



دانشگاه سیام نور
پی

آزمایشگاه فیزیک هسته‌ای

(رشته فیزیک)

علیرضا بینش

دکتر سعید محمدی

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست

نکات ایمنی	هفت
پیشگفتار	یازده
آزمایش اول. تعیین مشخصه آشکارساز گایگر - مولر	۱
آزمایش دوم. اندازه‌گیری قدرت تفکیک زمانی برای آشکارساز گایگر - مولر	۴
آزمایش سوم. تعیین نیم‌عمر یک چشمه رادیواکتیو	۷
آزمایش چهارم. اندازه‌گیری تابش زمینه	۱۰
آزمایش پنجم. اندازه‌گیری ضریب جذب خطی مواد	۱۳
آزمایش ششم. تحقیق قانون عکس مجذور فاصله	۱۶
آزمایش هفتم. بررسی طبیعت آماری واپاشی هسته‌های رادیواکتیو	۱۹
آزمایش هشتم. تعیین برد ذرات بتا (β) در مواد	۲۲
آزمایش نهم. تعیین برد آلفا در هوا و آلومینیوم	۲۶
آزمایش دهم. طیف‌نگاری پرتوهای گاما	۲۹
منابع	۳۷
واژگان فارسی به انگلیسی	۳۸
واژگان انگلیسی به فارسی	۳۹

نکات ایمنی

از آنجا که کار نامناسب با پرتوها و چشمه‌های رادیواکتیو زیان‌های جبران‌ناپذیری به‌وجود می‌آورد، هر کس که به هر دلیلی از چشمه‌های رادیواکتیو استفاده می‌کند، ملزم به رعایت نکات ایمنی ذیل است. گرچه کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها در بسیاری از زمینه‌ها، از جمله کشاورزی، داروسازی، پزشکی و صنعت در حال گسترش روزافزون است، اما سازمان‌های جهانی مرتبط با انرژی اتمی تأیید می‌کنند که تاباندن بی‌رویه پرتوها بر موجودات زنده، خطرات بالقوه‌ای در بردارد. از این‌رو، برای به حداقل رساندن خطرات احتمالی هنگام استفاده از چشمه‌های رادیواکتیو، لازم است از دستورالعمل خاصی پیروی شود. بخشی از این دستورها در ذیل بیان می‌شود:

۱. هیچ‌کس نباید از رادیوایزوتوپ‌ها استفاده کند مگر اینکه آموزش لازم در مورد روش کار با آن را دیده و از خطراتش آگاه شده باشد.
۲. مدت کار با چشمه‌های رادیواکتیو باید به حداقل ممکن کاهش یابد، زیرا دُز دریافتی به‌طور مستقیم به زمان پرتوگیری بستگی دارد.
۳. فلزات به‌ویژه سرب مقدار تابش را کاهش می‌دهد. بنابراین، لازم است هنگام انجام آزمایش، چشمه و آشکارساز پشت دیواره‌های سربی قرار داده شود.

۴. فاصله‌ی چشمه تا بدن اهمیت بسیار زیادی در میزان پرتوگیری دارد. دو برابر کردن فاصله، مقدار دز دریافتی را به $\frac{1}{4}$ کاهش می‌دهد. بنابراین، تا حد امکان باید چشمه دور از بدن قرار داده شود.
۵. باید از در دست گرفتن بی‌دلیل چشمه به‌ویژه برای مدت طولانی خودداری کرد. هرگز نباید چشمه به قسمت‌های حساس بدن مانند چشم نزدیک شود.
۶. مراقبت‌های لازم جهت جلوگیری از افتادن و گم شدن چشمه‌های آزمایشگاهی که عموماً کوچک‌اند، الزامی است.
۷. خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن در آزمایشگاه‌های هسته‌ای و در مناطقی که احتمال آلودگی به مواد رادیواکتیو وجود دارد، به دلیل افزایش احتمال انتقال مواد آلوده به دهان، ممنوع است.
۸. خانم‌های باردار باید از ورود به آزمایشگاه‌ها و مکان‌هایی که چشمه رادیواکتیو در آن وجود دارد، خودداری کنند.
۹. هنگام خروج از آزمایشگاه‌های هسته‌ای دست‌ها کاملاً با آب و صابون شسته شود. لازم به ذکر است که افراد باید در آزمایشگاه‌های دارای چشمه‌های رادیواکتیو، با الصاق نشان فیلم (فیلم بچ) به لباس خود، اندازه‌گیری و کنترل دز دریافتی را امکان‌پذیر سازند. دانشجویان علاقمند به مطالب مطرح شده در این مقدمه می‌توانند برای مطالعه بیشتر به منابع (۱) و (۲) و (۳) در آخر این دستورکار مراجعه کنند.

در آزمایشگاه فیزیک هسته‌ای توجه به نکات زیر الزامی است:

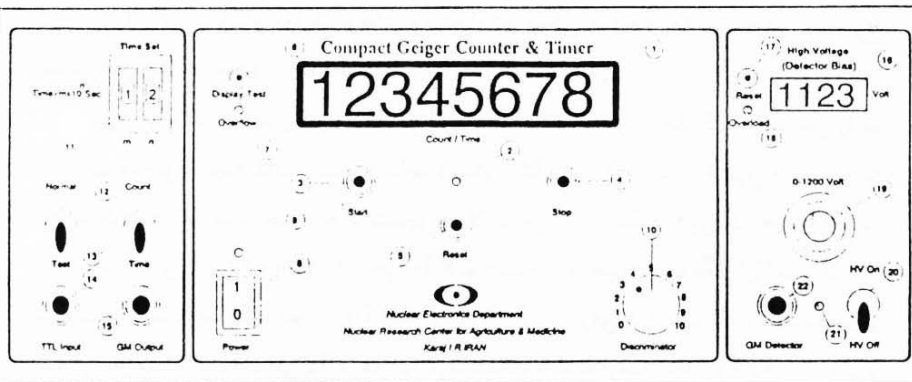
۱. کلید وسایل باولتاژ بالا کار می‌کنند. لازم است هرگونه تغییر در مدار با هماهنگی کارشناس مربوطه انجام شود.
۲. تمام آزمایش‌ها با مواد رادیواکتیو همراه است. رعایت نکات ایمنی در این مورد به‌ویژه از جانب خانم‌های باردار الزامی است.
۳. هرگونه خوردن و آشامیدن در آزمایشگاه ممنوع است.
۴. مسئولیت حفاظت و نگهداری وسایل هر میز به عهده گروه آزمایش کننده است.
۵. هر فرد موظف است گزارش کار مربوط به هر آزمایش را تهیه کند.
۶. حضور در آزمایشگاه از اول وقت ضروری است. کار در آزمایشگاه مانند کار در کلاس درس نیست که با یک یا چند ساعت غیبت بتوان آن را به راحتی جبران کرد.
۷. دانشجو باید به سؤالات هر آزمایش به دقت پاسخ دهد.

پیشگفتار

دستورکاری که اینک در اختیار شماست براساس دستگاه «سیستم شمارش هسته‌ای با آشکارسازگایگر - مولر» مدل ۲۰۰۰ GCT ساخته شده توسط بخش الکترونیک هسته‌ای مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران تهیه و تدوین شده است. این دستگاه برای شمارش پرتوها یا ذرات یونساز گسیل شده از چشمه‌ی رادیواکتیو در مدت زمان قابل تنظیم به کار می‌رود. با اتصال مستقیم آشکارسازهایی از نوع گایگر - مولر به این دستگاه می‌توان پرتوهای یونساز از نوع گاما و بتا و ایکس را در زمان معین شمارش نمود. زمان شمارش قابل تنظیم بوده و از یک تا 9×10^7 ثانیه می‌باشد.

کلیدهای کنترل و نمایشگرهای دستگاه در شکل صفحه‌ی بعد مشخص و شرح مختصر هریک در جدول آمده است.

در تنظیم این دستورکار تلاش بر این بوده است تا بتوان حداکثر آزمایش را با امکانات موجود انجام داد. دانشجو باید دستورکار هر آزمایش را قبل از ورود به آزمایشگاه مطالعه کند. چنانچه دانشجو قبلاً درس آزمایشگاه فیزیک جدید را در دانشگاه پیام‌نور گذرانده باشد با برخی مفاهیم هسته‌ای، نظیر طیف‌نگاری اشعه‌ی گاما با استفاده از آشکارساز سوسوزن NaI(Tl) و پراکندگی رادرفورد ذرات آلفا، با استفاده از آشکارساز سیلیکون آشنایی دارد. در این آزمایشگاه با آشکارساز جدید گایگر - مولر و چگونگی کار با آن آشنا خواهد شد.



شکل ظاهری جلوی دستگاه

جدول شرح مختصر کنترل‌ها و نمایشگرهای دستگاه

شماره	شرح
۱	نمایشگر اصلی شمارش یا زمان (۸ رقم)
۲	نشانگر حالت شمارش
۳	دکمه شروع شمارش (Start)
۴	دکمه توقف شمارش (Stop)
۵	دکمه پاک کننده و آماده‌سازی مجدد (Reset)
۶	دکمه آزمایش نمایشگر شمارش (Display Test)
۷	نشانگر خارج شدن از محدوده شمارش نمایشگر
۸	کلید قطع و وصل برق ورودی (Power)
۹	نشانگر روشن بودن دستگاه
۱۰	دکمه تنظیم محدوده قطع پالس‌های ورودی
۱۱	دکمه‌های انتخاب و تنظیم زمان شمارش
۱۲	کلید انتخاب حالت عادی یا آزمایشی
۱۳	کلید انتخاب حالت نمایش نمایشگر
۱۴	BNC ورودی رقمی به دستگاه شمارشگر و زمان‌سنج
۱۵	پالس‌های خروجی آشکارساز
۱۶	نمایشگر ولتاژ بالای دستگاه
۱۷	دکمه پاک کننده نشانگر اضافه بار
۱۸	نشانگر جریان بیش از حد منبع ولتاژ بالا
۱۹	دکمه تنظیم ولتاژ بالای دستگاه
۲۰	کلید قطع و وصل منبع ولتاژ بالا
۲۱	نشانگر روشن بودن منبع ولتاژ بالا
۲۲	محل اتصال آشکارساز گایگر – مولر به دستگاه

آزمون‌های اولیه‌ی دستگاه GCT ۲۰۰۰

– کابل برق دستگاه را به برق شهر وصل کنید با کلید شماره ۸ دستگاه را روشن کنید، سپس دکمه شماره ۵ را فشار دهید تا اعداد نشانگر صفر شده، سیستم آماده‌ی کار شود.

– قسمت‌های شمارنده، زمان‌سنج و کنترل دستگاه باید کنترل و بازرینی شود.

- برای آزمایش دستگاه کلید شماره ۱۲ را در حالت (Test) قرار دهید و سپس زمان دلخواه شمارش را با استفاده از دکمه‌های شماره ۱۱ تنظیم کنید (ثانیه $m \times 10^n =$ زمان). مثلاً در شکل نشان داده‌شده زمان اندازه‌گیری ۱۰۰ ثانیه می‌باشد.
- دکمه (Reset) را مجدداً فشار دهید تا زمان انتخاب شده در نظر گرفته شود. در این حالت با فشار دکمه شماره ۳ (Start) دستگاه شروع به شمارش پالس‌های برق شهر با فرکانس ۵۰ سیکل می‌نماید. به‌عنوان مثال اگر زمان را ۱۰ ثانیه ($m = 1$ و $n = 1$) انتخاب کرده باشید، شمارش دستگاه پس از ۱۰ ثانیه متوقف شده و عدد حدود ۵۰۰ باید نمایش داده شود، در بین شمارش نیز می‌توانید با فشار دکمه شماره ۴ (Stop) شمارش را متوقف کنید و از کارکرد و از کارکرد صحیح این دکمه نیز مطئن شوید.
- پس از خاتمه شمارش با فشار دکمه شماره ۵ (Reset) اعداد نمایشگر صفر می‌شود و دستگاه آماده شمارش جدید در زمان تنظیم شده خواهد بود.

آزمایش اول

تعیین مشخصه آشکارساز گایگر-مولر

هدف آزمایش

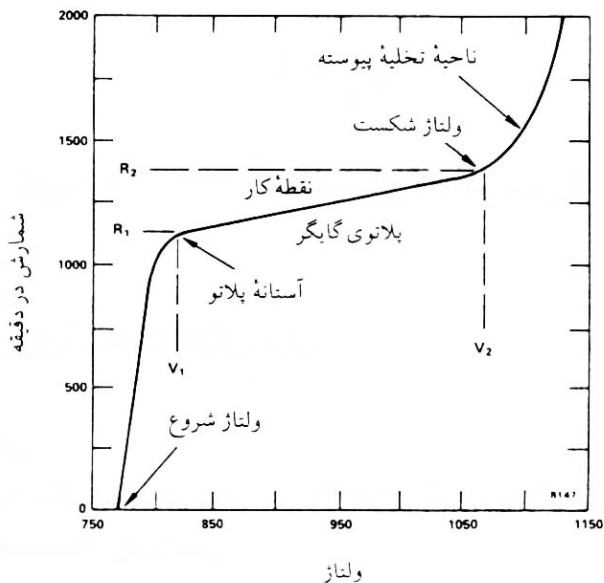
تعیین ولتاژکار برای آشکارساز گایگر-مولر.

وسایل آزمایش

دستگاه شمارشگر هسته‌ای مدل GCT۲۰۰۰- آشکارساز گایگر-مولر مدل ZP۱۳۱۰-
چشمه‌های رادیواکتیو.

مبانی نظری و شرح آزمایش

آشکارساز گایگر-مولر از قدیمی‌ترین انواع آشکارساز پرتوها به شمار می‌رود و در سال ۱۹۲۸ توسط گایگر و مولر معرفی شده است. این آشکارساز براساس یونش گاز توسط پرتوهای وارد شده به آن عمل می‌کند. در نتیجه‌ی یونش توسط هر ذره، پالسی در آشکارساز ایجاد و توسط یک دستگاه شمارشگر ثبت می‌شود. برای استفاده از این آشکارساز باید ولتاژکار آن تعیین شود. به این منظور منحنی تغییرات آهنگ شمارش برحسب ولتاژ رسم و منحنی مطابق شکل ۱ به‌دست می‌آید. ناحیه‌ای که در آن کمترین تغییرات آهنگ شمارش برحسب تغییرات ولتاژ مشاهده می‌شود ولتاژکار گایگر نام دارد که ولتاژ مناسب برای کار آشکارساز از آن به‌دست می‌آید.



شکل ۱. تعیین ولتاژ کار آشکارساز گایگر

روش آزمایش

کلید شماره ۹ را در حالت Normal قرار دهید. با دکمه شماره ۲۰ منبع ولتاژ بالا را روشن کرده و با پیچ تنظیم شماره ۱۹ ولتاژ را صفر کنید. آشکارساز را به پرز BNC شماره ۲۲ وصل نمایید. با پیچ شماره ۱۹ ولتاژ را به آرامی زیاد کنید، پس از هر دور چرخش آرام پیچ کمی صبر کنید تا ولتاژ پایدار شود. مقدار ولتاژ را می‌توانید روی نشانگر شماره ۱۶ ببینید. این کار را حداکثر تا ولتاژ ۴۵۰ ولت ادامه دهید. (توجه داشته باشید که ولتاژ بیش از این حد باعث سوختن آشکارساز خواهد شد!!). زمان شمارش را با استفاده از دکمه‌های شماره ۱۱ تنظیم کنید (مثلاً حدود ۱۰۰ ثانیه). با فشار دکمه شماره ۵ (Reset) این زمان به‌عنوان زمان جدید شمارش در نظر گرفته خواهد شد. ولتاژ را در حدود ۵۰ ولت قرار دهید و آشکارساز را در فاصله مناسبی (در حدود ۲ سانتی‌متر) از چشمه رادیواکتیو ^{60}Co و در مقابل آن قرار دهید. دکمه شماره ۳ (Start) را فشار دهید تا شمارش آغاز شود. در این حالت چراغ شماره ۲ روشن خواهد شد. در

تعیین مشخصه آشکارساز گایگر- مولر ۳

هنگام شمارش می‌توان با تغییر حالت کلید شماره ۱۳، زمان یا تعداد شمارش را روی نشانگر اصلی دستگاه مشاهده کرد.

پس از پایان شمارش، نتیجه را یادداشت کرده و دکمه شماره ۵ (Reset) را فشار دهید تا دستگاه آماده شمارش جدید شود. ولتاژ را به صورت پله‌ای بالا برده و آزمایش را برای هر ولتاژ تکرار کنید (حداکثر تا ۴۵۰ ولت). در صورت نیاز می‌توانید زمان شمارش را نیز تغییر دهید و شمارش‌ها را مجدداً اندازه‌گیری کنید.

اندازه‌گیری‌ها را در جدولی ثبت و منحنی تغییرات شمارش را برحسب ولتاژ رسم کنید (برای یک زمان معین). ناحیه ولتاژکار را مشخص کنید. به کمک آن ولتاژکار آشکارساز گایگر را به دست آورید. معمولاً ولتاژکار آشکارساز در فاصله حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد طول ولتاژکار از شروع آن در نظر گرفته می‌شود.

ولتاژ مناسب این نوع آشکارساز بین ۳۰۰ تا ۴۵۰ ولت می‌باشد. شیب ناحیه ولتاژکار را با استفاده از رابطه‌ی زیر تعیین کنید:

$$\% \text{شیب پلاتو} = \left(\frac{R_2 - R_1}{R_1} \right) \left(\frac{100}{V_2 - V_1} \right)$$

پرسش‌ها

۱. اگر بجای ^{60}Co از ^{22}Na استفاده شود چه تغییری در ولتاژکار به وجود می‌آید؟
۲. علت افزایش شمارش در ناحیه بالای ولتاژکار و کاهش شمارش در ناحیه پایین آن چیست؟
۳. آیا دامنه پالس خروجی آشکارساز با تغییرات ولتاژ تغییر می‌کند؟
۴. کم یا زیاد کردن فشار گاز درون آشکارساز چه تأثیری بر روی پالس خروجی دارد؟
۵. گاز درون آشکارساز از چه نوعی است؟ آیا این گاز ساده‌ای است، یا ترکیبی از گازهای مختلف است؟
۶. آیا پرتو گاما مستقیماً سبب یونش گاز درون آشکارساز می‌شود؟
۷. در این آزمایش، آشکارساز گایگر چه درصدی از پرتوها را آشکار می‌کند؟

آزمایش دوم

اندازه‌گیری قدرت تفکیک زمانی برای آشکارساز گایگر-مولر

هدف آزمایش

اندازه‌گیری زمان مرگ و زمان بازیابی آشکارساز گایگر-مولر.

وسایل آزمایش

دستگاه شمارشگر - آشکارساز گایگر-مولر - چشمه رادیواکتیو/

مبانی نظری و شرح آزمایش

آشکارساز گایگر-مولر برخلاف سایر آشکارسازها، برای آهنگ‌های بیش از ۵۰۰۰ شمارش بر دقیقه کند است و این موضوع می‌تواند در اغلب اندازه‌گیری‌ها ایجاد خطا کند. بنابراین لازم است ابتدا زمان مرگ آشکارساز اندازه‌گیری شود و در آزمایش‌های بعد، تصحیح زمان مرگ برای شمارش‌ها انجام گیرد تا آهنگ شمارش واقعی به‌دست آید.

روش آزمایش

ابتدا دستگاه شمارشگر تنظیم و ولتاژ مناسب را به آشکارساز گایگر اعمال کنید. (ر.ک. آزمایش ۱). یک چشمه ^{60}Co در فاصله‌ی ۲ سانتی‌متری آشکارساز قرار دهید و

برای مدت ۱۰۰ ثانیه شمارش کنید. شمارش را ثبت و آن را با R_1 نشان دهید. سپس چشمه‌ی ^{60}Co دیگری را با همان مشخصات طوری در کنار چشمه اول در مقابل آشکارساز قرار دهید که باعث تغییر محل چشمه اول نشود. شمارش را مجدداً برای ۱۰۰ ثانیه اندازه‌گیری کنید و آن را با R_T نشان دهید. در مرحله بعد، چشمه‌ی اول را از مقابل آشکارساز بردارید و شمارش حاصل را به تنهایی برای چشمه دوم ثبت و آن را با R_2 نشان دهید. قدرت تفکیک آشکارساز از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$T_R = \frac{R_1 - R_2 R_T}{2 R_1 R_2} \quad (1)$$

اگر آهنگ شمارش اندازه‌گیری شده در یک آزمایش R_0 باشد، آهنگ شمارش واقعی R چنین به‌دست می‌آید:

$$R = \frac{R_0}{1 - R_0 T_R} \quad (2)$$

رابطه (۲) را می‌توان برای تصحیح آهنگ‌های بیش از ۵۰۰۰ شمارش بر دقیقه به‌کار برد.

هنگام تعویض چشمه‌ها دقت کنید در شرایط هندسی و فیزیکی چشمه نسبت به آشکارساز تغییر ایجاد نشود. همین‌طور چشمه‌ها در مقابل آشکارساز به‌گونه‌ای قرار داده شود که یکی، اعث جذب پرتوهای چشمه‌ی دیگر نشود. با استفاده از یک اسیلوسکوپ، زمان مرگ و بازیابی (قدرت تفکیک بین دو تابش) را اندازه‌گیری و با مقدار به‌دست آمده در رابطه‌ی (۲) مقایسه کنید.

پرسش‌ها

۱. علت بالا بودن زمان مرگ در آشکارساز گایگر-مولر را توضیح دهید.
۲. در صورت افزایش آهنگ شمارش، آیا زمان مرگ تغییر می‌کند؟ در کدام حالت خطای اندازه‌گیری زمان مرگ کم‌تر است؟

۳. اگر نوع تابش‌ها متفاوت باشد (مثلاً گاما یا بتا)، آیا زمان مرگ اندازه‌گیری شده تفاوت خواهد کرد؟

۴. زمان مرگ آشکارساز در اندازه‌گیری شیب ولتاژکار چه تأثیری دارد؟

۵. برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری زمان مرگ، نسبت اکتیویته‌ی دو چشمه‌ی مورد استفاده باید چقدر باشد و چرا؟

آزمایش سوم

تعیین نیم عمر یک چشمه رادیواکتیو

هدف آزمایش

رسم منحنی واپاشی و تعیین نیم عمر یک ایزوتوپ نامعلوم.

وسایل آزمایش

دستگاه شمارشگر هسته‌ای - آشکارساز گایگر-مولر - چشمه‌های رادیواکتیو نامعلوم.

مبانی نظری و شرح آزمایش

اهنگ واپاشی یک ماده رادیواکتیو، به صورت تابع نمایی با گذشت زمان کاهش می‌یابد. اگر N هسته‌ی پرتوزا در زمان t در نمونه‌ای موجود باشند، تعداد dN هسته که در زمان dt واپاشیده می‌شوند با N متناسب خواهد بود، در نتیجه:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad (1)$$

در رابطه‌ی فوق، λ ثابت واپاشی نامیده می‌شود. با انتگرال‌گیری از معادله‌ی فوق به قانون نمایی واپاشی رادیواکتیو می‌رسیم:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad (2)$$

N_0 ، تعداد هسته‌های اولیه موجود در زمان $t=0$ است. نیم‌عمر واپاشی $t_{1/2}$ ، زمان لازم برای واپاشی نیمی از هسته‌ها است. با قرار دادن $N = \frac{N_0}{2}$ در معادله‌ی فوق داریم:

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \quad (3)$$

رابطه‌ی (۲) را بدین صورت نیز می‌توان نوشت:

$$\ln N(t) = -\lambda t + \ln N_0 \quad (4)$$

روش آزمایش

دستگاه شمارشگر را تنظیم و ولتاژ مناسب را به آشکارساز گایگر اعمال کنید (ر.ک. آزمایش ۱). چشمه رادیواکتیو ^{116}In را در فاصله ۲ سانتی‌متری آشکارساز قرار دهید. برنامه‌ی زمان‌بندی شده‌ی خاصی را جهت شمارش اختیار کنید. به‌عنوان مثال، شمارش را برای مدت ۵۰ ثانیه هر ۵ دقیقه یک‌بار تکرار و شمارش‌ها را در هر مرحله در جدولی ثبت کنید. در تمام مدت آزمایش، نباید وضعیت هندسی چشمه رادیواکتیو نسبت به آشکارساز تغییر کند. تصحیح مربوط به زمان مرگ را برای تمام شمارش‌ها انجام دهید. سپس شمارش‌های واقعی را برحسب زمان بر روی یک کاغذ نیمه‌لگاریتمی رسم کنید. باید یک خط مستقیم به‌دست آید. شیب این خط مقدار λ را به‌دست می‌آورد. از روی λ ، نیم‌عمر چشمه‌ی رادیواکتیو را محاسبه و آن را با مقدار تجربی مقایسه کنید.

پرسش‌ها

۱. از رابطه‌ی (۴)، چگونه می‌توان مقدار N_0 را به‌دست آورد؟
۲. چگونه باید زمان شمارش‌ها و فواصل زمانی بین آن‌ها را برای نیم‌عمرهای طولانی‌تر (مثلاً در حدود چند روز یا چند سال) تنظیم کرد؟