 = 1980 عدة/ دقيقة.

والآن 220 بيكريل تقابل 1.32×10^4 = تحلل/ دقيقة.

$$\therefore \text{الكفاءة} = \frac{100 \times 1980}{1.32 \times 10^4} = 15\%$$

مثال 3:

احسب النشاط الإشعاعي لمصدر يعطي قيمة غير مصححة لمعدل العد قدرها 4925 عدة/ دقيقة في الجهاز الذي أشير إليه في السؤال السابق.

(الجواب: 540 بيكريل).

عند استثناء هندسة جهاز العد، فهناك عوامل عدة تؤثر على كفاءة العد، ومن ضمنها، المستطار الخلفي (backscatter)، والامتصاص الذاتي للمصدر (self-absorption)، والامتصاص في شباك العداد (absorption in the counter window)، والامتصاص في الجيب الهوائي بين المصدر والكشاف (absorption in the air-gap between source and detector)، وتعتمد جميعها ـ إلى حد ما ـ على طاقة الإشعاع.

يجب معايرة الجهاز ـ بشكل مثالي ـ وفق مصدر للنويدة نفسها، وله هندسة العينة نفسها التي سيجري عدها، وعادة لا يتطلب التقويم للعينات في أغراض الفيزياء الصحية درجة عالية من الدقة، فمن المعتاد معايرة الجهاز بأحد المصادر المعلومة، ثم استعمال المعايرة نفسها لأغلب العينات. ومن المهم الانتباه إلى أن بعض النويدات ـ وخصوصاً باعثات بيتا الواطئة الطاقة ـ يمكن أن يكون تقديرها أقلّ من التخمين الصحيح بشكل كبير؛ إذا ما حسبت وفق هذه الخطوات.

15- 2- 5 تصحيحات زمن التبيّن (resolving time):

عندما يحدث الفوتون أو الجسيم المشحون تفاعلاً في حيز الكاشف الحساس فهناك مدة قصيرة (بحدود 100 مايكرو ثانية عادة) لا يمكن خلالها تسجيل أي إشعاع، وتسمى هذه المدة زمن التبيّن للأجهزة، وما هو إلا الزمن اللازم لجمع الأيونات ويسمى أحياناً بزمن الهمود؛ لأن الكاشف لا يستطيع خلال هذا الوقت الاستجابة لأي حدث. ومن الأسهل في كثير من "أجهزة العد" إدخال زمن همود (dead time) ثابت لأي جهاز، بدلاً من تعيين زمن الهمود الحقيقي تجريبيًّا، وذلك لأن زمن الهمود الصناعي يعتمد على عوامل معلومة في الدائرة الكهربائية؛ لذا فله قيمة معرّفة بدقة.

لنفترض أن دائرة كهربائية زمن الهمود فيها 200 مايكرو ثانية، ولنفترض أنها تستعمل لعد عينة تعطي معدل عد ظاهري قدره 500 عدة/ ثانية، فعند تسجيل 500 عدة في ثانية واحدة ينغلق العداد مدة 200 مايكرو ثانية بعد كل عدة، أي إنه يصبح معطلاً مدة (500×200) مايكرو ثانية (100,000 مايكرو ثانية = 0.1 ثانية). ولهذا فإن 500 عدة قد سجلت في زمن عد قدره 0.9 ثانية فقط، وإن معدل العد الحقيقي هو:

$$\frac{500}{0.9} = 555 \text{ عد/ ثانية، ويمكن كتابة هذا رياضيًّا.}$$

$$\text{عـح} = \frac{\text{عظ}}{1 - \text{عظ ن}}$$

حيث: عـح = معدل العد الحقيقي.

عـظ = معدل العد الظاهري.

ن = زمن الهمـود.

ولا بد من العناية بالوحدات في هذه المعادلة، فإذا كانت كل من عـح وعـظ مقيسة بالعدة/ ثانية فإن (ن) يجب أن تكون بالثواني (200 مايكرو ثانية = 200 × 10^{-6} ثانية)، ولا

ينصح بتطبيق تصحيحات زمن همود إذا كانت تزيد على 10٪ بكثير؛ لذا فعندما يكون معدل العد عالياً جدًّا، فمن المستحسن تقليله بتغيير الترتيب الهندسي للجهاز والعينة.

مثال 4:

احسب معدل العد الحقيقي لعينة، إذا كان معدل العد الظاهري 15,000 عدة/ دقيقة، وكان زمن الهمود 300 مايكرو ثانية.

(الجواب: 16216 عدة/ دقيقة).

15- 2- 6 الإحصاء العدي:

يتم التحلل الإشعاعي عشوائيًّا للذرات المنفردة بالنسبة إلى الزمن، ولهذا فإن عدد الفوتونات أو الجسيمات المحسوبة في زمن ما يتذبذب حول قيمة متوسطة له، **والانحراف القياسي(ق)** ما هو إلا قياس تناثر مجموعة مشاهدات حول القيمة المتوسطة، فإذا كان معدل عدد كبير من العدات ـ في جهاز العد ـ ($\overline{ع}$)، فيمكن معرفة الانحراف القياسي بالعلاقة:

لذا فلو أن: $\overline{ع}$ = 400 عدة، فإن ق = $\sqrt{400}$ = 20.

إذا ما أجري عد واحد منفرد خلال زمن (ن)، وكانت العدات المسجلة (ع)، فإن الانحراف القياسي للعد سيتخذ القيمة ($\sqrt{ع}$). وفي العادة فمعدل العد الذي هو مجال الاهتمام، يمكن كتابته كالآتي:

$$\text{معدل العد} = \frac{ع}{ن} \pm \frac{\sqrt{ع}}{ن}$$

مثال 5

يعطي تعداد مدة 5 ثوانٍ على عينة ناتجاً قدره 100 عدة، فما معدل العد؟ وما الانحراف القياسي؟

معدل العد = $\frac{100}{5} \pm \frac{\sqrt{100}}{5}$ = 20 ± 2 عدة/ ثانية.

إن أهمية الانحراف القياسي هو أن 68٪ من المشاهدات تقع ضمن انحراف قياسي واحد لمعدل العد الحقيقي. لذا ففي المثال الآنف الذكر هناك 68٪ احتمالاً في وقوع معدل العد ما بين 18 إلى 22 عدة/ ثانية وعلى هذا، فالانحراف القياسي هو قياس دقة المشاهدة (الفحص). ويمكن الحصول على دقة عالية في العد بزيادة الزمن الكلي للعد ليس إلا. أمّا في المثال السابق، فإذا ما سجلت 1000 عدة في 50 ثانية فإن:

معدل العد = $\frac{1000}{50} \pm \frac{\sqrt{1000}}{50}$ = 20 ± $\frac{31.6}{50}$

= 20 ± 0.63 عدة/ ثانية.

أما لو سجلت 10,000 عدة في 500 ثانية فإن:

معدل العد = $\frac{10,000}{500} \pm \frac{\sqrt{10.000}}{500}$ = 20 ± $\frac{10,000}{500}$

= 20 ± 0.2 عدة/ ثانية.

ويلاحظ أنه على الرغم من أن معدل العد هو نفسه في الحالات الثلاث، إلا أن الدقة قد تحسنت في حالة العد ذي المدة الأطول.

ويمكن التعبير عن الانحراف القياسي بالنسبة المئوية في الأمثلة على العدات 100 و1000 و10.000 كالآتي:

ع = 100 ، ق = 10 = 10 ٪

ع = 1000 ، ق = 31.16 = 3.16 ٪

ع = 10,000 ، ق = 100 = 1 ٪

ومن أجل الحصول على عد (أو معدل عد) بدقة انحراف قياسي قدره 1٪، فيجب أن تكون مدة العد طويلة إلى حد تعطي على الأقل 10,000 عدة. نحن نريد -في العادة- معرفة معدل العد (مص) عن المصدر والمركوم فوق معدل العد الأساسي، فإذا ما كان عدد العدات (ع) قد سجل في زمن قدره ن1 لكل من المصدر وللعد الأساسي، وأن العدات الأساسية (عس) قد تم تسجيلها في الزمن ن2، فإن معدل العد المصحح (مص) يحسب من المعادلة:

$$\text{مص} = \frac{\text{ع}}{\text{ن}_1} - \frac{\text{عس}}{\text{ن}_2} \pm \text{ق}_{\text{مص}}$$

$$\text{حيث } \text{ق}_{\text{مص}} = \sqrt{\text{ق}_1^2 + \text{ق}_2^2}$$

$$= \sqrt{\frac{\text{ع}}{\text{ن}_1^2} + \frac{\text{عس}}{\text{ن}_2^2}}$$

والتعبير العام عن مثل هذا النوع من القياسات يصبح:

$$\text{مص} = \frac{\text{ع}}{\text{ن}_1} - \frac{\text{عس}}{\text{ن}_2} \pm \sqrt{\frac{\text{ع}}{\text{ن}_1^2} + \frac{\text{عس}}{\text{ن}_2^2}}$$

مثال 6:

يسجل مصدر في معقل جايجر- مويلر 6720 عدة في (4) ثوانٍ، ويعطي الأساسي فيما بعد 480 عدة مدة (10) ثوانٍ، فما هو معدل العد الصحيح؟ وما مقدار الانحراف القياسي؟

الحل:

$$\text{مص} = \frac{6720}{4} - \frac{480}{10} \pm \sqrt{\left(\frac{6720}{16} + \frac{480}{100}\right)}$$

$$= 1680 - 48 \pm \sqrt{420 \times 4.8}$$

$$= 1632 \pm \sqrt{424.8}$$

$$= 1632 \pm 20.6 \text{ عدة/ثانية.}$$

إذا كان العد لمصدر منخفض النشاط الإشعاعي جدًّا، فقد يتطلب مدد عد طويلة جدًّا لإنجاز دقة إحصائية مقبولة. ومن المرغوب فيه -تحت هذه الظروف- توزيع الوقت بكفاءة ما بين (المصدر والأساسي) والأساسي وحده، وأعلى دقة يمكن إنجازها تحسب بالعلاقة.

$$\text{ك} = \sqrt{\frac{\text{ن}_1}{\text{ن}_2}}$$

حيث: ن_1 = الزمن اللازم لعد (المصدر + الأساسي).

ن_2 = الزمن اللازم لعد الأساسي.

ك = النسبة بين معدل العد الكلي (المصدر + الأساسي) ومعدل العد الأساسي.

وغالباً ما يكون جديراً بالاهتمام ـ عند مواجهة عينة مجهولة النشاط الإشعاعي ـ القيام بفحص أولي لمعدل العد المتوقع. ويستلزم هذا عدًّا قصيراً للمصدر والأساسي بعد عد الأساسي، ويتم كلا العدين خلال دقيقة أو دقيقتين، ومن هذه النتائج تتعين معدلات العد المتوقعة بشكل تقريبي، ثم يحسب طول توزيع الزمن اللازم للحساب الدقيق للعينة.

مثال 7:

إذا كان معدل العد الكلي (المصدر+ الأساسي) 360 عدة/ دقيقة، ومعدل العد الأساسي 40 عدة/ دقيقة، فما نسبة الزمن الكلي الذي يجب بذله لعد الأساسي؟

(**الجواب:** 25٪)

15ـ3 معايرة مراقب الإشعاع:

15- 3-1 عموميات:

والجهة المصنعة للجهاز هي المسؤولة –عادة– عن إجراء خطوات المعايرة التفصيلية قبل تسليمه إلى المستهلك. وتجري مراجعة فحص الأمور الآتية:

(1) حساسية الجهاز تحت ظروف العمل الاعتيادية.

(2) استجابة الطاقة.

(3) استجابة المعدل.

(4) تغيرات درجة الحرارة.

في الفصل الثامن من هذا الكتاب تمت الإشارة إلى أهمية تقويم استجابة الطاقة عبر مداها الواسع (الذي يتراوح عادة ما بين 100 كيلو إلكترون فولت وحتى مليون إلكترون فولت). ولو كان للجهاز تدريجات عدة ـ كما هو الحاصل في معظم مقاييس معدلات الجرعة ـ فيجب أن تكون الاستجابة مرضية على جميع التدريجات. أما استجابة درجة الحرارة فليست بالعامل المهم في أجهزة المختبرات، مادام من الممكن دائماً اختيار مركبات لا تتأثر ـ بشكل عملي ـ بتغيرات درجة الحرارة.

وينبغي لمستعمل الجهاز التأكد من أن مواصفاته تقع ضمن المواصفات القياسية، ثم يلي ذلك عدد من فحوصات المراجعة؛ للتأكد من أداء مهمته، وفي هذه الأيام، يتضمن

كثير من الأجهزة بداخلها أدوات لمراجعة الفحص، مثل فحوصات البطارية، وتعديلات الصفر، وفحوصات الحساسية.

وعلى العموم، فإن مستعمل الجهاز يحتاج إلى إعادة النظر إلى الحساسية بشكل دوري، إذ إن هذه الصفة هي التي تتغير غالباً عبر مدة من الزمن.

وهناك طريقان أساسيان لتنفيذ مثل هذه الفحوصات.

(1) المعايرة المباشرة باستعمال مصادر إشعاع قياسية.

(2) المعايرة البينية بجهاز معاير بشكل خاص.

وفي المملكة المتحدة يتطلب إجراء فحوصٍ للأجهزة في مدد لا تتجاوز الأربعة عشر شهراً، ويتم تسجيل النتائج في سجل خاص، وفي الدول الأخرى متطلبات مماثلة.

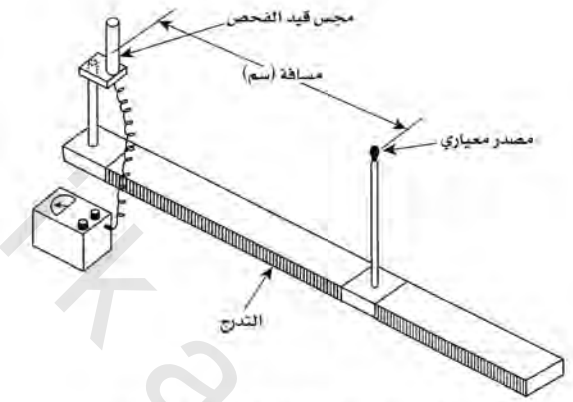
15- 3- 2 المعايرة المباشرة:

عندما يراد معايرة أجهزة عدة، فمن الملائم استخدام أداة بسيطة، كما في الشكل (15- 5). وتضمن هذه الأداة أن كلاً من الجهاز والمصدر يحتلان دائماً موقعاً ثابتاً بحيث يحافظان على هندسة معينة. وعلى النقيض من هذا عند معايرة أجهزة عدة يصبح من الضروري عادةً إعداد تجهيزات خاصة للمعايرة يكون التصنيف فيها خاليًا من الغبار (للحصول على أقل استطارة حول المصدر)، والشكل (15-6) تخطيط لأحد هذه التجهيزات، حيث يتحرك الجهاز المراد معايرته على طول زلاقة مواجهة، ويثبت في موقعه عن بعد، وتؤخذ القراءات من خلال نظام مرايا.

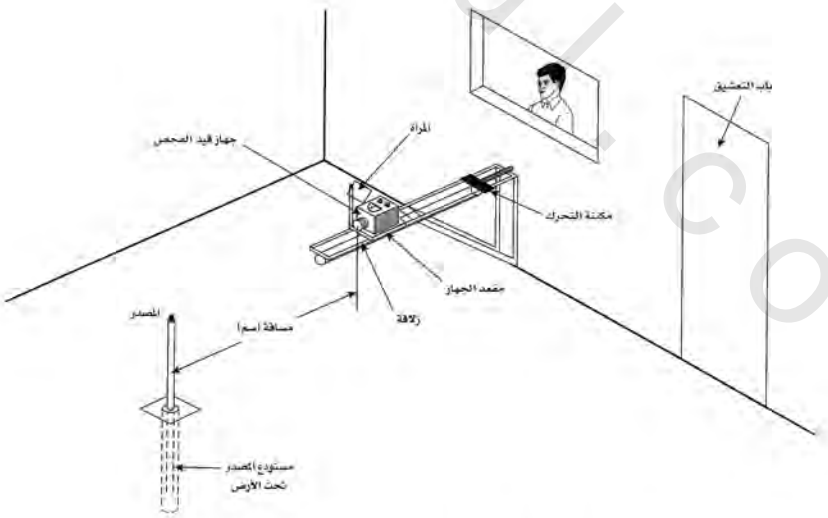
15-3-3 المعايرة البينية باستخدام جهاز مخصوص للمعايرة

عندما يتوافر جهاز معاير، فليس مهمًّا وجود تسهيلات الأجهزة المفرغة من الهواء، بل إن المطلوب فقط هو وجود جهاز يسمح بتغيير شدة الإشعاع عبر المدى المطلوب. ومثل هذا الجهاز يوضحه الشكل (15-7)، حيث تتغير شدة الإشعاع بتغيير موقع

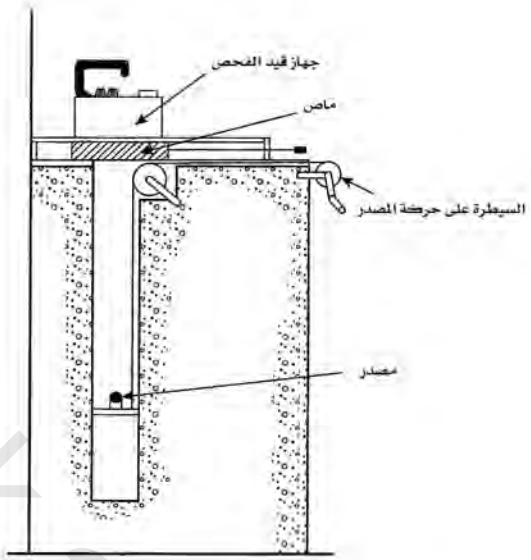
المصدر. يقاس معدل الجرعة باستعمال جهاز معاير بشكل خاص، ثم مقارنة ذلك بقراءة الجهاز الذي هو قيد الفحص.



شكل (15- 5) أداة المعايرة البسيطة



شكل (15- 6) غرفة المعايرة المحصنة، مع إجراء العمليات عن بعد



شكل (15-7) مظهر عام للمعايرة باستعمال جهاز قياسي

ومن المهم التذكر أنه مادامت الإجراءات لن تتخذ لمنع الإشعاع المستطار في إعداد هذا الفحص، فإن جزءاً متغيراً من الإشعاع الذي سيبلغ الكشاف ستنخفض طاقته، وهذا لا يؤثر إذا كان كل من الجهاز القياسي والجهاز قيد الفحص لهما الاستجابة نفسها للطاقة، ولكن إذا ما كانت الاستجابة للطاقة متباينة لا تصبح المعايرة مقبولة.

خلاصة الفصل:

الاختبار الإشعاعي: قياس العينات الإشعاعية.

تحديد هوية النويدات: ألفا وبيتا، ومطياف جاما، امتصاص بيتا، أو قياسات عمر النصف.

تعيين النشاط الإشعاعي للعينة: كفاءة العد تعتمد على الطاقة، تصحيح النشاط الأساسي للعداد.

زمن التبين: تعطل الكشاف مدة قصيرة بعد تسجيل كل نبضة: يقلل زمن العد الفعال، وهذا مهم بالنسبة إلى معدلات العد العالية.

الإحصاء العدّي: الانحراف القياسي (ق) يقيس دقة العد:

$$ق = \sqrt{ع}$$

لأجل إنجاز دقة عالية يجب أن يكون العد مرتفعاً. (عشرة آلاف عدة تعطي دقة قدرها (1٪) علماً بأن النشاط الأساسي يؤثر على الدقة.

معايرة الأجهزة: استخدام مصادر إشعاع قياسية، أو المقارنة بأجهزة معايرة.

أسئلة للمراجعة:

(1) لماذا يكون مهمًّا ـ عادة ـ تعيين تركيب المواد المشعة في ورق ترشيح عينة هوائية؟ كيف يمكن تحديد هوية النويدة؟

(2) عينة تعطي عدًّا قدره 16347 في دقيقة واحدة عندما تحسب بعداد جايجر-مويلر ذي نشاط أساسي قدره 750 عدة في عشر دقائق، فإذا كان زمن الهمود 300 مايكرو ثانية، والكفاءة 15٪ احسب النشاط الإشعاعي للعينة؟

(3) ماذا يعني (زمن التبين) لكاشف، وما أهميته بالنسبة إلى قياسات العد؟

(4) يبين الجدول أدناه نتائج كل من امتصاص بيتا وقياسات الاضمحلال لعينة. قدّر عمر النصف وطاقة بيتا القصوى، ثم استعن بجدول النويدات، وحاول تحديد هوية النويدة الموجودة في العينة.

قياسات امتصاص بيتا:

الممتص (غم / سم^2)	صفر	0.017	0.041	0.067	0.094	0.120	0.143	0.168
معدل العد المصحح (عدة /دقيقة)	3613	3324	2867	2310	1897	1563	1306	1093

قياسات الاضمحلال:

الزمن بالأيام	صفر	1	3	6	9	12	15	18
معدل العد المصحح (عدة/دقيقة)	3613	3376	3136	2637	2353	1980	1768	1510

(5) ما أهمية الانحراف القياسي؟ كيف تحسب قيمته لقياسات عدة منفردة.

(6) تم عد عينة في معقل بيتا، فسجل 22501 عدة في خمسين دقيقة. والعد الأساسي يعطي 2040 عدة في ثلاثين دقيقة. احسب معدل العد المصحح والانحراف القياسي.

(7) ينبغي معايرة معدال لجرعات جاما باستخدام مصدر إشعاعي قياسي يعطي معدل جرعة قدره 720 مايكرو سيفرت/ ساعة على بعد متر واحد. فإذا كان المطلوب معايرة المعدال للجرعات 200 و 500 و 1000 و 2000 مايكرو سيفرت/ ساعة. احسب المسافة بين المصدر والجهاز في كل حالة.