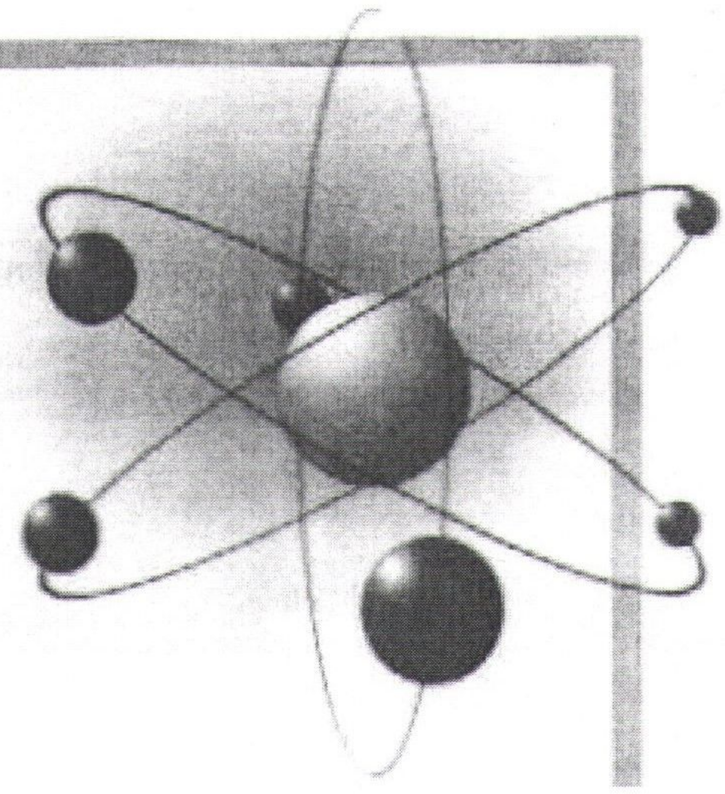
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



دانشگاه بیرجند
دانشکده علوم
گروه فیزیک

دستور کار آزمایشگاه

فیزیک هسته ای (۱)

مهر ۱۳۸۱

شماره ثبت دفتر ۱۱۰

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

فهرست

عنوان	شماره صفحه
مقدمه	۱
آزمایش شماره یک : اندازه گیری تابش زمینه	۲
آزمایش شماره دو : محاسبه زمان مرده آشکارساز گایگرمولر	۷
آزمایش شماره سه : مشخصه شمارنده گایگرمولر	۱۲
آزمایش شماره چهار : توزیع آماری تشعشعات حاصل از یک چشمه رادیو اکتیو	۱۸
آزمایش شماره پنج : جذب نمایی پرتو گاما - ضخامت نیم لایه	۲۴
آزمایش شماره شش : تحقیق قانون عکس مجذور فاصله	۲۹
آزمایش شماره هفت : اتاقک ابری ویلسون	۳۵
آزمایش شماره هشت : کارآیی آشکارساز گایگرمولر	۴۰
پیوست یک	۴۴
پیوست دو	۵۰
مراجع و مآخذ	۵۶

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

چشم دل باز کن که جان بینی — آنچه نادیدنی است آن بینی
دل هر ذره را که بشکافی — آفتابیش در میان بینی

مقدمه :

در جزوه حاضر تمام سعی بر آن بوده است که با توجه به امکانات موجود اکثر آزمایشات فیزیک هسته ای را که در سطح کارشناسی فیزیک مطرح بوده و مطابق با سر فصل در س می باشد ، ارائه دهیم . البته مسلم است با تهیه امکانات و تجهیزات بیشتر و مناسبتر می توان آزمایشگاه را تا حد مطلوبی توسعه داد .که امید می رود در آینده نزدیک با عنایت مسوؤلین محترم این امر تحقق یابد .

در آخر ذکر این نکته الزامی است که در تمام مراحل تهیه وتنظیم این جزوه و راه اندازی آزمایشگاه اساتید محترم گروه فیزیک آقایان : مهندس امیر پایانی ، دکتر حسین فراشباشی و دکتر محمدمهدی فیروزآبادی نظارت و همکاری نزدیک داشته اند . همچنین ناگفته نماند که این جزوه خالی از نقص نمی باشد و تذکرات اساتید محترم ، همکاران گرامی و دانشجویان عزیز موجب امتنان خواهد بود .

نازیلا دیوانی

مهر ۱۳۸۱

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۱

آزمایشگاه فیزیک هسته ای

دانشگاه بیرجند

اندازه گیری تابش زمینه

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش شماره ۱

اندازه گیری تابش زمینه *Background Radiation*

➢ هدف : تعیین شمارش خالص یک چشمه پرتوزا و شمارش تابشهای زمینه

وسایل مورد نیاز در این آزمایش :
آشکارساز گایگر- مولر ، شمارنده ، زمان سنج ، نگهدارنده گایگر مولر ، آجرهای سربی ، چشمه پرتوزا

تئوری آزمایش :

اگر چه اغلب مردم بر این باورند که پرتوگیری از منابع مصنوعی پرتوزا خطرناک و زیان بار است ، ولیکن وجود منابع طبیعی پرتوزا عامل اصلی در پرتوگیری بشر و موجودات زنده محسوب می شود . این منابع طبیعی شامل زمین و پرتوهای کیهانی می باشند . منشأ پرتوهای طبیعی یونساز در فضا ، پرتوهای کیهانی و در زمین ، رادیونوکلئیدهایی هستند که به طور عادی در خاک ، هوا ، آب ، غذا و بدن دستخوش واپاشی می گردند .

بطور کلی می توان گفت که واپاشی مواد رادیواکتیو ، تابشهای کیهانی ، رادیولوژی ، داروهای رادیواکتیو ، پرتوگیریهای شغلی ، عناصر رادیواکتیو موجود در بدن و محیط و حتی تلویزیون و وسایل خانگی همه در ایجاد تابش زمینه در محیط زندگی انسان مؤثرند.

خلاصه ای از اطلاعات راجع به تابش زمینه طبیعی که در سال ۱۹۷۰ اندازه گیری شده است در جدول زیر آمده است :

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اندازه گیری تابش زمینه

نوع تابش:	میزان دز مؤثر[1] :
۱- تابش کیهانی	٤٥ میلی رم[2] در سال
۲- تابش گامای زمینی	٦٠ میلی رم در سال
۳- عنصر پتاسیم-٤٠	۱۷ میلی رم در سال
٤- عناصر سنگین	٦/٦ میلی رم در سال
٥- عنصر کربن-١٤	۱ میلی رم در سال
٦- کاربرد اشعه ایکس در دندان پزشکی	۷۲ میلی رم در سال
۷- داروهای رادیواکتیو	۲ میلی رم در سال
۸- ریزش مواد رادیواکتیو در زمین	٤ میلی رم در سال
۹- نیروگاه هسته ای	۰/۰۰۳ میلی رم در سال
۱۰- پرتوگیریهای شغلی	۰/۸ میلی رم در سال
۱۱- موارد متفرقه	۲ میلی رم در سال

۱. دز مؤثر کمیتی است که علاوه بر اینکه نقش پرتوهای مختلف را در بروز اثرات بیولوژیکی منظور می دارد ، نقش پرتوگیری بافتهای مختلف بدن را در نظر میگیرد .

۲. رم (rem) یکای دز مؤثر می باشد . یک رم عبارت است از انرژی معادل 10^{-2} ژول ناشی از پرتوی خاص که به یک کیلوگرم از بافت منتقل می شود . یکای دیگر این کمیت سیورت (Sv) می باشد که : $1\ rem = 10^{-2}\ Sv$ است .

با توجه به این جدول تابش زمینه کلی بالغ بر ۲۰۰ میلی رم در سال تخمین زده می شود . بنابراین نتیجه میشود که تابش زمینه نیز سهم عمده ای در میزان پرتوگیری بشر و سایر موجودات زنده دارد . در این آزمایش بطور کلی هدف شناسایی و اندازه گیری تقریبی اینگونه تابشهاست .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اندازه گیری تابش زمینه

هنگامی که یک چشمه رادیواکتیو در مقابل پنجره یک آشکارساز قرار میگیرد علاوه بر شمارش تابشهای مربوط به چشمه ، تشعشعات دیگری را نیز شمارش میکند که به این شمارشهای اضافی تابش زمینه می گویند . این تابشهای زمینه مانع پی بردن به میزان واپاشی واقعی یک عنصر پرتوزا می شوند .

وجود خطاهای فراوان از جمله خطاهای آماری ، جذب و پراکندگی تابشها در فاصله چشمه تا آشکارساز توسط هوا ، پراکندگی تابشهای هسته ای در خود ماده رادیواکتیو ، فرار پرتوها از محیط آشکارساز ، تأثیرزمان مرده آشکارساز در طول مدت شمارش و دخالت شمارشهای زمینه و مواردی ازاین قبیل بطور کلی سبب می شود که ما نتوانیم مقدار واقعی شمارشها در واحد زمان را داشته باشیم . بعضی از این خطاها قابل تصحیح است و برخی دیگر اجتناب ناپذیر می باشند . در این آزمایش با تعیین مقدار تقریبی تابش زمینه خطای مربوطه را تا حدی رفع کرده و تابش خالص ناشی از یک چشمه رادیواکتیو را بدست می آوریم .

در مورد شمارش گیری از یک چشمه پرتوزا سه نکته مهمی که وجود دارد ، عبارتند از :

۱- کمیت مورد اندازه گیری ثابت نیست و با گذشت زمان حتی در طول مدت هر بار شمارش ، از مقدار آن کاسته می شود .

۲- احتمال استحاله هسته ها درطول زمان مشخص غیر قابل پیش بینی و نظام آن نامشخص است .

۳-مقدار پرتوهای زمینه در طول مدت شمارش احتمالاً تغییر می کند .

پس به این دلایل ، همیشه نتیجه شمارشهای ناشی از یک چشمه دور از حقیقت است . برای دستیابی به نتیجه ای واقعی تر باید فرض شود که مقدار رادیواکتیویته نمونه مورد اندازه گیری ثابت است و هیچگونه کاهشی ندارد ، آنگاه شمارش نمونه معادل است با :

رابطه (۱) $$N = N_S + N_B$$

در این رابطه N تعداد پرتوهایی است که دستگاه شمارنده در طول مدت زمان مشخصی می شمارد که بخشی از آن (N_S) مربوط به پرتوهای ناشی از نمونه مورد اندازه گیری (چشمه رادیو اکتیو) و بقیه آن (N_B) مربوط به تابش زمینه است .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اندازه گیری تابش زمینه

مهمترین منابع ایجاد این شمارشها ی اضافی که در حقیقت ربطی بـه چشـمه اصلـی ندارنـد عبارتند از :

ـ تشعشعات ناشی از انواع چشمه های پرتوزای موجود در آزمایشگاه (N_L)

ـ پرتوهای کیهانی و کلاً تشعشعات الکترومغنـاطیس کـه در فضـای آزمایشـگاه موجـود بوده و آشکارساز نسبت به آن حساس می باشد (N_A)

- اثرات مربوط به سیستم الکترونیکی دستگاه های متصـل بـه آشکارسـاز کـه هـر تحـول کوچکی در جریان و ولتاژ مدارهای مربوطه می تواند شـمارنده را وادار بـه عکـس العمـل نماید (N_E)

به این ترتیب برای تابش زمینه کلی N_B رابطه زیر برقرار خواهد بود :

رابطه (۲) $N_B = N_L + N_A + N_E$

در نتیجه با توجه به روابط (۱) و (۲) میتـوان شـمارش خـالص مربـوط بـه یـک چشـمه پرتوزا را تعیین کرد .

روش انجام آزمایش

الف) تعیین شمارش خالص یک چشمه رادیواکتیو

۱- چشمه پرتوزا را در فاصله مناسبی از کنتور گایگر مولر روی نگهدارنده قرار دهید .

۲- به مدت ٥ دقیقه شمارشها (N) را اندازه گرفته ، این کار را سه بار تکرار کنید ونتـایج را در جدول (۱) ثبت کنید .

۳- در این مرحله چشمه را ازمقابل کنتور گایگر مولر برداشته و به مدت ٥ دقیقه شمارشها را بدون حضور چشمه (N_B) ثبت کرده و سطر مربوطه را در جدول کامل کنید .

٤- با استفاده از رابطه (۱) میـانگین شـمارش خـالص (N_s) را بـرای چشـمه رادیـو اکتیـو بدست آورید .

توجه : نتایج را در واحد $C.P.M$ (شمارش بر دقیقه) بدست آورید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اندازه گیری تابش زمینه

جدول (۱)	مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	میانگین
N				
N_B				

ب) شمارش تابشهای زمینه

۱- کنتور گایگر مولر را در داخل دیواره سربی که چهار طرف آن کاملاً بسته باشد ، قرار دهید و در این حالت شمارشها ($N_A + N_E$) را به مدت ۵ دقیقه ثبت کرده و این کار را سه بار تکرار کنید و جدول (۲) را کامل کنید . توجه کنید در این حالت فقط تشعشعات کیهانی روی کنتور اثر میگذارند که به همراه نویزهای الکتریکی دستگاه شمارش می شوند .

۲- در این مرحله علاه بر چهار طرف ، روی دیواره را با آجرهای سربی بپوشانید و مرحله قبل را تکرارکنید . توجه کنید در این حالت چون تقریباً هیچ راهی برای ورود تشعشعات کیهانی نمی باشد ، شمارش فقط مربوط به پالسهای ناخواسته الکترونیکی سیستم (N_E) است .

۳- با داشتن مقدار N_B از قسمت الف وبا استفاده از رابطه (۲) میتوان شمارش مربوط به چشمه های رادیواکتیو موجود در محیط آزمایشگاه (N_L) را بدست آورد .

جدول (۲)	مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	میانگین
$N_A + N_E$				
N_E				

➢ به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

۱- پرتوی کیهانی چیست ؟ درباره آن چه می دانید .

۲- منابع پرتوزایی را که در محیط اطراف خود می شناسید ، نام ببرید .

۳- میزان دز (انرژی جذب شده در واحد جرم ماده) مجاز برای یک فرد بالغ چگونه محاسبه می شود ؟ تحقیق کنید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۲

آزمایشگاه فیزیک هسته ای

دانشگاه بیرجند

محاسبه زمان مرده آشکارساز گایگر مولر

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش شماره ۲

زمان مرده (خاموشی) آشکارساز گایگرمولر *Dead Time G-M*

- هدف : تعیین زمان مرده آشکارساز گایگرمولر با استفاده از روش دو چشمه یکسان و تصحیح شمارشهای از دست رفته .

وسایل مورد نیاز در این آزمایش :
آشکارساز گایگرمولر ، نگهدارنده گایگرمولر ، شمارنده ، زمان سنج ، دو چشمه پرتوزای یکسان (چشمه دو نیم شده)

تئوری آزمایش :

زمان مرده یا قدرت تفکیک زمانی یک شمارنده ، به صورت زمان کمینه ای که باید بین ورود پی در پی دو ذره به آشکارساز بگذرد تا دو تپ متمایز تولید شوند ، تعریف میشود .به این ترتیب زمان مرده زمان لازم بین لحظه برخورد ذره به آشکارساز و لحظه ای است که تپ ولتاژ به درون شمارشگر می رود . به علت وجود زمان مرده شمارنده ، این امکان وجود دارد تابشها وارد شمارنده شده ولی توسط آن ثبت نشوند . زیرا شمارنده برای آنها ایجاد تپ نخواهد کرد . این به آن دلیل است که شمارنده مشغول شکلبندی علامتی از ذراتی است که قبلاً وارد شده اند . عدم شمارش این ذرات ، مخصوصاً در مورد آهنگهای شمارش بالا اهمیت پیدا می کند . بنابراین آهنگ شمارش مشاهده شده را باید برای از دست دادن شمارشهای ناشی از زمان مرده تصحیح کرد .

آشکارساز گایگرمولر که از نوع آشکارسازهای گازی می باشد ، از یک الکترود استوانه ای شکل خارجی از جنس فلز یا شیشه که روی آن لایه نازکی از یک هادی قرار دارد ، تشکیل می شود . الکترود مرکزی یا آند معمولاً از تنگستن یا استیل می باشد . یک پنجره

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

محاسبه زمان مرده آشکارساز گایگرمولر

نازک از جنس میکا به منظور عبور پرتوها با برد کم در قسمت جلوی آشکارساز تعبیه شده است . به علت حساسیت زیاد باید دقت گردد که به این قسمت آشکارساز آسیبی وارد نگردد . داخل محفظه استوانه ای با مخلوطی از گازهای نادر با هالوژنها یا گازهای آلی به نسبت ۹۰ درصد گاز نادر و ۱۰ درصد گازهای دیگر پر شده است . وجود ده درصد از گازهای دیگر مانند CH_4 یا هالوژنها که به گازهای خاموش کننده معروف هستند (*Quenchnig Gas*) باعث جلوگیری از ایجاد یونیزاسیونهای ناخواسته در اثر برخورد یونهای مثبت با بدنه داخلی آشکارساز می شود ، این امر سبب قطع نشدن جریان در مدار خروجی آشکارساز می گردد .

هنگام عبور یک تابش یونیزه کننده ناشی از یک عنصر پرتوزا از درون محفظه یک آشکارساز تعدادی زوج یون – الکترون در فضای آشکارساز تولید می شود . الکترونها (یونهای منفی) در میدان قوی نزدیک الکترود مرکزی (آند) شتاب گرفته و در مدت کوتاهی به میله وسط (الکترود مرکزی) می رسند ولی یونهای مثبت به علت جرم بالاتر با سرعت کمتر و زمان طولانی تری به الکترود خارجی (کاتد) یعنی بدنه آشکارساز خواهند رسید . الکترونها علاوه بر این در سر راه خود مولکولهای گاز را یونیزه کرده و الکترونهای ثانویه را تشکیل می دهند که به این فرآیند ، تکثیر یونی می گویند .

تجمع بارهای مثبت در اطراف آند در مرحله تکثیر ، میدان الکتریکی ناشی از ولتاژ خارجی را به صورت زیر کاهش می دهد :

رابطه (۱)
$$\Delta V = \frac{\Delta q}{c} = \frac{Mne}{c}$$

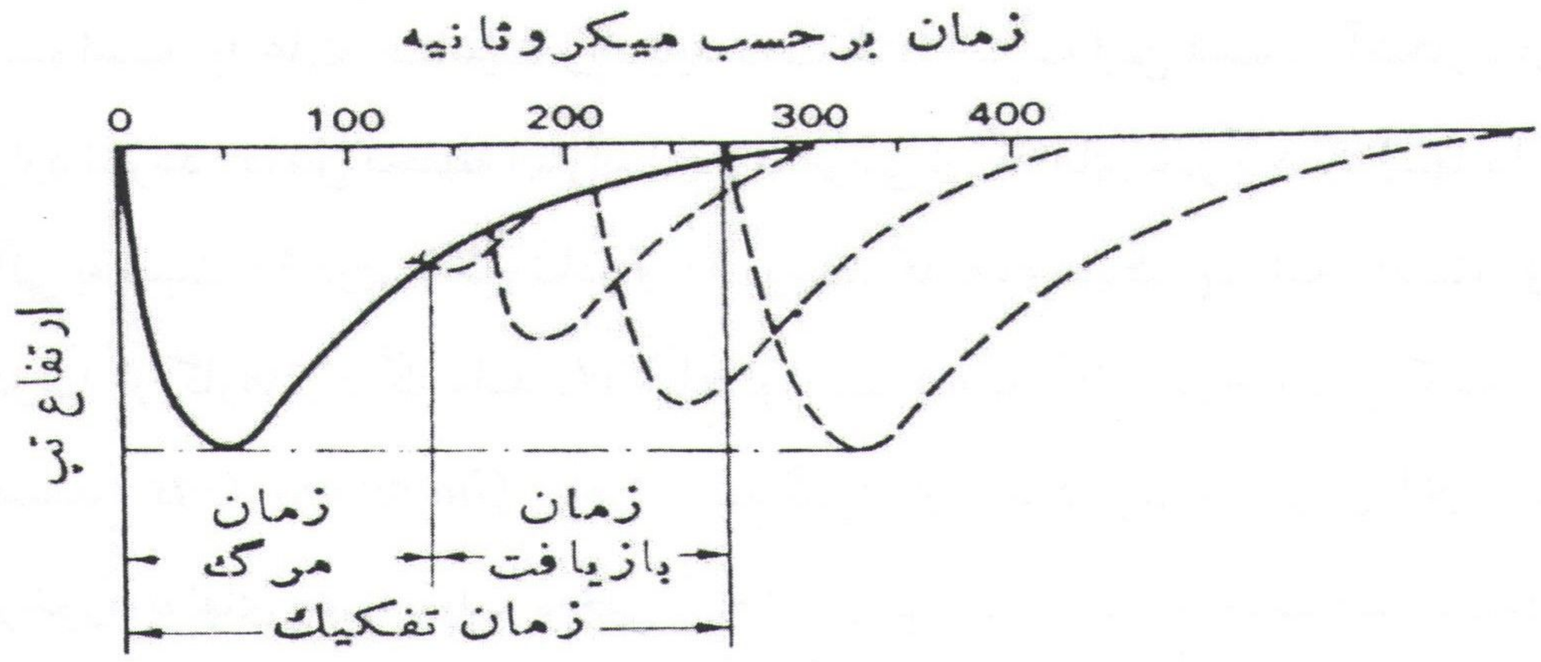
که در این رابطه M ضریب تکثیر گازی ، n تعداد کل الکترونهای آزاد شده به ازای هر جفت یون – الکترون اولیه و c ظرفیت آشکارساز است .

به تدریج با دور شدن از یونهای مثبت از اطراف آند ، میدان الکتریکی به مقدار اولیه خود نزدیک می شود . زمان لازم جهت رسیدن میدان الکتریکی به مقدار اولیه را زمان بازیابی (*Recovery time*) می گویند .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

محاسبه زمان مرده آشکارساز گایگرمولر



شکل (۱) : نمودار رابطه بین زمان مرگ ، زمان بازیافت و زمان تفکیک

همانگونه که از شکل (۱) پیداست اگر فاصله زمانی رسیدن پرتوها به آشکارساز بیش از زمان بازیابی باشد ارتفاع پالس خروجی ماکزیمم مقدار خود را خواهد داشت . ولی اگر این فاصله زمانی کوچکتر از زمان بازیابی باشد در این صورت هر گاه پرتو تابشی قبل از رسیدن میدان الکتریکی به حد آستانه جهت شروع پدیده تکثیر به آشکارساز برسد ، هیچگونه عکس العملی از طرف آشکارساز در قبال پرتوی ورودی صورت نمی گیرد.این فاصله زمانی را همانگونه که اشاره شد ، زمان مرده (*Dead time*) آشکارساز گایگرمولر می گویند .

برای محاسبه زمان مرده آشکارساز گایگر مولر به روش دو چشمه اگر فرض کنیم که N_{12} , N_2 , N_1 به ترتیب آهنگهای شمارش واقعی از چشمه اول به تنهایی ، از چشمه دوم به تنهایی و از هر دو چشمه باشند و نیز فرض کنیم که R_1 , R_2 , R_{12} آهنگ شمارش مشاهده شده توسط دو چشمه بطور مجزا و با یکدیگر باشند . بنابراین خواهیم داشت :

$$N_1 = \frac{R_1}{(1 - R_1 T_D)} \quad ، \quad N_2 = \frac{R_2}{(1 - R_2 T_D)}$$ رابطه (۲)

$$N_1 + N_2 = \frac{R_{12}}{(1 - R_{12} T_D)}$$ رابطه (۳)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

محاسبه زمان مرده آشکارساز گایگرمولر

که T_D در این روابط زمان مرده آشکارساز می باشد . اگر R_b آهنگ شمارش تابش زمینه مشاهده شده باشد . با استفاده از روابط فوق الذکر می توان نشان داد که رابطه زیر برای زمان مرده صادق است :

رابطه (٤)

$$T_D = \frac{(R_1 + R_2 - R_{12} - R_b)}{(R_{12}^2 - R_1^2 - R_2^2)}$$

روش انجام آزمایش

۱- درپوش پنجره کنتور گایگرمولر را بردارید .

۲- فاصله کنتور تا چشمه رادیواکتیو را به گونه ای تنظیم کنید که در هر دقیقه تقریباً ۳۰۰۰ شمارش وجود داشته باشد .

۳- ابتدا چشمه شماره ۱ را جلوی پنجره کنتور گایگرمولر قرار دهید و شمارش را در یک دقیقه ثبت کنید و این کار را ٥ مرتبه تکرار کنید . (R_1)

٤- بدون تغییر در وضعیت چشمه ۱ ، چشمه شماره ۲ را در کنار آن قرار دهید و شمارش را به مدت یک دقیقه ثبت کرده و این کار را ٥ مرتبه تکرار کنید . (R_{12})

٥- چشمه شماره ۱ را برداشته و مراحل فوق را این بار فقط برای چشمه شماره ۲ انجام دهید . (R_2) .

لازم به ذکر است که شمارشهای ثبت شده در مراحل ۳ و ٤ و ٥ شامل تابش زمینه نیز می باشد .

٦- هر دو چشمه را برداشته و تابش زمینه را به مدت یک دقیقه شمارش کنید و این کار را ٥ مرتبه تکرار کنید . (R_b)

۷- جدول زیر را کامل کرده و با استفاده از میانگین مقادیر و رابطه مربوطه زمان مرده را برای کنتور گایگرمولر بدست آورید .

توجه محاسبات را در واحد $c.p.s$ (شمارش بر ثانیه) انجام دهید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

محاسبه زمان مرده آشکارساز گایگرمولر

R_1	R_2	R_{12}	R_b
میانگین:			

۸- برای تصحیح شمارشهای از دست رفته با استفاده از رابطه (۲) و (۳) و با توجه به مقدار محاسبه شده ، برای هر مورد از شمارشها ی R_1 , R_2 , R_{12} تصحیح لازمه را انجام دهید . N_1 , N_2 , N_{12} را بدست آورده و N_{12} را $N_1 + N_2$ با مقایسه کنید .

- به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

۱- انواع آشکارسازهایی را که می شناسید ، از لحاظ زمان مرده با هم مقایسه کنید .

۲- زمان مرده بدست آمده در این آزمایش را با مقدار واقعی آن (با توجه به کاتالوگ دستگاه) مقایسه کنید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۳

آزمایشگاه فیزیک هسته ای

دانشگاه بیرجند

مشخصه شمارنده گایگر مولر

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش شماره ۳

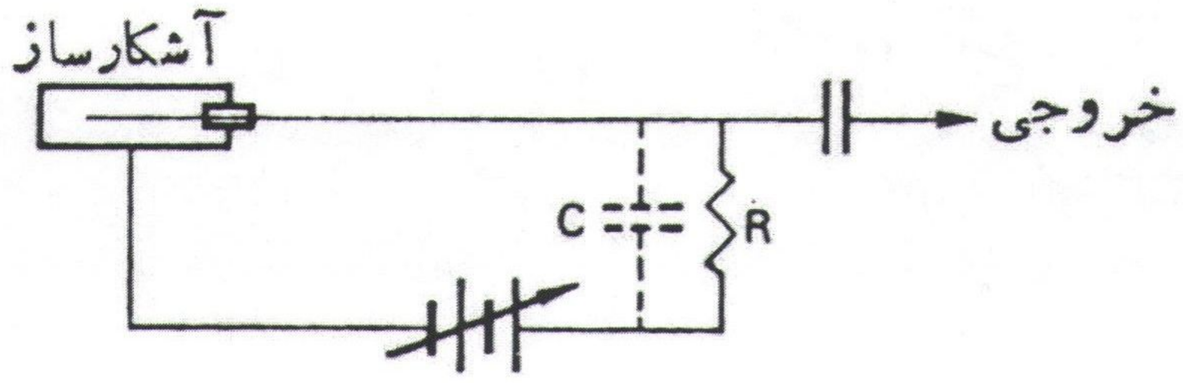
مشخصه شمارنده گایگر- مولر G-M

➢ هدف : رسم منحنی مشخصه آشکارساز گایگر مولرو تعیین طول و شیب فلات وناحیه کار آشکارساز

وسایل مورد نیاز در این آزمایش :
آشکارساز گایگر مولر ، چشمه پرتوزا ، شمارنده ، زمان سنج ، منبع تغذیه مناسب

تئوری آزمایش :

شمارنده های گایگرمولر از نوع آشکارسازهای گازی ذرات باردار می باشند . اساس کار آشکارسازهای گازی ایجاد یونیزاسیون در گاز بر اثر عبور تابش از آن می باشد . شمای کلی یک آشکارساز گازی در شکل (۱) نشان داده شده است .



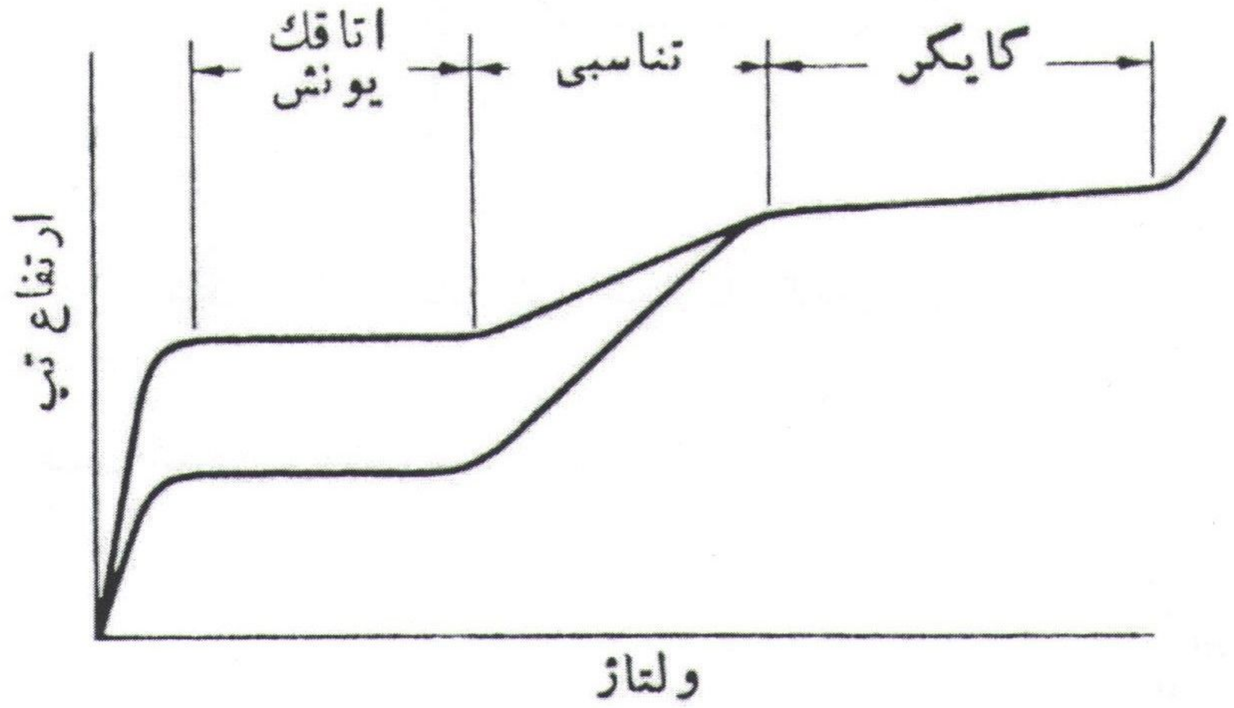
شکل (۱) :شمای کلی یک آشکارساز گازی

این نوع آشکارسازها تشکیل شده اند از دو الکترود منفی و مثبت که یک اختلاف پتانسیل معین به آنها اعمال می شود و فضای بین الکترودها با نوعی گاز نادر پر شده است . عبور یک تابش یوننده از این محیط باعث تولید زوجهای یون - الکترون می شود . الکترونهای منفی و یونهای مثبت تحت تأثیر میدان الکتریکی موجود بین دو الکترود شروع به حرکت نموده و موجب ایجاد جریانی در مدارالکترودها می شوند که می توان آن را اندازه گیری

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

کـرد . بـا استفاده از یک سیستم الکترونیکی مناسب می توان بار جمع شده روی الکترودها را بصـورت یک پالس الکتریکی مشاهده کرد . چنانچه تغییرات ولتاژ اعمال شده به دو سر الکترود را بر حسب بار جمع شده روی الکترودها رسم کنیم ، شکل (۲) بدست می آید.



شکل (۲) : منحنی ارتفاع تپ بر حسب ولتاژ دو سر شمارشگر گازی . در این شکل ناحیه های مربوط به اتاقک یونش ، تناسبی و گایگر نشان داده شده است .

هـدف در ایـن آزمـایش کار در ناحیه چهار یعنی ناحیه گایگرمولر می باشد . در این ناحیه ولـتاژ بـه حـدی اسـت که حتی یک الکترون و یک یون مثبت هم می تواند بهمنی از زوج الکـترون - یـون را ایجاد کند که با تجمع این الکترونها بر روی آند یک پالس بلند (حدود چـند ولـت) بوجـود مـی آید . شمارنده های گایگرمولر به دلیل ساختمان ساده و همچنین عـدم نیاز به تقویت کننده (به دلیل ارتفاع بلند پالس خروجی) دارای کاربردهای فراوانی مـی باشـند .این شمارنده ها به کوچکترین مقدار تابش نیز حساس می باشند و از آنها برای انـواع مختلف تابش می توان استفاده نمود . البته عیب این نوع شمارنده ها این است که در آن انـدازه تپهـای ایجـاد شـده بـدون توجـه بـه نوع ذره یوننده اولیه یکسان است ، بنابراین نمی توان انواع گوناگون تابشهای فرودی را از هم تمیز داد .

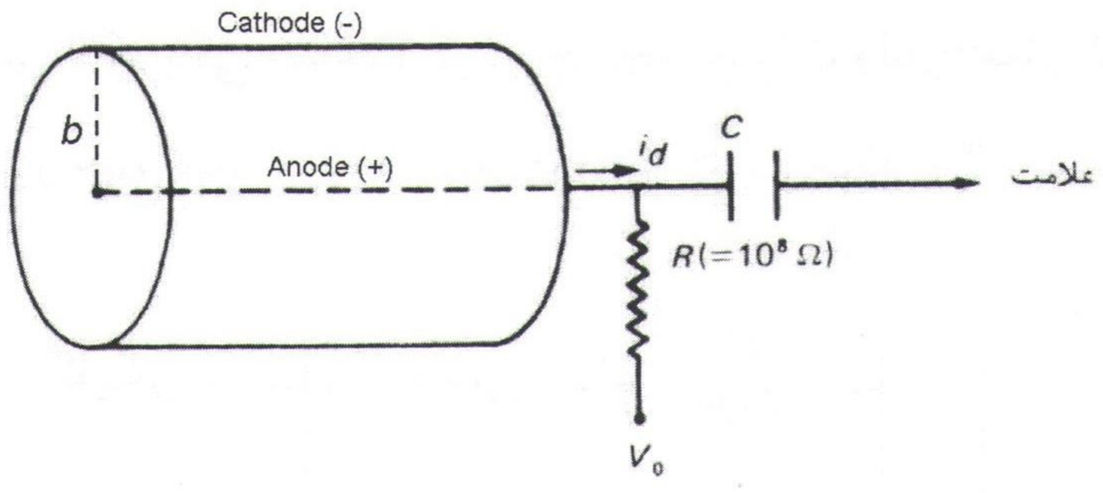
ـ مشخصات یک شمارنده گایگر مولر:

الـف) شمارنده های گایگر مولر را اغلب به شکل استوانه می سازند . شمای کلی این نوع شمارنده در شکل (۳) آمده است .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

مشخصه شمارنده گایگر مولر



شکل (۳) : شمای کلی آشکارساز گایگرمولر

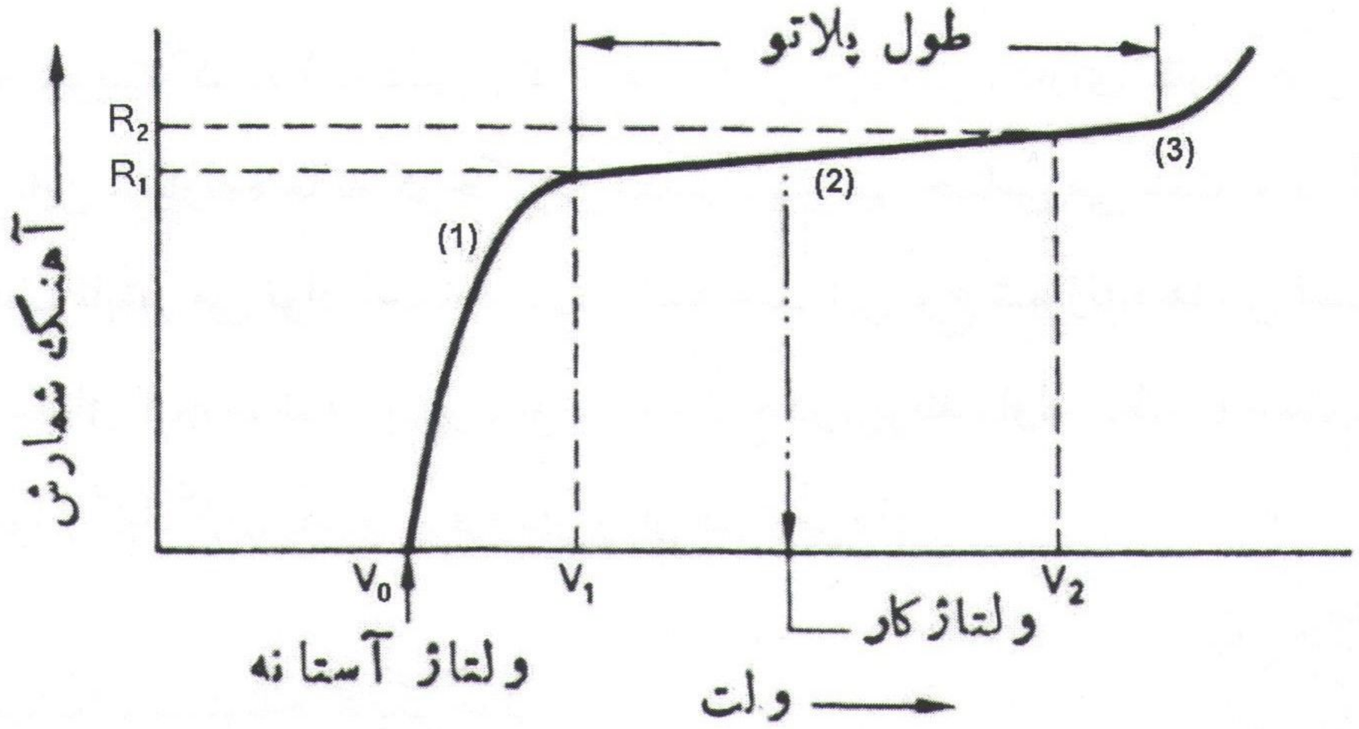
میدان الکتریکی اعمال شده از رابطه زیر بدست آید :

رابطه (۱)

$$E = \frac{V}{rLn(\frac{b}{a})}$$

که در این رابطه a و b به ترتیب شعاعهای آند و کاتد و V ولتاژ اعمال شده به دو سر الکترود می باشد .

اگر منحنی میزان شمارش های مشاهده شده از یک چشمه استاندارد را بر حسب ولتاژ اعمال شده به آشکارساز رسم کنیم ، شکل (٤) را خواهیم داشت :



شکل (٤) : نمودار مشخصه کار آشکارساز گایگرمولر

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

مشخصه شمارنده گایگر مولر

این نمودار ، منحنی مشخصه گایگر مولر نامیده میشود که شامل سه قسمت می باشد :

۱- قسمت زانو(*Knee*) ۲- قسمت فلات (*Flat*) ۳- قسمت آبشاری (*Cascade*)

با عبور تابش یونـنده از کنتور *G-M* ابتدا میزان شمارش تا ولتاژ آستانه افزایش می یابد (قسمت زانو). پس از آن با افزایش ولتاژ میزان شمارش بطور محسوسی ثابت می ماند ، این ناحیه را پلاتوی گایگرمولر می گویند ، (قسمت فلات). هر چه قسمت فلات وسیعتر باشد آشکارساز از کیفیت بالاتری برخودار است . وقتیکه ولتاژ بکار رفته بطور محسوسی بالاتر از ناحیه پلاتو باشد تخلیه ناگهانی الکتریکی در گاز صورت می گیرد ، (قسمت آبشاری). باید دقت داشت که ولتاژ بالا به مدت طولانی در شمارنده وجود نداشته باشد چون باعث ایجاد خسارت در بعضی از قسمتهای شمارنده های گایگرمولر می شود .

ب) تعیین ولتاژ کار آشکارساز گایگرمولر :

هر شمارنده ای یک ولتاژ کار دارد که تا قبل از رسیدن به آن ولتاژ ، عمل نمی کند . مسلماً تعداد یونهای ایجاد شده در لوله گایگرمولر بایستی متناسب با تعداد تابشهای وارد شده به لوله بوده و از اینرو باید تغییرات شمارشها بر حسب ولتاژ اعمال شده ، یکنواخت باشد . لذا بهترین ولتاژ به عنوان ولتاژ کار شمارنده *G-M* نقطه ای در وسط ناحیه فلات می باشد . این ولتاژ را می توان با استفاده از رابطه زیر نیز محاسبه کرد :

رابطه (۲)
$$V = \frac{V_2 - V_1}{3} + V_1$$

ج) تعیین شیب فلات :

شمارنده های گایگرمولری که گاز داخل آنها هالوژنه است معمولاً دارای فلات کوتاه و تندی می باشند وشمارنده های گایگرمولری که از مواد آلی پر شده اند معمولاً فلات هموار و طولانی دارند . لذا شیب فلات معیاری از کیفیت این شمارنده محسوب می شود که به صورت " درصد تغییرات در شمارش بر ۱۰۰ ولت تغییرات ولتاژ در ناحیه فلات " تعریف می شود و از رابطه زیر با توجه به شکل (٤) محاسبه می شود :

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

مشخصه شمارنده گایگر مولر

رابطه (۳)

$$\text{شیب}\ (\frac{\%}{100}) = \frac{\frac{R_2 - R_1}{\frac{1}{2}(R_2 + R_1)} \times 100}{\frac{(V2 - V1)}{100}} = \frac{2(R_2 - R_1)}{R_2 + R_1} \times \frac{10^4}{V_2 - V_1}$$

روش انجام آزمایش

۱- چشمه رادیواکتیو و آشکارساز را در فاصله مناسبی نسبت به هم قرار دهید .

۲- فاصله بین چشمه و آشکارساز را طوری تنظیم کنید که حداقل ۲۰۰۰ شمارش در دقیقه داشته باشید . (این فاصله در طول آزمایش به هیچ وجه نبایستی تغییر کند .)

۳- ولتاژ اعمال شده به آشکارساز را روی ۳۰۰ ولت تنظیم کنید . به ازای این ولتاژ شمارش را برای مدت زمان یک دقیقه ثبت کنید و این عمل را سه مرتبه تکرار کنید .

٤- با گامهای ۱۰ ولت ، ولتاژ اعمال شده را تغییر دهید و به ازای هر ولتاژ مرحله فوق را تکرار کنید . نتایج را در جدول زیر ثبت کنید .

میانگین	مرتبه سوم	مرتبه دوم	مرتبه اول	ولتاژ اعمال شده

۵- دقت کنید ولتاژ از ٦۰۰ ولت بیشتر نشود .

٦- منحنی تغییرات شمارشها را بر حسب تغییرات ولتاژ رسم کنید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

مشخصه شمارنده گایگر مولر

۷- از روی منحنی بدست آمده و با توجه به شکل (٤) ، نواحی سه گانه را مشخص کنید .

۸- از روی نمودار ولتاژ کار آشکارساز را بدست آورید .

۹- با مشخص کردن نقاط (R_1, V_1) و (R_2, V_2) از روی نمودار رسم شده و با توجه به رابطه (۲) ، شیب فلات را محاسبه کنید .

➢ به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

۱- اگر کاتالوگ دستگاه را در اختیار دارید ، ولتاژ کار و شیب فلات بدست آمده را مقایسه نمائید .

۲- اگر ولتاژ به حد ٦۰۰ ولت یا بیشتر برسد چه اتفاقی می افتد ، توضیح دهید .

۳- چرا کنتور گایگر مولر قادر است اشعه گاما را که باردار نیست ، بشمارد ؟

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۴

آزمایشگاه فیزیک هسته ای

دانشگاه بیرجند

توزیع آماری تشعشعات حاصل از یک چشمه رادیواکتیو

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش شماره ٤

توزیع آماری تشعشعات حاصل از یک چشمه رادیو اکتیو

Counting Statistics

- هدف : تحقیق کاتوره ای بودن واپاشی های پرتوزا

وسایل مورد نیاز در این آزمایش :

آشکارساز گایگر- مولر ، نگهدارنده ، زمان سنج ، شمارنده ، چشمه پرتوزا

تئوری آزمایش :

در کلیه اندازه گیری های آزمایشگاهی منابع عدم قطعیت یا خطا وجود دارد . برخی از این عدم قطعیتها از خصوصیات دستگاه اندازه گیری ناشی می شود (مانند وقتیکه با استفاده از خط کشی که بر حسب میلی متر مدرج شده است ، می خواهیم کسری از میلی متر را برآورد کنیم) . منشأ دسته دیگر ، که عدم قطعیت واپاشی رادیواکتیونمونه آن است ، به تغییرات آماری ذاتی فرایندی مربوط می شود که وقوع آن اساساً کاتوره ای است . اگر تنها یک اندازه گیری از پدیده ای که تابع فرایند آماری و کاتوره ای است انجام دهیم ، نتیجه اندازه گیری تنها در صورتی مفید است که بتوانیم به دو سؤال زیر پاسخ دهیم: ۱- این اندازه گیری تا چه اندازه نتیجه اندازه گیری های آتی را پیش بینی می کند؟ ۲- نتیجه یک اندازه گیری منفرد تا چه اندازه می تواند به مقدار حقیقی نزدیک باشد ؟ برای پاسخ به این پرسشها ، باید توزیع آماری نتایج ممکن مختلف را بدانیم .

نمونه ای متشکل از N هسته را در نظر بگیرید . می خواهیم احتمال $p\ (\ n\ )$ را برای واپاشی n هسته از این نمونه ، در فاصله زمانی معین ، محاسبه کنیم . احتمال واپاشی یک

Sample output to test PDF Combine only

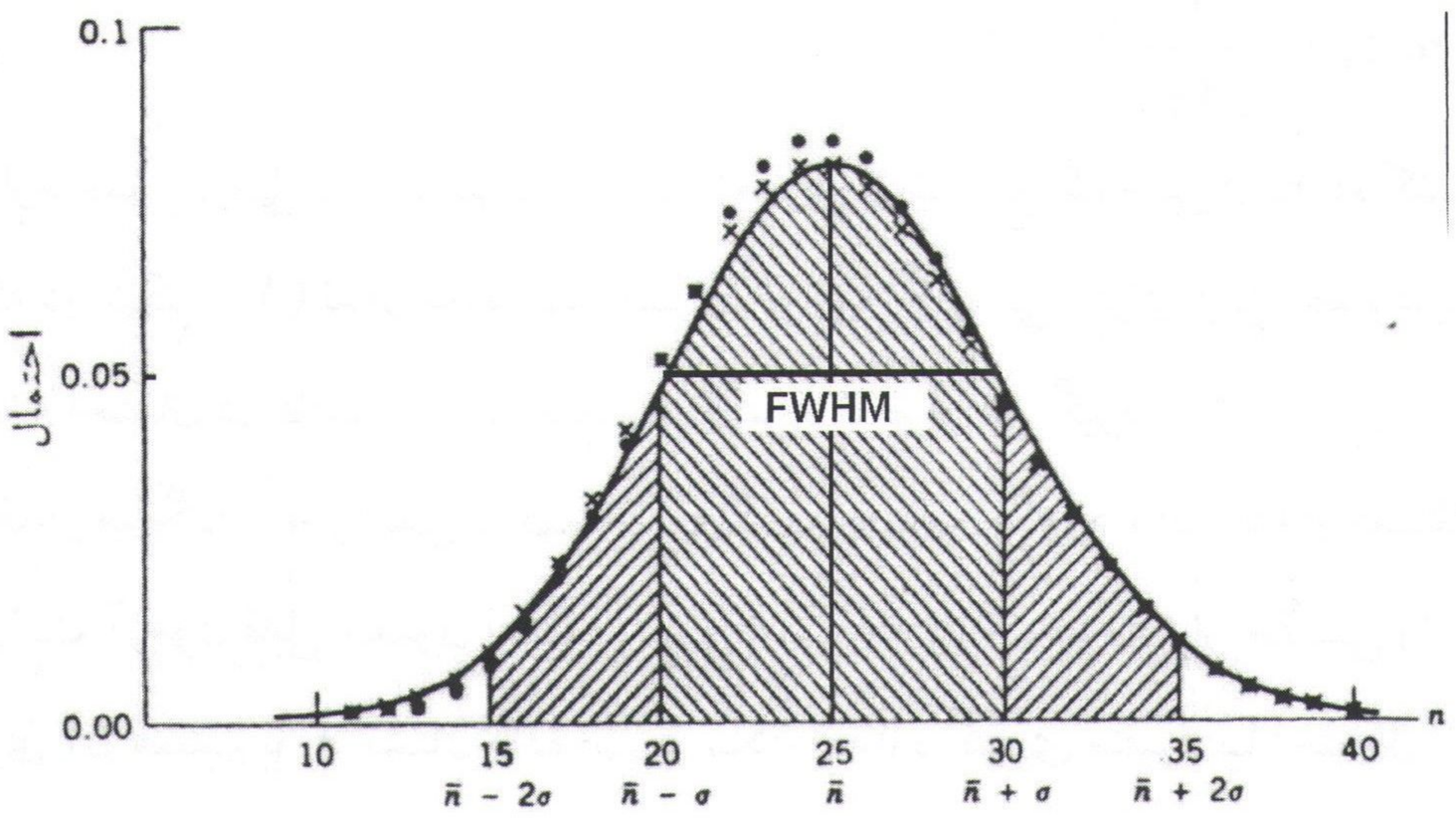
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

توزیع آماری تشعشعات حاصل از یک چشمه رادیو اکتیو

هسته منفرد را با p نمایش می دهیم و آن را ثابت در نظر می گیریم . این بدان معنی است که هر هسته مستقل از حالت سایر هسته ها واپاشیده می شود . احتمال مورد نظر را می توان از توزیع دو جمله ای به صورت رابطه (۱) بدست آورد :

$$p(n) = \frac{N!}{n!(N-n)!} p^n (1-p)^{N-n}$$ رابطه (۱)

در آزمایشهای کاتوره ای ساده ، مانند بازی شیر و خط یا ریختن تاس ، اغلب با این توزیع روبرو هستیم . نمونه ای از این توزیع در شکل (۱) که با مقدار میانگین $\bar{n}$ مساوی pN (همانطور که انتظار می رود ، با ضرب کردن احتمال واپاشی هر هسته در تعداد کل هسته های موجود ، تعداد واپاشیها قابل محاسبه است .) و نیز مقدار واریانس σ^2 مشخص می شود ، نشان داده شده است .



شکل (۱) :مقایسه توزیعهای دو جمله ای (•) ، پواسون (×) ، و گاوسی (–) برای $\bar{n} = 25$. تقریب استفاده از توزیع گاوسی با افزایش $\bar{n}$ بهتر می شود . سطح زیر منحنی توزیع گاوسی بین $\bar{n} - \sigma$ و $\bar{n} + \sigma$ برابر ۶۸٪ سطح کل زیر منحنی است ؛ بنابراین احتمال قرار گرفتن هر اندازه گیری منفرد ، در فاصله $\pm\sigma$ از میانگین حقیقی $\bar{n}$ برابر ۶۸٪ است . سطح بین حدود $\bar{n} \pm 2\sigma$ برابر ۹۵٪ سطح کل است .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

توزیع آماری تشعشعات حاصل از یک چشمه رادیو اکتیو

وقتی n و N کوچک باشند ، توزیع دو جمله ای استفاده چندانی ندارد . ولی هنگامیکه n و N خیلی بزرگ باشند که فرایندهای واپاشی را می توان نوعاً در این دسته قرار داد ، سودمندی این توزیع کم و انجام محاسبات مشکل می شود . تقریب کم دردسرتر برای این توزیع ، هنگامی به دست می آید که $p << 1$ باشد که معمولاً در مورد واپاشی رادیواکتیو صادق است .

رابطه (۲)
$$p(n) = \frac{\overline{n}^{n} e^{-\overline{n}}}{n!}$$

این توزیع را توزیع پواسون می گویند .

توجه کنید که احتمال مشاهده n واپاشی فقط تابع میانگین $\overline{n}$ است .

یک تقریب مفید دیگر در این مورد وقتی به دست می آید که p کوچک و $\overline{n}$ بزرگ ($\overline{n} >> 1$) باشد . در این صورت توزیع را بهنجار یا گاوسی می گویند .

رابطه (۳)
$$p(n) = \frac{1}{\sqrt{4\pi\overline{n}}} e^{-\frac{(n-\overline{n})^2}{2\overline{n}}}$$

در اکثر موارد عملی ، می توانیم برای تحلیل آماری از توزیع گاوسی استفاده کنیم . همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده است ، توزیع گاوسی دارای این خصوصیت است که ۶۸٪ احتمال در فاصله $\pm\sigma$ از مقدار میانگین $\overline{n}$ قرار می گیرد .

متأسفانه مقدار میانگین $\overline{n}$ را نمی توان با اندازه گیری به دست آورد ، این مقدار فقط با انجام بی نهایت آزمون قابل حصول است . بدیهی است که در اینجا مقدار حقیقی را که در جستجوی آن هستیم با $\overline{n}$ نشان داده ایم و یک اندازه گیری منفرد با احتمال ۶۸٪ شانس قرار گرفتن در فاصله $\pm\sigma$ از $\overline{n}$ را دارد . بنابراین ، n را بهترین برآورد $\overline{n}$ در نظر می گیریم و حد خطای n را به صورت $\pm\sigma$ یا $\pm\sqrt{\overline{n}}$ نشان می دهیم .

اگر اندازه گیری ها را به دفعات تکرار کنیم ، می توانیم یک نمودار ستونی به دست آوریم که به توزیع گاوسی نزدیک است و خطای نسبی هر بار کاهش می یابد .

برای این منظور ابتدا لازم است که تعدادی اصطلاحات آماری که در رابطه با آمار شمارش مورد استفاده قرار می گیرند به اختصار بیان شود :

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

توزیع آماری تشعشعات حاصل از یک چشمه رادیو اکتیو

۱-میانگین (*Mean*) : عبارت است از متوسط مقادیر یک سری از نتایج .

اگر تعداد N نتیجه با مقادیر مختلف داشته باشیم میانگین آنها ، $\overline{n}$ ، بوسیله رابطه زیر داده می شود :

رابطه (٤)

$$\overline{n} = \frac{\sum n_i}{N}$$

۲- انحراف از مقدار میانگین : عبارت است از اختلاف بین یک مقدار n و مقدار میانگین ، $\overline{n}$ ، که می تواند مثبت یا منفی باشد بطوریکه مجموع آنها برابر صفر خواهد شد .

رابطه (٥)

$$d = n - \overline{n}$$

۳-پراکندگی (*Variance*) : عبارت است از میانگین مجذور انحراف و همیشه مقدار مثبتی خواهد داشت :

رابطه (٦)

$$\sigma^2 = \frac{\sum (n_i - \overline{n})^2}{N}$$

٤-انحراف معیار : عبارت است از جذر واریانس و مقدار آن ممکن است مثبت یا منفی باشد :

رابطه (۷)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (n_i - \overline{n})^2}{N}}$$

٥- اگر p احتمال وجود مقدار n در مجموع N نتیجه شمارش باشد ، در اینصورت طبق توزیع بهنجار خواهیم داشت :

رابطه (۸)

$$p_n = \frac{N}{2\pi\sigma^2} \exp(-\frac{(n-\overline{n})^2}{2\sigma^2})$$

روش انجام آزمایش

۱- چشمه را در فاصله ای مناسب از آشکارساز قرار دهید تا شمارنده در هر ۱۵ ثانیه حداقل ۱۰۰۰ شمارش (n) را ثبت نماید .

۲- ۳۰۰ مرتبه شمارش (N) را در فاصله زمانی ۱۵ ثانیه انجام دهید و جدول (۱) را کامل کنید.

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

توزیع آماری تشعشعات حاصل از یک چشمه رادیو اکتیو

۳- مقدار میانگین شمارشها را با استفاده از رابطه (٤) بدست آورید .

٤-انحراف از مقدار میانگین را با استفاده از رابطه (٥) محاسبه و مجذور آنـرا در جـدول (۱) ثبت کنید .

٥- با توجه جدول (۱) و روابط (٦) و (۷) واریانس و انحراف معیار را محاسبه کنید.

٦- اعداد بدست آمده را به صورت جدول (۲) و به عرض نیم انحراف معیار گروه بندی نموده و فراوانی هر گروه را بدست آوریـد و بیـن تعـداد فراوانـی هـا متوسـط گـیری کرده و نقطه متوسط (n_a) را برای هر گروه بدست آورید .

۷- بـا استفاده از رابطه توزیـع نرمـال رابطه (۸) برای n_a های مختلف مقادیـر متنـاظـر $p(n_a, n, \sigma)$ را بدست آورده و سپس تابع توزیع گاوسی (p را بر حسب n_a) رسم کنید .

۸- با استفاده از جدول (۲) ، هیستوگرام (نمودار ستونی) فراوانی(f) را بر حسب دسته بندی ها رسم کنید .

جدول (۱)

تعداد شمارشها در هر مرتبه در ۱۵ ثانیه n	انحراف از مقدار میانگین $d = n - \overline{n}$	$(n-\overline{n})^2$
n_1	$n_1 - \overline{n}$	
n_2	$n_2 - \overline{n}$	
.	.	
.	.	
.	.	
n_{300}	$n_{300} - \overline{n}$	

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

توزیع آماری تشعشعات حاصل از یک چشمه رادیو اکتیو

جدول (۲)

$P(n_a, \bar{n}, \sigma)$	نقطه متوسط n_a	فراوانی هر گروه f	شمارشهای واقع بین دو محدوده تعیین شده	دسته بندی به عرض نیم انحراف معیار $n, n+\sigma/2$
در هر دسته بین تعداد شمارشهایی که فراوانی یک گروه را تشکیل می دهند میانگین گیری کنید.	تعداد کل شمارشهایی که در هر دسته قرار می گیرد فراوانی هر گروه خواهد بود .	بین شمارشها تمام مقادیری که بین $n_{min}, n_{min}+\sigma/2$ قرار می گیرند را مشخص کرده و در این ستون یادداشت کنید .	$n_{min}, n_{min}+\sigma/2$ $n_{min}+\sigma/2, n_{min}+\sigma$ $n_{min}+\sigma, n_{min}+3\sigma/2$ $n_{min}+3\sigma/2, n_{min}+4\sigma/2$ . . . این عمل را آنقدر ادامه دهید تا تمام ۳۰۰ شمارش دسته بندی شود .

راهنمایی : در این جدول n_{min} حداقل مقدار شمارش شده در ۳۰۰ بار شمارش می باشد . یعنی ابتدا باید بین ۳۰۰ شمارش کمترین مقدار را پیدا کرده و سپس با توجه به آن تمام شمارشها را بصورت جدول (۲) دسته بندی کنید و σ انحراف معیار می باشد که از رابطه (۷) بدست می آید .

➢ به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

۱- با توجه به نتایج قسمتها ی۷ و ۸ تحقیق کنید که آیا قله توزیع بهنجار بر ماکزیمم نمودار ستونی منطبق است یا خیر ؟ در هر مورد توضیحات لازم را بیان کنید .

۲- حد اطمینان در اندازه گیری های آماری را بر حسب σ بیان کنید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۵

آزمایشگاه فیزیک هسته ای

دانشگاه بیرجند

جذب نمایی پرتو گاما

(محاسبه ضخامت نیم لایه)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش شماره ۵

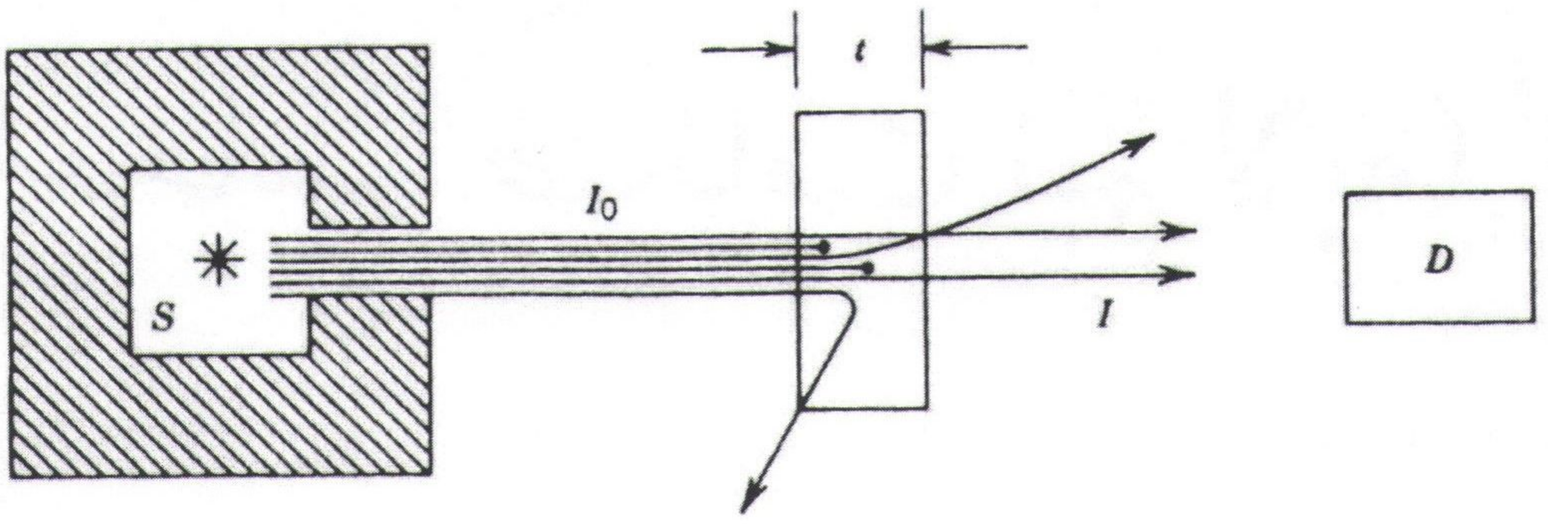
جذب نمایی پرتو گاما - ضخامت نیم لایه *Half – value Layer*

- هدف : محاسبه ضریب تضعیف خطی کل و تعیین ضخامت نیم لایه

وسایل مورد نیاز در این آزمایش :
آشکارساز گایگرمولر ، نگهدارنده ، شمارنده ، زمان سنج ، ورقه های آلومینیومی و سربی ، چشمه گامازا

تئوری آزمایش :

مکانیزم برهمکنش تابشهای الکترومغناطیسی در عبور از یک ماده جاذب اساساً با مکانیزم برهمکنش ذرات باردار در عبور از این ماده متفاوت است . ذرات باردار در عبور از یک ماده می توانند از طریق فرآیندهایی همچون یونیزاسیون ، تابش ترمزی ، واکنشهای هسته ای و غیره برهمکنشهای زیادی داشته باشند . ولی تابشهای الکترومغناطیسی یا ابداً برهمکنش با ماده نداشته و یا از طریق فرآیندهای فوتوالکتریک ، کامپتون و تولید زوج برهمکنش نموده که نتیجه آن تضعیف نهایی در شدت پرتوی فرودی خواهد بود .



شکل (۱) :چگونگی جذب تابش در تیغه ای از ماده به ضخامت t . باریکه تابشی به طور موازی از چشمه s خارج و توسط ماده جذب یا پراکنده می شود . شدت عبوری I به آشکارساز D می رسد .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

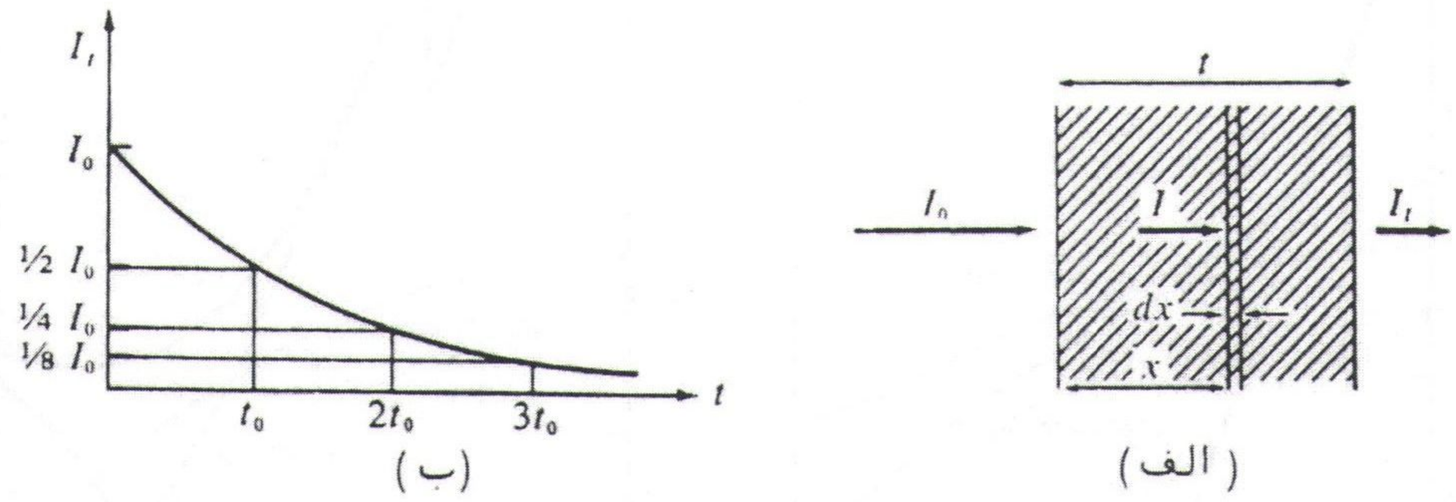
جذب نمایی پرتو گاما

فرض کنید طبق شکل (۱) I_0 شدت پرتوی الکترومغناطیسی تابیده بر یک ماده جاذب به ضخامت t است . اگر I_t شدت پرتوی خروجی ای باشد که هیچ گونه برهمکنشی با ماده جاذب انجام نداده باشند ، در آن صورت

$$I_t = I_0 e^{-\mu_t t}$$

رابطه (۱)

در این رابطه μ_t را ضریب تضعیف خطی کل نامیده و دارای دیمانسیون عکس طول می باشد که معرف احتمال وقوع واکنش فوتون در واحد طول ماده جاذب است . این ضریب به نوع ماده هدف و انرژی فوتونهای فرودی بستگی دارد .



شکل (۲):تضعیف باریکه پرتوی گاما توسط یک جاذب . (الف) شدت پرتو در نقاط مختلف (ب) منحنی تضعیف

شکل (۲) چگونگی تغییرات I_t را بر حسب t نمایش می دهد . چون تضعیف پرتوهای گاما توسط سه فرآیند مستقل از هم فوتوالکتریک ، کامپتون و تولید زوج صورت می گیرد ، لذا خواهیم داشت :

$$\mu_t = \mu_{ph} + \mu_c + \mu_{p\text{-}p}$$

رابطه (۲)

در این رابطه μ_{ph} ، μ_c و $\mu_{p\text{-}p}$ به ترتیب ضریب تضعیف خطی مربوط به فرآیندهای فوتوالکتریک ، کامپتون و تولید زوج بوده که متناسب با احتمال وقوع هر یک از این

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

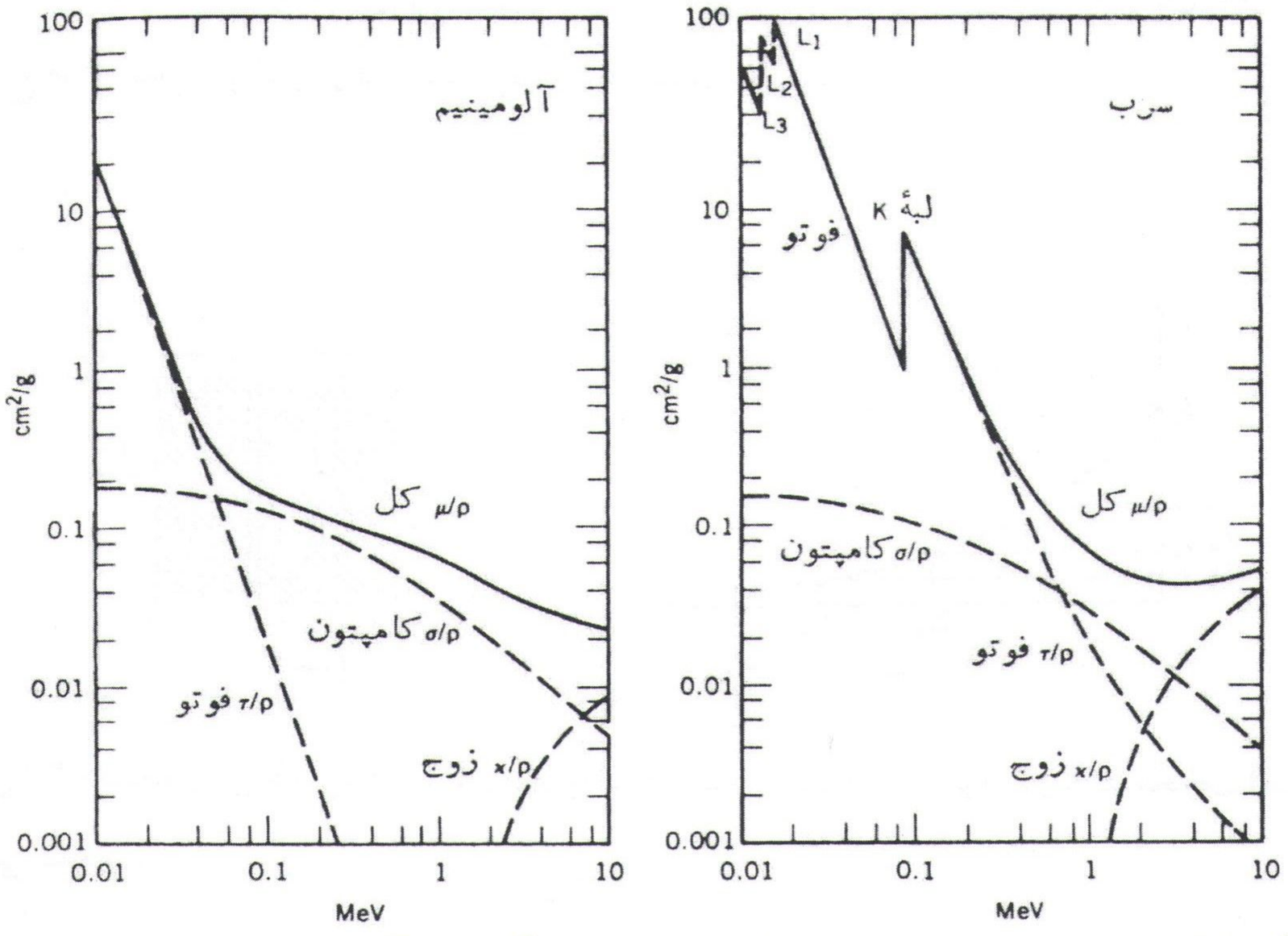
جذب نمایی پرتو گاما

فرآیندها است . نظر به اینکه ضرایب تضعیف خطی متناسب با تعداد اتمهای ماده جاذب در واحد حجم می باشد ، لذا مناسب است ضریب تضعیف جرمی را بصورت

رابطه (۳)

$$\mu_\rho = \frac{\mu_t}{\rho}$$

تعریف کنیم که در این رابطه ρ چگالی حجمی ماده هدف است . واضح است که این ضریب دارای دیمانسیون سطح بر واحد جرم است .



شکل (۳) :ضرایب تضعیف جرمی در طی فرایندهای سه گانه در آلومینیوم و سرب . این مقادیر از تقسیم ضرایب خطی بر چگالی به دست می آیند تا اثرات ناشی از تعداد الکترونها در ماده خنثی شود .

شکل (۳) چگونگی تغییرات ضرایب تضعیف جرمی مربوط به سه پدیده فوتوالکتریک ، کامپتون و تولید زوج وهمچنین ضریب تضعیف جرمی کل را در آلومینیم و سرب بر حسب انرژی فوتون فرودی نشان می دهد . طبق تعریف ضخامتی از ماده جاذب که در آن

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

جذب نمایی پرتو گاما

ضخامت ، شدت پرتوهای برهمکنش نکرده بـه نصـف شـدت پرتوهـای فـرودی برسـد را ضخامت نیم لایه ، $t_{1/2}$ ، می گویند . لذا داریم :

رابطه (٤)

$$\left.\begin{aligned} I_t &= I_0 e^{-\mu_t t} \\ t_{\frac{1}{2}} &= \frac{0.693}{\mu_t} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\mu_t t_{\frac{1}{2}}}$$

روش انجام آزمایش :

۱- چشمه و آشکارساز $G\text{-}M$ را در فاصله مناسبی روبروی هم قرار دهید .

۲- ابتدا برای مدت ٥ دقیقه تابش زمینه را شمرده و آنرا برای یک دقیقه بدست آورید .

۳- فاصله میان چشمه و آشکارساز را طوری تنظیم کنیـد کـه شـمارنده در هـر دقیقـه 10^4 شمارش را ثبت کند .

٤- با ثابت نگه داشتن این فاصله (در طول مدت آزمایش) ورقه های جاذب آلومینیومـی را به ترتیب در فاصله بین چشمه و آشکارساز قـرار داده و در هـر مـورد شـمارش را در دقیقه یادداشت نمائید و این عمل را سه بار تکرار کنید . (در هر مرتبه شـمارش تعـداد ورقه های آلومینیومی افزایش می یابد.) آنقدر این عمل را ادامه دهیـد تـا شـمارش بـه حد شمارش زمینه برسد . نتایج را در جدول (۱) ثبت کنید . (توجه کنید کـه در ایـن مرحله شمارش ناخالص بدست می آید .)

٥- منحنی تغییرات شمارش خالص را بـر حسـب ضخـامت ورقـه هـای آلومینیومـی روی کاغذ نیمه لگاریتمی رسم کنید .

٦- از روی نمودار ضریب تضعیف خطی کل μ_t و ضخامت نیم لایـه را ، $x_{1/2}$ ، را بدست آورده و مقدار این کمیت را با توجه به مقدار محاسبه شـده آن از رابطـه (٤) ، مقایسه کنید .

۷- با توجه به نتایج بند ٥ و رابطه (۳) ، ضریب کـاهش جرمـی آلومینیـوم را بـر حسـب cm^2 / gr محاسبه کنید .

۸- این آزمایش را با ورقه های سربی تکرار کنید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

جذب نمایی پرتو گاما

جدول (۱)

شمارش خالص	میانگین شمارش ناخالص	شمارش ناخالص	ضخامت	تعداد ورقه ها

- به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

۱- ضریب تضعیف جرمی به چه مواردی بستگی دارد ؟

۲- اگر به جای کنتور گایگرمولر ، آشکارساز دیگری استفاده شود ، مقدار ضریب تضعیف همین مقدار بدست می آید یا نه ؟

۳- آیا در محاسبه ضریب تضعیف کل ، ضریب تضعیف هوا نیز تاثیر دارد ؟ توضیح دهید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۶

آزمایشگاه فیزیک هسته ای

دانشگاه بیرجند

تحقیق قانون

عکس مجذور فاصله

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

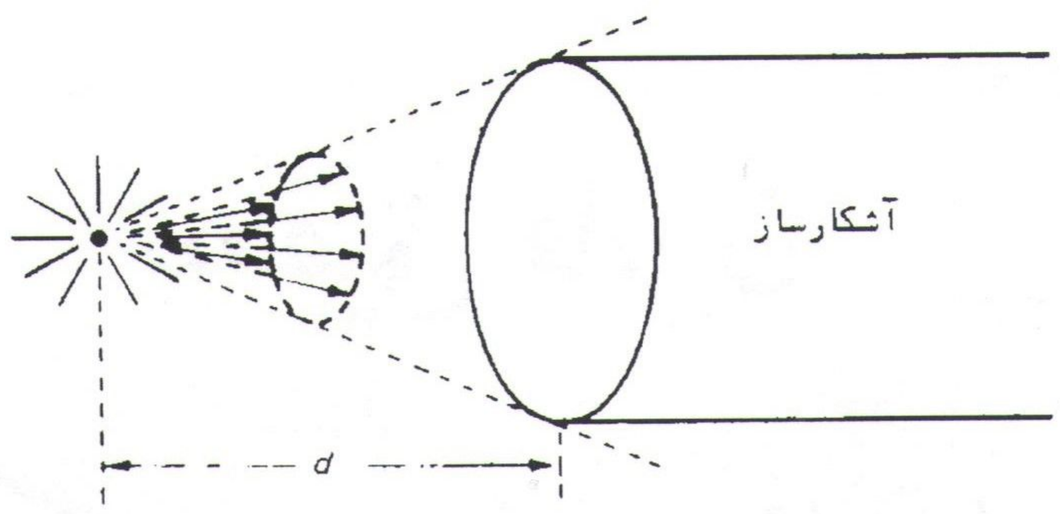
آزمایش شماره ٦

تحقیق قانون عکس مجذور فاصله *Inverse Square Law*

- هدف : تحقیق تغییر شمارش با عکس مجذور فاصله برای یک چشمه پرتوزا

وسایل مورد نیاز در این آزمایش :
آشکارساز گایگرمولر ، نگهدارنده ، شمارنده ، زمان سنج ، چشمه پرتوزا

تئوری آزمایش :
یک چشمه همسانگرد نقطه ای را در نظر بگیرید که مطابق شکل (۱) در فاصله معینی از یک آشکارساز قرار گرفته است .



شکل (۱) : کسری از ذرات گسیل شده از یک چشمه همسانگرد نقطه ای که وارد آشکارساز می شوند با زاویه فضایی تشکیل شده از آشکارساز در محل چشمه ، تعیین می شود .

چون ذرات از چشمه با احتمال برابر در تمام جهتها گسیل می شوند ، فقط بخشی از آنها شانس ورود به آشکارساز را خواهند داشت . آن بخش برابر با زاویه فضایی نسبی تشکیل

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

تحقیق قانون عکس مجذور فاصله

شده از آشکارساز در محل چشمه می باشد . در حالت کلی یک چشمه گسترده (غیر نقطه ای) ، زاویه فضایی Ω به صورت زیر تعریف می شود :

رابطه (۱)

$$\Omega = \frac{\text{تعدادذرات گسیل شده از چشمه در هر ثانیه}}{\text{تعدادذراتی که در هر ثانیه به درون فضای تعریف شده توسط چشمه و روزنه آشکارساز گسیل میشوند}}$$

اگر یک چشمه مسطح به مساحت A_s ، به فاصله d از یک آشکارساز که سطح روزنه آن A_d است، قرار گرفته باشد و به طور همسانگرد S_0 ذره در هر ثانیه از هر متر مربع گسیل دارد ، زاویه فضایی به شکل زیر خواهد بود :

رابطه (۲)

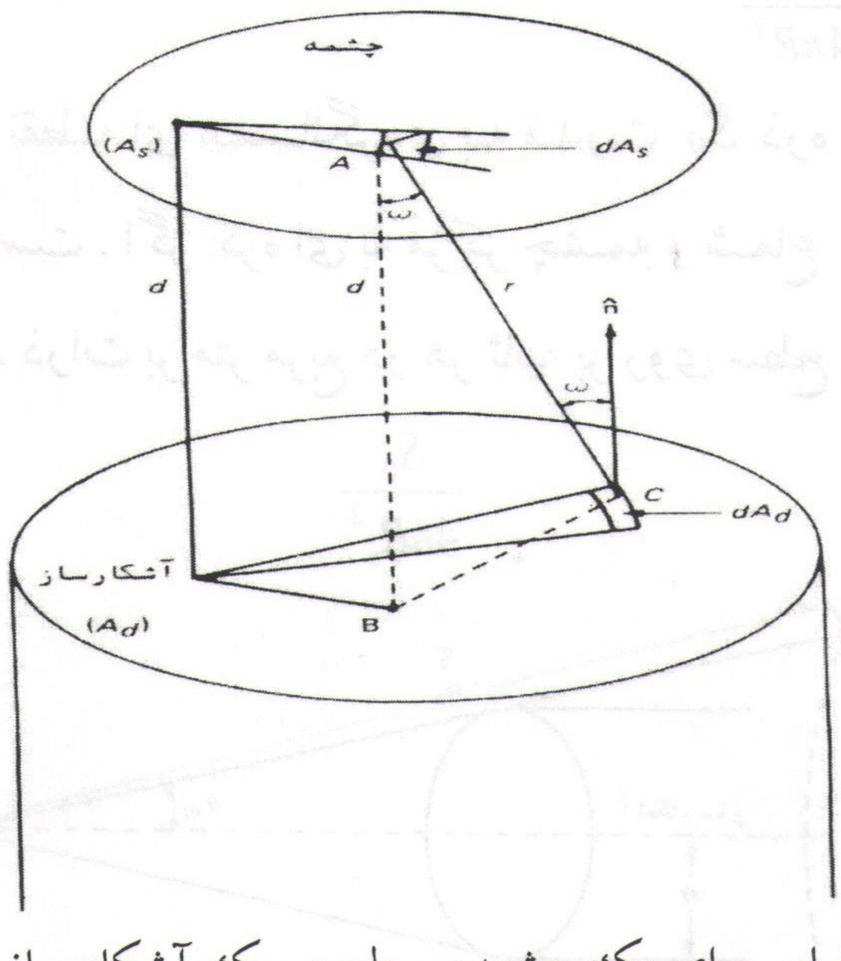
$$\Omega = \frac{\int_{A_s}\int_{A_d} \frac{S_0 dA_s}{4\pi r^2} dA_d \left(\frac{\hat{n}.\vec{r}}{r}\right)}{S_0 A_s}$$

که در این رابطه $\hat{n}$ بردار واحد عمود بر سطح روزنه آشکارساز است ، چون $\frac{\hat{n}.\vec{r}}{r} = \cos\omega$ ، پس :

رابطه (۳)

$$\Omega = \frac{1}{4\pi A_s} \int_{A_s} dA_s \int_{A_d} dA_d \frac{\cos\omega}{r^2}$$

که رابطه فوق برای تمام شکلهای چشمه و آشکارساز معتبر می باشد .

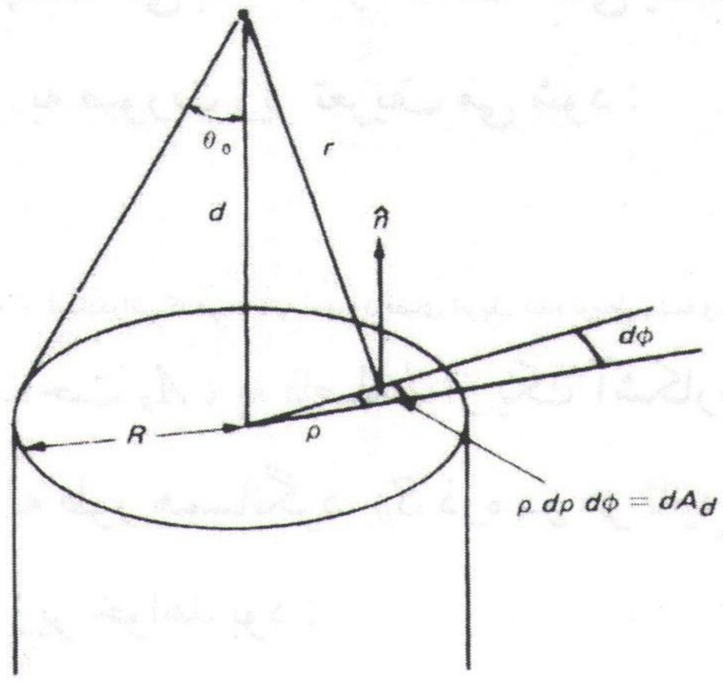


شکل (۲) :تعریف زاویه فضایی برای یک چشمه مسطح و یک آشکارساز مسطح که به موازات چشمه قرار گرفته است .

در مورد چشمه همسانگرد نقطه ای که در این آزمایش مورد استفاده قرار می گیرد ، زاویه فضایی به شکل زیر خواهد بود :

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



شکل (۳) :زاویه فضایی بین یک چشمه همسانگرد نقطه ای و یک آشکارساز با روزنه گرد

طبق شکل (۳) در رابطه (۳) $\cos\omega = \frac{d}{r}$ می باشد ، که پس از انتگرال گیری خواهیم داشت :

رابطه (٤)

$$\Omega = \frac{1}{2}(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + R^2}})$$

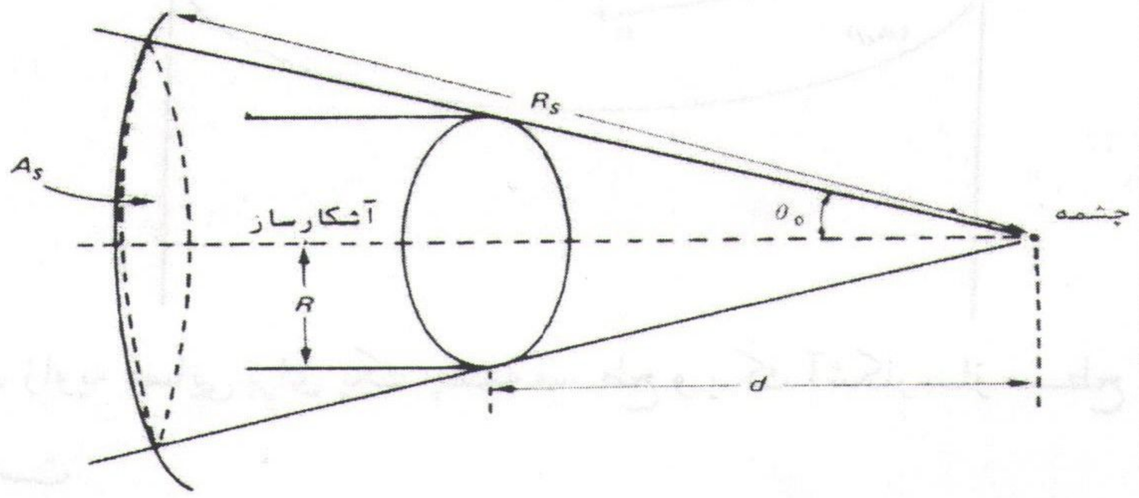
که d فاصله چشمه تا آشکارساز می باشد .با توجه به شکل (۳) $\cos\theta_0 = \frac{d}{\sqrt{d_2 + R_2}}$

است ، بنابراین :

$$\Omega = \frac{A_s(S_0 / 4\pi R^2)}{S_0} = \frac{A_s}{4\pi R^2}$$

طبق شکل (٤) چشمه نقطه ای همسانگردی به قدرت S_0 ذره در ثانیه به فاصله d از آشکارساز قرار گرفته است . اگر کره ای به مرکز چشمه و شعاع R_s ، که بزرگتر از d است ، رسم کنیم تعداد ذرات بر متر مربع در هر ثانیه بر روی سطح کره عبارت است از :

$$\frac{S_0}{4\pi R_s^{\,2}}$$



شکل (٤) :نمودار مورد استفاده در محاسبه زاویه فضایی بین یک چشمه همسانگرد نقطه ای و یک آشکارساز با روزنه گرد

Sample output to test PDF Combine only

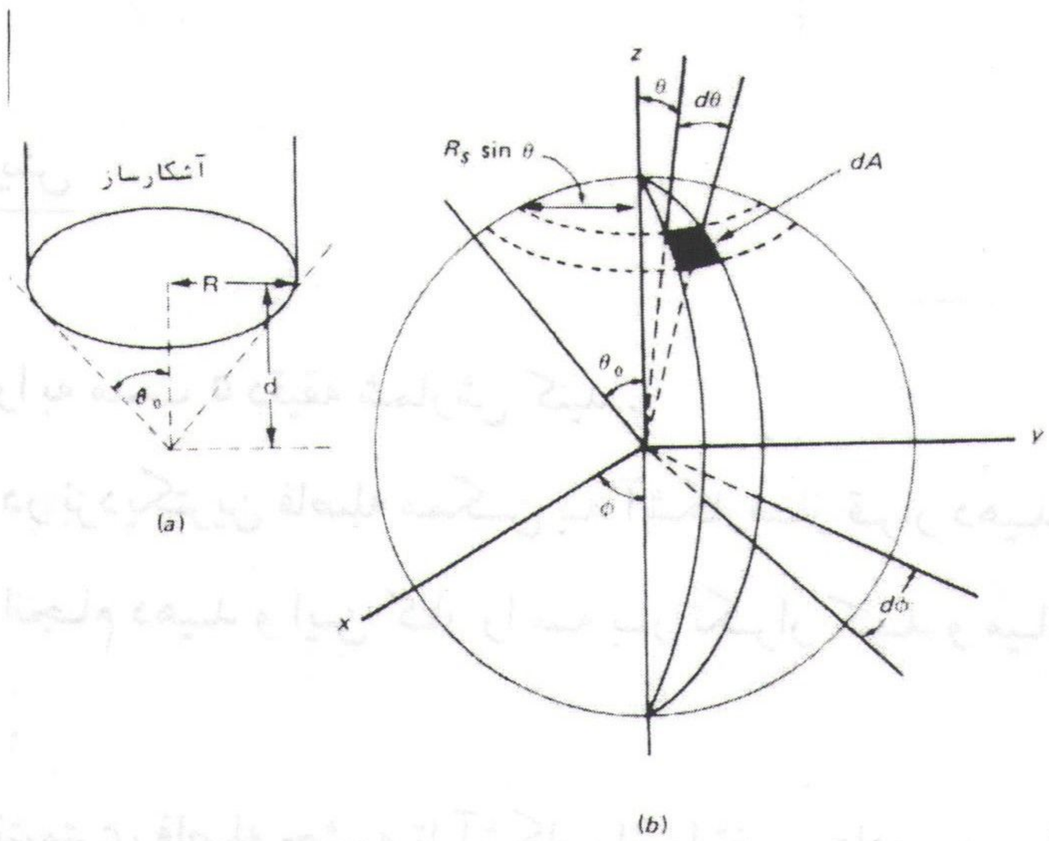
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

تحقیق قانون عکس مجذور فاصله

ذراتی که به آشکارساز برخورد خواهند کرد آنهایی هستند که در درون مخروطی که توسط چشمه و روزنه آشکارساز تعیین می شود گسیل می شوند .اگر خطهایی که این مخروط را می سازند تا سطح کره امتداد داده شوند ، یک مساحت A_s در آنجا بوجود می آید . تعداد ذراتی که در هر ثانیه وارد آشکارساز می شوند : $A_s\left(\frac{S_0}{4\pi R^2}\right)$ خواهد بود .
بنابراین برای زاویه فضایی خواهیم داشت :

رابطه (۵)

$$\Omega = \frac{A_s(S_0/4\pi R^2)}{S_0} = \frac{A_s}{4\pi R^2}$$



شکل (۵) : (a) آشکارساز به فاصله d از چشمه قرار دارد .
(b) فرض بر این است که چشمه در مرکز کره است . مخروطی که با زاویه θ_0 تعریف می شود مساحت A_S (دیفرانسیل مساحت dA) بر روی سطح کره را تعیین می کند .

طبق شکل (۵) مساحت A_s از عبارت زیر بدست می آید :

رابطه (٦)

$$A_s = \int dA = \int (R_s d\theta)(R_s \sin\theta d\varphi) = R_s^2 \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\theta_0} d\varphi \sin\theta = 2\pi R_s^2 \int \frac{1}{\cos\theta_0}$$

بنابراین زاویه فضایی برابر خواهد بود با :

رابطه (۷)

$$\Omega = \frac{1}{2}(1-\cos\theta_0)$$

اگر $R << d$ باشد با استفاده از بسط ریشه مربعی و انتخاب فقط دو جمله اول در نهایت زاویه فضایی بصورت زیر در خواهد آمد :

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

رابطه (۸) $\Omega = \frac{R^2}{4d^2} = \frac{\pi R^2}{4\pi d^2} =$ سطح روزنه آشکارساز $/4\pi d^2$

اگر چشمه پرتوزا N_0 فوتون در ثانیه بطور همسانگرد تابش کند ، برای شدت تابش می توان نوشت :

رابطه (۹) $$I_0 = \frac{N_0}{4\pi}\Omega$$

که در این رابطه I_0 تعداد فوتونهایی است که در هر ثانیه به آشکارساز می رسد و Ωنیز زاویه فضایی بین سطح آشکارساز و چشمه می باشد که از روابط فوق الذکر بدست می آید .

روش انجام آزمایش

۱-ابتدا تابش زمینه را به مدت ۵ دقیقه شمارش کنید .

۲- چشمه پرتوزا را در نزدیکترین فاصله ممکن به آشکارساز قرار دهید و برای یک دقیقه شمارش را انجام دهید و این کار را سه بار تکرار کنید و میانگین آن را در جدول ثبت کنید .

۳- با گامهای دو سانتیمتری فاصله چشمه تا آشکارساز را تغییر داده و مرحله ۲ را تکرار کنید و جدول زیر را کامل کنید . (افزایش گامها را تا وقتی شمارش به تابش زمینه برسد ، ادامه دهید .)

K	عکس مجذور فاصله $1/d^2$	شمارش خالص N	میانگین شمارش ناخالص	فاصله (cm)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

تحقیق قانون عکس مجذور فاصله

٤-از آنجایی که میزان تابش با مجذور فاصله نسبت عکس دارد پس می توان نوشت

$$N=\frac{K}{d^2}$$

که N میزان شمارش خالص چشمه و d فاصله چشمه تا آشکارساز و K یک ضریب ثابت می باشد که برای هر یک از مقادیر بدست آمده از جدول محاسبه می گردد .

نمودار N را بر حسب $\frac{1}{d^2}$ رسم کنید .(آیا نمودارمذکور خط راست است ؟ ضریب زاویه خط چه چیزی را بیان می کند ؟)

٥- چگونگی تغییرات ضریب K را بررسی نموده و مقدار متوسط و انحراف استاندارد آن را تعیین نمائید .

برای محاسبه شمارش خالص باید شمارش زمینه را از شمارش ناخالص کم کنید .

➢ به پرسش زیر پاسخ دهید :

۱- اگر شکل روزنه آشکارساز و منبع دارای هندسه منظم نباشد چگونه زاویه فضایی را می توان محاسبه کرد ؟ تحقیق کنید .

۲- چه موارد دیگری را در طبیعت می شناسید که از قانون عکس مجذور فاصله تبعیت می کنند .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۷

آزمایشگاه فیزیک هسته ای

دانشگاه بیرجند

اتاقک ابری ویلسون

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش شماره ۷

اتاقک ابری ویلسون *Wilson Cloud Chamber*

- هدف : مشاهده مسیر ذرات آلفا به کمک اتاقک ابری ویلسون با استفاده از منابع پرتوزا

وسایل مورد نیاز در این آزمایش:

منبع تغذیه برای اتاقک ابری ، مقاومت ۱۰۰ kΩ ، اتاقک ابری ویلسون ، چشمه پرتوزا (رادیوم وتوریم) ، لامپ ۶v و ۳۰w برای تأمین روشنایی اتاقک ابری

تئوری آزمایش :

اتاقک ابری یکی از انواع آشکارسازهای ذرات باردار می باشد . در یک اتاقک ابری

شکل (۱) : شمای کلی اتاقک ابری ویلسون

ویلسون مخلوط اشباع شده الکل و آب ازطریق کاهش بی درو فشار سردتر شده و به آخرین حد اشباع می رسد . چنانچه این مخلوط اشباع شده در معرض پرتودهی یک

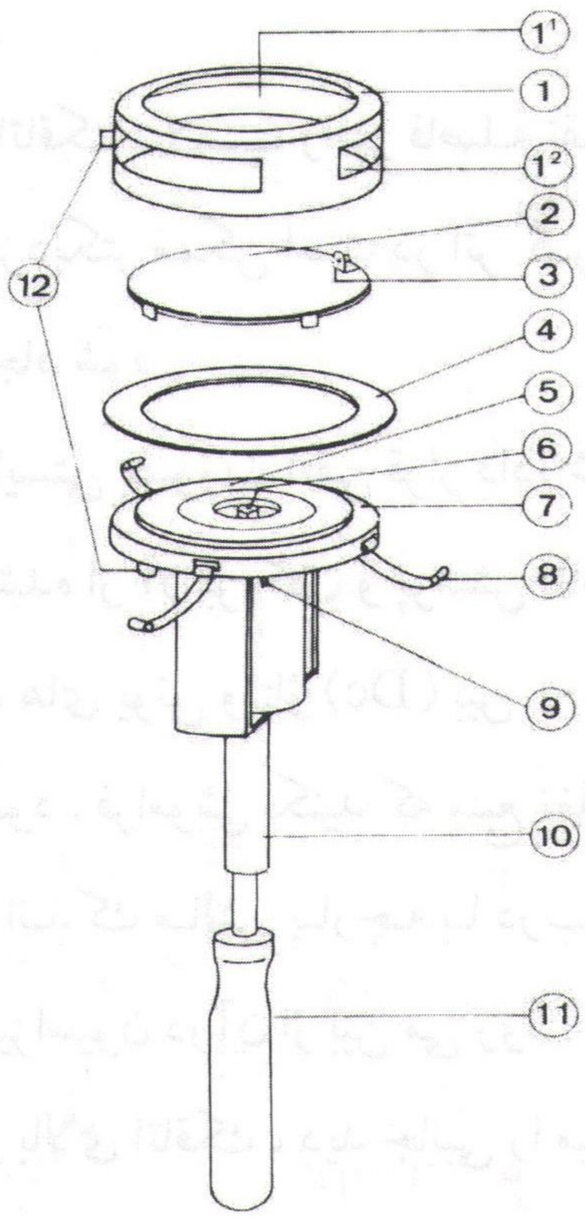
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اتاقک ابری ویلسون

چشمه آلفازا قرار گیرد ، ذرات آلفا پس از برخورد به مولکولهای گاز درون اتاقک ، آنـها را یونیزه می کنند و زوج یونـهایی در طـول مسیر حرکـت ذرات آلفـا در اتـاقک بوجـود می آیند که این زوج یونها بصورت مراکز چگالش بخار در می آیند و به صورت قطـرات حبابی شکل مسیر حرکت ذره باردار را در داخل اتاقک مشخص می کنند .

روش نصب دستگاه :



شکل (۲) : قسمتهای مختلف یک اتاقک ابری ؛ (۱) درپوش پلاسـتیکی بـا پنجـره مشـاهده (۱.۱) و پنجره های روشنایی (۱.۲) ، (۲) صفحه پایه برای قرار گرفتن روی پایه ۷ و جلوگیری از پخش تلاطـم در حین خروج از بین روزنه مکش ، (۳) نگهدارنده برای قرار دادن چشمه رادیوم ۲۲٦ با فعـالیت ۰,۰۹ میکروکوری ، (٤) حلقه لاستیکی که بین درپوش ۱و پایه ۷ قرار می گیرد ، (٥) واشر جاذب ترکیـب آب والکل ، (٦) روزنه مکش ، (۷) پایه اتاقک متصل به پمپ تخلیـه ، (۸) گـیره هـای متصـل کننـده درپوش ۱ به پایه ۷ ، (۹) منفذ برای اتصال لوله منبع توریم به اتاقک ، (۱۰) لوله هادی از پیستون پمـپ ، (۱۱) دسته پمپ تخلیه ، (۱۲) سوکت برای اتصال ولتاژ Dc .

۱-درپوش اتاقک و قسمت کفی سیاه رنگ اتاقک را قبـل از شـروع آزمـایش برداریـد و نمد زیر کفی اتاقک را با ترکیب تقریبی ۵۰ درصـد الکـل - ۵۰ درصـد آب مرطـوب

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

کنید ، طوریکه مخلوط حاصل جذب نمد نشود . (اگر از الکل غیر طبیعی (الکل متالیک) استفاده می کنید ، نسبت آب به الکل را کاهش دهید .)

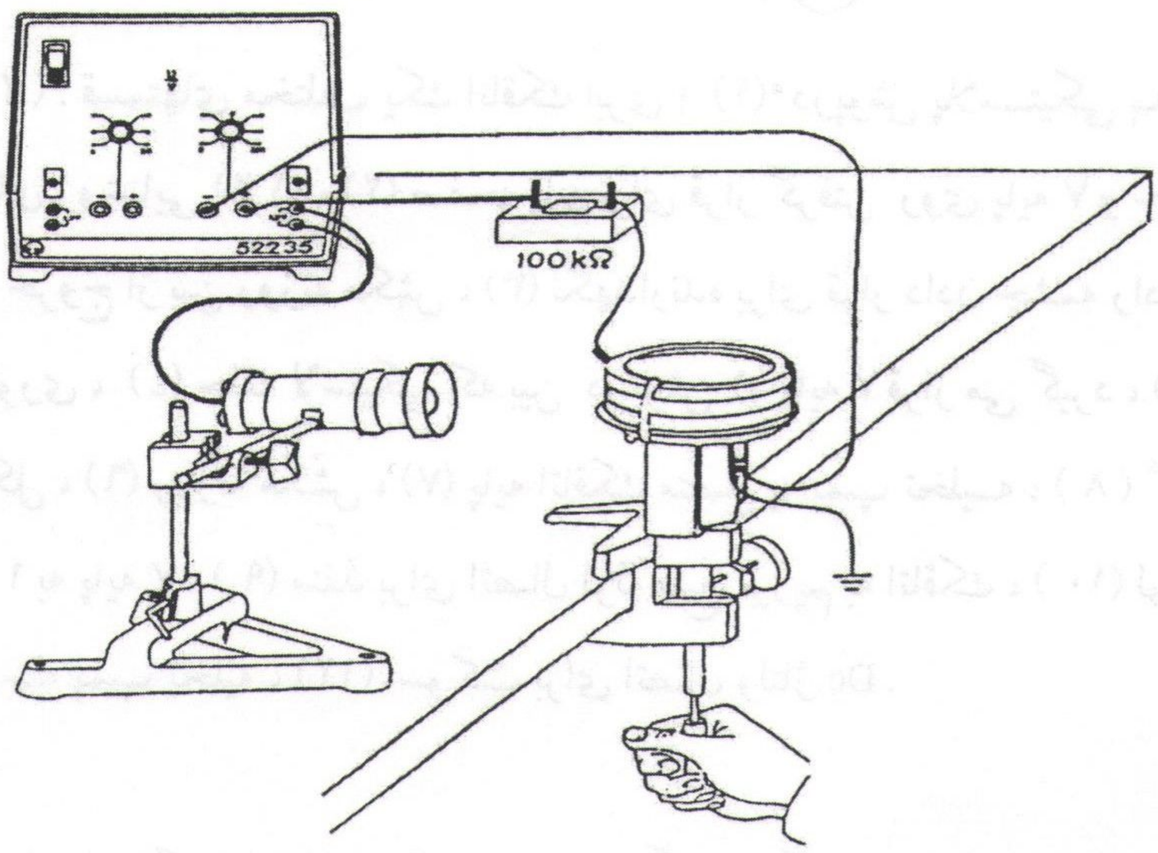
۲- چشمه رادیوم را در سرسوزن موجود در اتاقک قرار دهید . برای این منظور چشمه رادیم را به کمک انبرک از ظرف شیشه ای خارج کرده و آنرا در نگهدارنده سوزنی شکل روی سطح اتاقک قرار دهید ، سپس درب اتاقک را روی آن قرار داده و محکم ببندید .

۳- برای تابش خارجی به اتاقک ، لامپ را در فاصله تقریبی حداقل $10cm$ از آن قرار دهید . زیرا در فواصل نزدیکتر ممکن است در اثر گرم شدن یک سمت اتاقک در مسیر حبابها اغتشاش ایجاد شود .

٤-همچنین فیلمان لامپ بایستی بصورت افقی قرار داده شود ، زیرا واگرایی بسیار کمی در لامپ با سایه ایجاد شده از آن بر کف و پوشش اتاقک وجود دارد .

٥-برای تمیز کردن اتاقک های یونی ولتاژ (Dc) بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ ولت بایستی بین صفحه و درب اتاقک اعمال شود . فراموش نکنید که منبع تغذیه باید اتصال زمین شود زیرا اگر هوا خشک باشد با اندک مالش پارچه با درب پلکسی گلاس اتاقک ، درب باردار شده و حالت یونیزاسیون درآن از بین می رود .

توجه : یک آینه مناسب در بالای اتاقک ، دید جانبی را میسر می سازد .



شکل (۳) : شمای کلی طریقه اتصال اجزای مختلف آزمایش (طریقه قرار گرفتن اتاقک ابری ویلسون در مدار مربوطه)

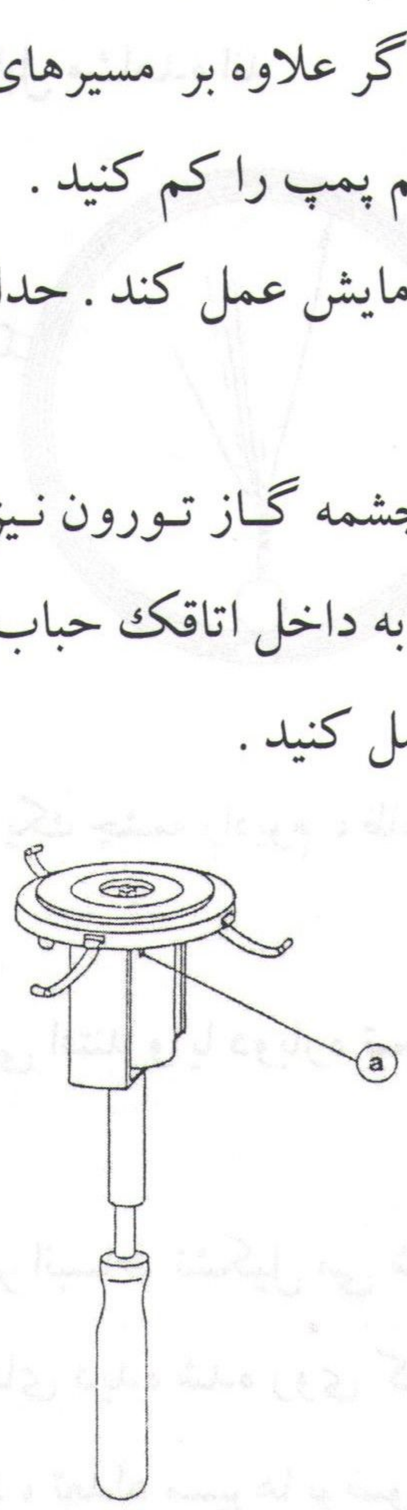
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اتاقک ابری ویلسون

روش انجام آزمایش

ابتدا پمپ تخلیه را با نیروی شدید به سمت پایین بکشید و آنرا در مکان نهایی نگه دارید .
(اگر بطور معمولی آن را تا انتها بکشید هیچ جریان گردابی ایجاد نخواهد شد .)
اگر لازم باشد چندین مرتبه پشت سر هم این عمل را تکرار کنید . بنابراین گاز در اتاقک بقدر کافی با بخار اشباع خواهد شد . اگر علاوه بر مسیرهای مستقیم ، حبابهای پخشی نیز شکل گیرند درجه باز شدن حلقه تنظیم پمپ را کم کنید .
اتاقک می تواند ساعتها برای یکبار آزمایش عمل کند . حداقل نیم دقیقه باید بین ۲ بار باز کردن پمپ ، تأخیر صورت بگیرد .
می توان این آزمایش را با استفاده از چشمه گاز تورون نیز انجام داد . با کمک ظرف نمک توریم می توان تورون گازی را به داخل اتاقک حباب انتقال داد . برای این منظور لوله را به حفره (a) اتاقک ابری متصل کنید .



شکل (٤) : حفره (a) اتاقک ؛ که لوله مربوط به چشمه توریم به این قسمت وصل می شود .

بعد از باز کردن حفره و گیره ظرف پلاستیکی را بطور مختصر یکبار فشار دهید . بنابراین گاز از طریق لوله وارد اتاقک می شود .حال اتاقک را منبسط کنید در همان زمان و سپس مجدداً حفره اتاقک را ببندید . سپس آزمایش را مانند قبل انجام دهید .

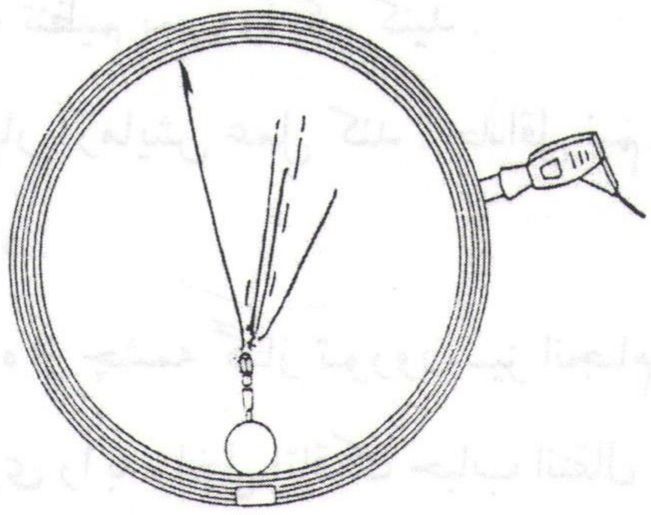
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اتاقک ابری ویلسون

آزمایش را حداقل در نیم دقیقه بعد تکرار کنید . بنابراین ترکیب بخار مجدداً در حالت تعادل قرارخواهد گرفت . اگر آزمایش خیلی سریع تکرار شود ، مسیرهای حباب ایجاد نمی شوند و یا خیلی کم خواهند بود .

بعد از هر انبساط ، مسیرهای روشن ابری مستقیم منبع رادیوم می توانند در تضاد با کف تیره اتاقک دیده شوند . آنها خیلی زود ناپدید می شوند و دامنه پرتوهای آلفا را نشان می دهند . مسیرها حدوداً یک ثانیه قابل مشاهده اند .



شکل (۵) : مسیر ذرات آلفا ناشی از یک چشمه رادیوم ، ظاهر شده در یک اتاقک ابری

قطرات حباب یا به کف اتاقک می افتند و یا دوباره تبخیر می شوند . بنابراین مسیرهای ابر ناپدید می شوند .

تعداد مسیرهای ابری که بعد از هر انبساط تشکیل می شوند ، بطور آماری نوسان می کند .

اگر منبع توریم بکار رود ، مسیرهای دیده شده روی کل طول اتاقک توزیع می شوند .

اگر بعد از یک دقیقه منبسط شود ، تعداد مسیرها بوضوح کاسته می شود .

(نکته : نیمه عمر واپاشی توریم Th به تورون Tn (گسیل آلفا) فقط ۵٤/۵ ثانیه است .)

مسیر حرکت ذرات را برای دو حالت مشاهده کرده و آن را رسم نمائید .

➢ به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

۱-آیا تعداد مسیرهای ابری تشکیل شده در هر بار انبساط یکسان است ؟ چرا ؟

۲-آیا می توان نیمه عمر توریم را در واپاشی به تورون توسط آزمایش فوق تعیین کرد ؟ توضیح دهید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۸

آزمایشگاه فیزیک هسته ای

دانشگاه بیرجند

کارایی آشکارساز گایگر مولر

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش شماره ۸

کارایی آشکارساز گایگر مولر

- هدف : اندازه گیری کارآیی (راندمان) آشکارساز گایگر مولر برای پرتوهای گاما و اندازه گیری اکتیویته (فعالیت) یک چشمه رادیو اکتیو

وسایل مورد نیاز در این آزمایش :
آشکارساز گایگر مولر ، شمارنده ، زمان سنج ، چشمه سزیم ۱۳۷

تئوری آزمایش :

نحوه آشکارسازی تابشهای هسته ای و ساخت آشکارسازهای مناسب که قادر باشند با بالاترین بهره ، تابشهای فوق الذکر را شمارش و اطلاع مناسبی راجع به تعداد تابشها را ثبت نمایند ، همیشه مد نظر بوده است . مسلماً نحوه و روش آشکارسازی هر تابش هسته ای به خصوصیات فردی و دینامیکی نوع تابش بستگی دارد . آشکارسازی ذرات بارداری مانند آلفا ، بتای منفی ، بتای مثبت ، پاره های شکافت و ... با ایجاد یونیزاسیون و برانگیزش شدیدی که در مواد هدف ایجاد می کنند ، امکان پذیر است .
آشکارسازی نوترون که از روش برهمکنش کولنی قادر به ایجاد یونیزاسیون و یا برانگیزش نمی باشد ، بیشتر از روشهای اندازه گیری زمان پرواز و یا در انرژیهای کم از آشکارسازی نوع حالت جامد بر اساس خاصیت دوگانگی موج - ذره نوترون امکان پذیر می باشد . سرانجام آشکارسازی تابشهای الکترومغناطیسی مانند پرتوهای ایکس و گاما منحصراً بر اساس پدیده های فوتوالکتریک ، کمپتون و تولید زوج میسر خواهد بود . از اینرو ملاحظه می شود آشکارسازها نسبت به تمام و یا تعدادی از تابشها حساس و در مورد برخی دیگر از تابشهای بی تفاوت هستند .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

وقتی چشمه رادیواکتیو نقطه ای مانند s را مطابق شکل زیر به فاصله d از وسط آشکارسازی که سطح پنجره آن A می باشد قرار دهیم ، شمارش آن از رابطه (۱) بدست می آید .

رابطه (۱)
$$N = R\frac{N_s A}{4\pi d^2}$$

در این رابطه N_s تعداد پرتوهای گسیل شده در تمامی راستاها در واحد زمان و R راندمان آشکارساز بوده که به صورت زیر تعریف می گردد :

رابطه (۲) $R=$ پرتوهایی که به آشکارساز می رسند / پرتوهایی که در آشکارساز ایجاد پالس میکنند

بنابراین راندمان یک آشکارساز برای یک تابش خاص مانند گاما به صورت زیر تعریف می شود :

رابطه (۳) $R =$ پرتوهای گامایی که به آشکارساز میرسند / پرتوهای گامایی که درآشکارساز ایجاد پالس میکنند

لازم به ذکر است چون ذرات بتای منفی باردار هستند در عبور از گاز درون آشکارساز گایگر مولر مقداری یونیزاسیون ایجاد می کنند . لذا هر ذره بتای منفی که وارد آشکارساز میگردد یک پالس ایجاد کرده و درنتیجه شمارش می شود . بنابراین راندمان آشکارساز گایگر مولر برای ذرات بتای منفی تقریباً برابر واحد می باشد .

برای اندازه گیری راندمان آشکارساز گایگر مولر برای پرتوهای گاما باید تعداد گاماهای وارد شده به آشکارساز را بدانیم . در این صورت با اندازه گیری تعداد گاماهایی که پالس ایجاد کرده اند می توان راندمان آشکارساز را بدست آورد . چون معمولاً این تعداد را دقیقاً نمی دانیم ، لذا از چشمه ای استفاده می کنیم که همراه هر پرتو گاما یک پرتو بتای منفی هم گسیل کند .

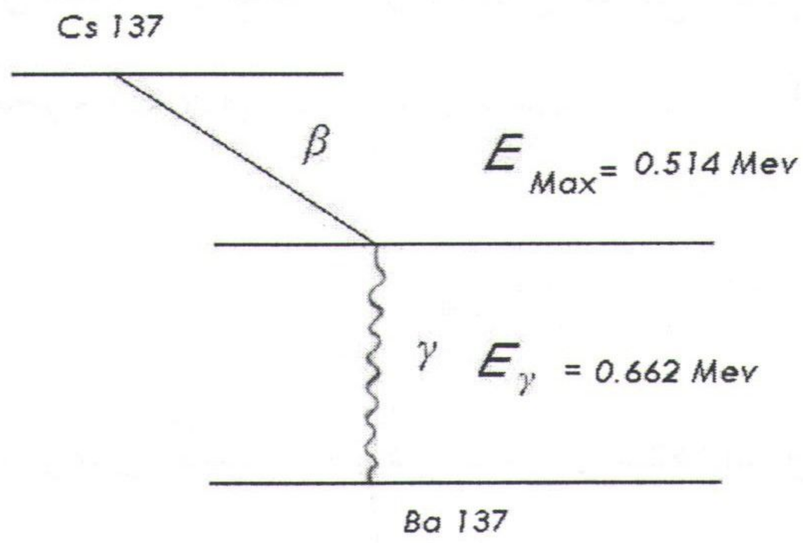
از آنجایی که راندمان آشکارساز گایگر مولر برای ذرات بتای منفی صددرصد است ، لذا با شمارش پرتوهای بتای منفی می توان به تعداد کل پرتوهای گامایی که به آشکارساز رسیده اند پی برد . سزیم- ۱۳۷ با گسیل یک ذره بتای منفی و به دنبال آن یک پرتو گاما

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

کارایی آشکارساز گایگرمولر

به هسته دختر پایدار باریوم- ۱۳۷ واپاشی می کند . طرح ساده شده واپاشی این نوکلئید بـه صورت زیر است :



از اینرو با تقریب قابل قبولی در این آزمایش می توان فرض کرد که به دنبال هـر ذره بتـای منفی یک پرتو گاما از چشمه گسیل می گردد .

روش انجام آزمایش

۱- تابش زمینه را برای مدت ٥ دقیقه شمارش کنید .

۲- چشمه سزیم – ۱۳۷ را در فواصل مختلف جلوی آشکارساز گایگر مولر قـرار دهیـد و برای هر فاصله شمارش را سه مرتبه انجام داده ومیانگین گیری نمـائید وجـدول زیـر را تکمیل کنید .

شمارش خالص	میانگین شمارشهای ناخالص	شمارش ناخالص	فاصله(d) cm
			۸
			۱۰
			۱۲
			۱۵
			۲۰

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

کارایی آشکارساز گایگرمولر

۳- با توجه به اینکه راندمان آشکارساز گایگر مولر برای ذرات بتای منفی برابر یک می باشد ، لذا برای هر فاصله مشخص d شمارش خالص بر واحد زمان آشکارساز با توجه به رابطه (۱) به صورت زیر خواهد بود :

رابطه (٤)
$$N_t = N_{\beta^-} + N_\gamma = R\frac{N_s A}{4\pi d^2} + \frac{N_s A}{4\pi d^2} = \frac{N_s A}{4\pi d^2}(1+R)$$

با جایگذاری شمارش های خالص بر واحد زمان بدست آمده از جدول مرحله قبلی برای d^2های مختلف رابطه (٤) را رسم نموده و از آنجا ضریب زاویه خط مربوطه که برابر با $\frac{N_s A}{4\pi}(1+R)$ می باشد را بدست آورید .

٤- روی چشمه را با ورقه های آلومینیومی به ضخامت ۲میلی متر بپوشانید .برد ذرات بتای منفی بقدری کم است که نمی توانند از این ضخامت عبور نمایند . لذا تنها پرتوهای گاما به آشکارساز می رسند .

٥- مراحل (۱) و (۲) را در حالیکه ورقه آلومینیومی روی چشمه می باشد ، مجدداً انجام داده و محاسبات قبلی را تکرار کنید . از روی ضریب زاویه خط حاصل می توان $\frac{N_s AR}{4\pi}$ را بدست آورید .

٦- از نتایج بدست آمده در مراحل (۳) و (٤) می توان فعالیت چشمه (تعداد انتظاری هسته های واپاشی شده در واحد زمان ، N_s) و راندمان آشکارساز گایگر مولر برای اشعه گاما را بدست آورد .

قطر پنجره آشکارساز گایگر مولر مورد استفاده ۹ میلی متر می باشد .

➢ به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

۱- توضیح دهید چرا راندمان برای اشعه گاما کمتر از واحد است . به عبارت دیگر چرا هر پرتو گاما که وارد آشکارساز گایگر مولر می گردد تولید پالس نمی کند ؟

۲- مقدار راندمان به چه عواملی بستگی دارد ؟

۳- آیا انتظار دارید که هر ذره آلفایی که وارد آشکارساز گایگر مولر می گردد ، ایجاد پالس کند ؟ چرا ؟ در این صورت راندمان این آشکارساز برای این مقدار چقدر است؟

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۱

پیوست یک

خطاهای استاندارد و محتمل

یک یا چند اندازه گیری را که به نتیجه R رسیده و خطای برآورد آن Eاست ، در نظر بگیرید . آزمایشگر نتیجه را در صورتی که خطای مطلق باشد به صورت $R\pm E$ و یا اگر خطای نسبی باشد به شکل $R\pm\varepsilon\%$ گزارش می کند .

در این رابطه $\varepsilon = \frac{E}{R}\times 100$ خطای نسبی می باشد . در اکثر موارد خطای نسبی گزارش می شود تا خطای مطلق . وقتی که دو خطای فوق را به کار می بریم ، نکته مهمی که باید در نظر داشت این است که $R\pm E$ به معنای این نیست که نتیجه صحیح حتماً بین $R\text{-}E$ و $R+E$ قرار دارد ، بلکه به این معناست که فقط احتمالی وجود دارد که نتیجه صحیح دارای مقداری بین $R\text{-}E$ و $R+E$باشد . عموماً دو خطای استاندارد ، E_s ، و محتمل ، E_p، به صورت زیر تعریف می شوند :

۱- خطای استاندارد

اگر خطای یک اندازه گیری به صورت $R\pm E_s$ گزارش شود که در آن E_s خطای استاندارد است ، در این صورت ٦٨/٣٪ احتمال وجود دارد که نتیجه صحیح مقداری بین $R\text{-}E_s$و $R+E_s$داشته باشد .

۲- خطای محتمل

خطای محتمل خطایی است که احتمال فراتر رفتن و یا نرفتن از آن یکی است . بنابراین ، اگر نتیجه یک اندازه گیری $R\pm E_p$ باشد . در این صورت ۵۰٪ احتمال وجود دارد که نتیجه واقعی دارای مقداری بین $R\text{-}E_p$ و $R+E_p$ باشد .

خطاهای استاندارد و محتمل ، هر دو بر توزیع گاوسی بنا شده اند . یعنی ، فرض بر این است که نتیجه R ، میانگین پیامدهایی است که به یک توزیع گاوسی تعلق دارند . رابطه بین خطای استاندارد و خطای محتمل به صورت زیر است :

رابطه (۱)
$$E_p = 0.6745E_s$$

میانگین حسابی و خطای استاندارد آن

آزمایشی را در نظر بگیرید که N بار تکرار شده و n_i , ($i = 1,2,3,...N$) پیامدهای آن می باشند . فرض کنید فرکانس رخداد n_i برابر p_{n_i} باشد ، یعنی $p_{n_i} = \frac{n_i}{N}$. هر چه مقدار N بزرگتر باشد ، منحنی تغییرات p_{n_i} بر حسب n_i بیشتر شبیه یک منحنی گاوسی خواهد بود . نتیجه اندازه گیری به صورت میانگین حسابی که با رابطه (۲) تعریف می شود ، گزارش می شود .

رابطه (۲)
$$\langle n\rangle = \sum_{i=1}^{N}\frac{n_i}{N}$$

مقدار واقعی را که میانگین واقعی نیز خوانده می شود ، فقط با تعداد بینهایت اندازه گیری می توان بدست آورد .خطای $\langle n\rangle$ بستگی به پهنای توزیع گاوسی دارد . هر چه پهنا کوچکتر باشد ، خطا هم کوچکتر می باشد ، از این رو اندازه گیری بهتر است .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۱

خطای استاندارد $\langle n \rangle$ بر حسب انحراف معیار توزیع ، تعریف می شود . با استفاده از فرض $f(x_i) = \frac{1}{N}$ ، انحراف معیار توزیع با معادله زیر بیان می شود :

رابطه (۳)
$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{N} \frac{(n_i - m)^2}{N}$$

چون تعداد اندازه گیری هایی که در اختیار ما می باشد ، متناهی است ، این رابطه را باید از دو جهت اصلاح کرد . اولاً چون میانگین واقعی ، m ، هیچگاه معلوم نیست ، آن را با بهترین برآورد که $\langle n \rangle$ است ، جایگزین می کنیم . ثانیاً به جای N باید $N-1$ جایگزین شود . پس :

رابطه (٤)
$$\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} (n_i - \langle n \rangle)^2$$

در این رابطه σ را انحراف معیار و یا خطای استاندارد یک تک اندازه گیری منفرد می نامند . واضح است که این کمیت با خطای استاندارد $\langle n \rangle$ برابر نمی باشد . ثابت می شود که این خطا از رابطه زیر بدست می آید :

رابطه (٥)
$$\sigma_{\langle x \rangle} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

رابطه فوق نشان می دهد که اگر تعداد آزمونها افزایش یابد ، خطا کاهش خواهد یافت .

انتشار خطاها

گاهی اوقات پژوهشگر ناچار است کمیتی را تعیین کند که تابعی از بیش از یک متغیر کاتوره ای است . در این گونه موارد ، مهم این است که بدانیم چگونه خطای کمیت مرکب را بر حسب خطاهای هر یک از متغیرهای کاتوره ای محاسبه کنیم . این پدیده عموماً به انتشار خطاها موسوم است .

تابع $f(x_1, x_2, \ldots, x_M)$ را که به متغیرهای کاتوره ای $x_1, x_2, \ldots, x_M$ وابسته است ، در نظر بگیرید . عموماً مقادیر $x_1, x_2, \ldots, x_M$ را به طور تجربی تعیین می کنند . این جمله به آن معنی است که مقادیر متوسط $\langle x_1 \rangle, \ldots, \langle x_M \rangle$ همراه با خطاهای استاندارد $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_M$ آنها مشخص می باشند . در این صورت :

۱- مقدار تابع $f(x_1, x_2, \ldots, x_M)$ که باید گزارش شود ، چیست ؟

۲- خطای استاندارد تابع $f(x_1, x_2, \ldots, x_M)$ چیست ؟

ثابت می شود که اولاً مقدار متوسط تابع $f(x_1, x_2, \ldots, x_M)$ که همان مقداری است که باید گزارش شود ، عبارت است از :

رابطه (٦)
$$\langle f \rangle = f(\langle x_1 \rangle, \langle x_2 \rangle, \ldots, \langle x_M \rangle)$$

ثانیاً خطای استاندارد تابع $f(x_1, x_2, \ldots, x_M)$ که برابر با انحراف معیار است ، در صورتیکه متغیرهای کاتوره ای غیر همبسته باشند رابطه زیر را خواهیم داشت :

رابطه (۷)
$$\sigma_{\langle f \rangle} = \sqrt{\sum_{i=1}^{M} \left(\frac{\partial f}{\partial \langle x_i \rangle}\right)^2 \sigma_i^2}$$

مثال۱ : مقدار متوسط و خطای استاندارد توابع زیر را بدست آورید .

الف) $f(x_1, x_2) = a_1 x_1 \pm a_2 x_2$

ب) $f(x_1, x_2) = a x_1 x_2$

ج) $f(x_1, x_2) = \frac{a x_1}{x_2}$

حل: الف)

$$\langle f \rangle = a_1 \langle x_1 \rangle \pm a_2 \langle x_2 \rangle$$

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۱

$$\sigma_{\langle f\rangle} = \sqrt{(\frac{\partial f}{\partial\langle x_1\rangle})^2\sigma_1^2 + (\frac{\partial f}{\partial\langle x_2\rangle})^2\sigma_2^2} = \sqrt{a_1^2\sigma_1^2 + a_2^2\sigma_2^2}$$

ب)
$$\langle f\rangle = a\langle x_1\rangle\langle x_2\rangle$$

$$\sigma_{\langle f\rangle} = a\sqrt{\langle x_2\rangle^2\sigma_1^2 + \langle x_1\rangle^2\sigma_2^2}$$

ج)
$$\langle f\rangle = a\frac{\langle x_1\rangle}{\langle x_2\rangle}$$

$$\sigma_{\langle f\rangle} = a\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{\langle x_2\rangle^2} + \frac{\langle x_1\rangle^2}{\langle x_2\rangle^4}\sigma_2^2}$$

خطای استاندارد نسبی قسمتهای ب و ج عبارت است از :

$$\frac{\sigma_{\langle f\rangle}}{\langle f\rangle} = \sqrt{(\frac{\sigma_1}{\langle x_1\rangle})^2 + (\frac{\sigma_2}{\langle x_2\rangle})^2}$$

رابطه (۸)

بنابراین ، خطای استاندارد نسبی حاصل ضرب ax_1x_2 و یا خارج قسمت $\frac{ax_1}{x_2}$ برابر با ریشه مربعی حاصل جمع مربعات خطاهای نسبی متغیرهای x_1 و x_2 می باشد .

مثال۲ : اگر ضخامت ماده ای به اندازه ۱۰ درصد تغییر کند ، کسر بیرون آمده فوتونها چه اندازه تغییر خواهد کرد . xرا مساوی m۰/۰۱ و μرا m^{-1} ۱۵ انتخاب کنید .

حل : $f(x) = e^{-\mu x}$ ، $\Delta f = (\frac{\partial f}{\partial x})\Delta x = -\mu e^{-\mu x}\Delta x$

$$\frac{\Delta f}{f} = -\mu\Delta x = -\mu x(\frac{\Delta x}{x}) = -15\times 0.01\times\frac{10}{100} = -0.015$$

بنابراین اگر ضخامت به اندازه ۱۰ درصد افزایش یابد ، کسر فوتونهای خروجی دست نخورده به اندازه ۱/۵ درصد کاهش خواهد یافت .

خطای آماری اندازه گیری تابشها

واپاشی پرتوزا یک فرآیند کاتوره ای است که از توزیع پواسون ، که بنابرآن انحراف معیار میانگین واقعی ، m ، برابر $\sqrt{m}$ است ، پیروی می کند . با این همه میانگین واقعی هیچگاه مشخص نبوده و هرگز نمی توان آن را از تعداد متناهی اندازه گیری بدست آورد . معهذا ثابت می شود اگر یک رشته متشکل از N اندازه گیری شمارشی با نتایج n_i ، $(i = 1,2,3,...N)$ مفروض باشد و فرض شود که شمارشهای n_i در شرایط یکسان و در یک مدت زمان ثابت بدست آمده باشند ، در این صورت میانگین این رشته از رابطه (۲) و خطای استاندارد میانگین از رابطه زیر بدست می آید :

$$\sigma_{\langle n\rangle} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{\langle n\rangle}{N}}$$

رابطه (۹)

ولی اگر چنانچه میانگین یک تابع خطی از متغیرهای مستقل n_i باشد ، در این صورت :

$$\sigma_{\langle n\rangle} = \frac{1}{N}\sqrt{n_t}$$

رابطه (۱۰)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۱

که در این رابطه $n_t = n_1 + n_2 + ... + n_N$ تعداد کل شمارشهای حاصل از N اندازه گیری است . لازم به ذکر است اگر نتایج شمارشها با عدم قطعیت های آماری کاملاً متفاوت با هم ترکیب شوند یا به عبارت دیگر اگر نتایج یک شمارش کوتاه و یک شمارش بلند با هم ترکیب گردند ، در این صورت :

رابطه (۱۱)

$$\langle n \rangle = \frac{\sum_{i=1}^{N} \frac{n_i}{\sigma_i^2}}{\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{\sigma_i^2}}$$

خطای استاندارد آهنگهای شمارشی

در عمل تعداد شمارشها در یک شمارشگر ثبت می شود ، ولی آنچه گزارش می شود آهنگ شمارش یعنی شمارشهای ثبت شده در واحد زمان است . تعاریف زیر را داریم :

۱- G شمارش ناخالص یا تعداد شمارشهای ثبت شده شمارشگر در مدت زمان t_G در حضور نمونه پرتوزا مورد نظر

۲- B شمارش زمینه یا تعداد شمارشهای ثبت شده شمارشگر در مدت زمان t_B بدون حضور نمونه پرتوزا مورد نظر

۳- $g = \frac{G}{t_G}$ آهنگ شمارش ناخالص

٤- $b = \frac{B}{t_B}$ آهنگ شمارش زمینه

٥- $r = g - b = \frac{G}{t_G} - \frac{B}{t_B}$ آهنگ شمارش خالص

خطای استاندارد آهنگ شمارش خالص از رابطه زیر بدست می آید :

رابطه (۱۲)

$$\sigma_r = \sqrt{(\frac{\partial r}{\partial G})^2 \sigma_G^2 + (\frac{\partial r}{\partial_{t_G}})^2 \sigma_{t_G}^2 + (\frac{\partial r}{\partial B})^2 \sigma_B^2 + (\frac{\partial r}{\partial t_B})^2 \sigma_{t_B}}$$

از آنجایی که σ_{t_G} و σ_{t_B} بسیار کوچک هستند ، لذا :

رابطه (۱۳)

$$\sigma_r = \sqrt{(\frac{\partial r}{\partial G})^2 \sigma_G^2 + (\frac{\partial r}{\partial B})^2 \sigma_B^2}$$

به طوریکه خطای استاندارد G و B عبارتند از :

$$\sigma_G = \sqrt{G} \quad , \quad \sigma_B = \sqrt{B}$$

شمای دیگر خطای استاندارد آهنگ شمارش خالص عبارت است از :

رابطه (١٤)

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{G}{t_G^2} + \frac{B}{t_B^2}}$$

لذا ، خطای آماری یک شمارش معین از اعداد ثبت شده توسط شمارشگر یعنی G و B تعیین می شود و نه از آهنگهای شمارش یعنی g و b.

مثال ۱ : یک نمونه پرتوزا شمارشهای زیر را داده است :

$$G=1000 \ , \ t_G = 2\ min \ , \ B = 500 \ , \ t_B = 10\ min$$

آهنگ شمارش خالص و خطای استاندارد آنرا محاسبه کنید .

حل :

$$r = \frac{G}{t_G} - \frac{B}{t_B} = 450 \text{ شمارش / دقیقه}$$

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۱

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{G}{t_G^2} + \frac{B}{t_B^2}} = 16 \quad \text{دقیقه / شمارش}$$

$$r = 450 \pm 16 \quad \text{دقیقه / شمارش}$$

مثال ۲ : یک نمونه پرتوزا در دو دقیقه ۱۰۰۰ شمارش تولید کرده است . آهنگ شمارش زمینه برابر $b = 100 \pm 6$ دقیقه / شمارش است . آهنگ شمارش خالص و خطای آن چقدر است ؟

حل :

$$r = \frac{G}{t_G} - b = \frac{1000}{2} - 100 = 400 \quad \text{دقیقه / شمارش}$$

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{G}{t_G^2} + \sigma_b^2} = \sqrt{\frac{1000}{2^2} + (6)^2} = 17 \quad \text{دقیقه / شمارش}$$

ترکیب آهنگهای شمارش

اگر آزمایشی را N بار انجام دهیم و نتیجه $G_1, G_2, ..., G_N$ را برای شمارشهای ناخالص و نتیجه $B_1, B_2, ..., B_N$ را برای شمارشهای زمینه بدست آوریم ، میانگین آهنگ شمارش خالص عبارت است از :

رابطه (۱۵)

$$\langle r \rangle = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} r_i = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{G_i}{t_{G_i}} - \frac{B_i}{t_{B_i}}\right)$$

در اکثر موارد t_{G_i} و t_{B_i} را ثابت می گیرند ، یعنی $t_{B_i} = t_B$ و $t_{G_i} = t_G$.

لذا در این حالت داریم :

رابطه (۱۶)

$$\langle r \rangle = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{G_i}{t_{G_i}} - \frac{B_i}{t_{B_i}}\right) = \frac{1}{N}\left(\frac{G}{t_G} - \frac{B}{t_B}\right)$$

که در آن $G = \sum_{i=1}^{N} G_i$ و $B = \sum_{i=1}^{N} B_i$ است . خطای میانگین استاندارد آهنگ شمارش در این حالت برابر است با :

رابطه (۱۷)

$$\sigma_{\langle r \rangle} = \frac{1}{N}\sqrt{\frac{G}{t_G^2} + \frac{B}{t_B^2}}$$

اگر آهنگ شمارش زمینه در مقایسه با آهنگ شمارش ناخالص قابل چشم پوشی باشد ، در این صورت

رابطه (۱۸)

$$\frac{\sigma_{\langle r \rangle}}{\langle r \rangle} = \frac{\frac{1}{N} \times \frac{\sqrt{G}}{t_G}}{\frac{G}{Nt_G}} = \frac{1}{\sqrt{G}}$$

روشهای کاهش خطا

در هر اندازه گیری تابش ، بسیار مهم است که آن را طوری انجام دهیم که نتیجه با خطای حداقل ممکن تعیین شود . عموماً نخستین کار این است که دستگاه شمارشگر را با کاهش هرچه ممکن تابش زمینه بهبود بخشید . در واقع در این مورد ، کمیت مهم نسبت $\frac{b}{g}$ و یا $\frac{b}{r}$ است و نه مقدار مطلق زمینه . با فرض اینکه همه کارهای ممکن برای حداقل کردن زمینه به عمل آمده باشد ، روشهایی وجود دارد که با انجام دادن آنها خطای کوچکتری حاصل می گردد که در ذیل آنها را بیان می کنیم :

۱- زمینه نسبت به زمان ثابت و محدودیت زمانی برای انجام اندازه گیری وجود ندارد

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۱

در این مورد ، زمینه برای زمانی طولانی اندازه گرفته می شود تا خطایی که از آن وارد مـی شـود بـه حداقـل برسـد . در ایـن مـورد داریم :

رابطه (۱۹)

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{G}{t_G^2}}$$

مثال : فرض کنید

$$G = 400 \quad , \quad t_G = 5min \quad , \quad B = 100 \quad , \quad t_B = 2.5\ min$$

$$r = \frac{400}{5} - \frac{100}{2.5} = 40 \text{ دقیقه / شمارش}$$

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{400}{5^2} + \frac{100}{2.5^2}} \quad , \quad \frac{\sigma_r}{r} = 0.14 = \%14$$

اگر زمینه ثابت باشد ، این نتیجه را میتوان با شمارش زمینه برای مدت طولانی تر مثلاً ۲۵۰ دقیقه بهبود بخشید .

$$B = \frac{100}{2.5} \times 250 = 10000 \text{ شمارش}$$

$$r = \frac{400}{5} - \frac{10000}{250} = 40 \text{ دقیقه / شمارش}$$

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{400}{5^2} + \frac{10000}{250^2}} \quad , \quad \frac{\sigma_r}{r} = \%10$$

۲- زمان محدودی مثل T وجود دارد که باید به شمارش زمینه و شمارش ناخالص هر دو اختصاص یابد .

زمان بهینه ای (T) که باید برای شمارش زمینه و شمارش ناخالص صرف گردد که منجر بـه خطـای آمـاری حداقلـی در آهنـگ شمارش خالص می شود ، از روابط ذیل حاصل می گردد :

رابطه (۲۰)

$$\begin{cases} T = T_G + T_B \\ \dfrac{T_B}{T_G} = \sqrt{\dfrac{b}{g}} \end{cases}$$

۳- محاسبه زمان شمارش لازم برای اندازه گیری یک آهنگ شمارش با یک دقت دلخواه

فرض کنید که آهنگ شمارش خالص یک نمونه پرتوزا را بخواهیم با یک دقت a درصدی اندازه بگیریم ، یعنی $\frac{\sigma_r}{r} = \%a$.

هدف این است که زمان شمارش T_G لازم برای دستیابی به a درصد خطای استاندارد در آهنگ شمارش خالص را تعیین کنیـم .

ثابت می شود این زمان برابر است با :

رابطه (۲۱)

$$T_G = \frac{g}{(g-b)^2 \left(\frac{a}{100}\right)^2 - \sigma_b^2}$$

مثال : نمونه پرتوزایی دارای شمارش ناخالص ۸۰۰ شمارش در ۲ دقیقه است . این نمونه را باید برای چه مدتی بشـماریم تـا آهنـگ شمارش خالص را با دقت ۱٪ بدست آوریم . فرض کنید آهنگ شمارش زمینه ۲±۱۰۰ شمارش در دقیقه است .

حل :

$$T_G = \frac{\frac{800}{2}}{(400-100)^2 (0.01)^2 - 2^2} = 80\ min$$

در واقع ، اگر برای مدت ۸۰ دقیقه به شمارش ادامه دهیم خطای r برابر خواهد بود با :

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{g}{T_G} + \sigma_b^2} = 0.3 \quad , \quad \frac{\sigma_r}{r} = \frac{3}{300} = \%1$$

Sample output to test PDF Combine only

Periodic Table of the Elements

1 H	METALS											NON METALS					2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Unq	105 Unp													

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

گروه فیزیک دانشگاه بیرجند - نازیلا دیوانی

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۲

Th-232

Element Name: Thorium **Mass Number:** 232

Atomic Mass: 232.038 **Atomic Number:** 90

Atomic Half Life: 1.4050E+4 Million Years

POSSIBLE PARENTS

1. U-236 Uranium → Th-232

DAUGHTER PRODUCTS

1. **Ra-228** **Radium** **100.0 %**

EMISSION PRODUCTS

1. Number of Alphas **3**
2. Number of Betas
3. Number of Positrons
4. Number of Electrons **5**
5. Number of Photons **3**

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۲

Ra-226

Element Name: Radium **Mass Number:** 226

Atomic Mass: 226.025 **Atomic Number:** 88

Atomic Half Life: 1.600 Thousand Years

POSSIBLE PARENTS

1.	Th-230	Thorium	→ Ra-226

DAUGHTER PRODUCTS

1.	**Rn-222**	**Radon**	**100.0 %**

EMISSION PRODUCTS

1.	Number of Alphas	**3**
2.	Number of Betas	
3.	Number of Positrons	
4.	Number of Electrons	**6**
5.	Number of Photons	**6**

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۲

Am-241

Element Name: Americium **Mass Number:** 241

Atomic Mass: 243.000 **Atomic Number:** 95

Atomic Half Life: 432.200 Years

POSSIBLE PARENTS

1. Pu-241 Plutonium → Am-241

DAUGHTER PRODUCTS

1. Np-237 Neptunium 100.0 %

EMISSION PRODUCTS

1. Number of Alphas 6
2. Number of Betas
3. Number of Positrons
4. Number of Electrons 16
5. Number of Photons 5

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۲

Co-60

Element Name: Cobalt
Mass Number: 60
Atomic Mass: 58.933
Atomic Number: 27
Atomic Half Life: 5.271 Years

POSSIBLE PARENTS

1. Co-60m Cobalt → Co-60

DAUGHTER PRODUCTS

EMISSION PRODUCTS

1. Number of Alphas
2. Number of Betas 1
3. Number of Positrons
4. Number of Electrons
5. Number of Photons 3

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پیوست ۲

Cs-137

Element Name: Cesium **Mass Number:** 137

Atomic Mass: 132.905 **Atomic Number:** 55

Atomic Half Life: 30.170 Years

POSSIBLE PARENTS

1. Xe-137 Xenon → Cs-137

DAUGHTER PRODUCTS

1. **Ba-137m** **Barium** **94.6 %**

EMISSION PRODUCTS

1. Number of Alphas
2. Number of Betas 2
3. Number of Positrons
4. Number of Electrons
5. Number of Photons

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

مراجع و مآخذ :

1. Experiments in Nuclear Science , AN34- EG&G ORTEC

2. Physics Experiments volume 3 : Optics - Atomic and Nuclear Physics – Solid-State Physics ; LEYBOLD DIDACTIC GMBH

۳. اندازه گیری و آشکارسازی تابش های هسته ای ، نوشته : نیکلاس سولفانیدیس

٤. آشنایی با فیزیک بهداشت از دیدگاه پرتوشناسی ، نوشته : هرمان سمبر

٥. آشنایی با فیزیک هسته ای ، نوشته : کنت کرین

٦. مبانی فیزیک هسته ای ، نوشته : والتر می یرهوف

۷.مبانی فیزیک پرتوها و پرتوزاها ، نوشته : دکتر حسن پرنیان پور

۸. علوم پایه در پزشکی هسته ای ، نوشته : روی- پ. پارکر ، پیتر اچ . اس . اسمیت ، دیوید ام . تیلور

۹. حفاظت در برابر اشعه ، نوشته : مهدی غیاثی نژاد ، مهران کاتوزی

۱۰ . دستورکار آزمایشگاه فیزیک هسته ای ، دانشگاه فردوسی ، نوشته : دکتر رحیم کوهی ، رضا ایزدی

۱۱. دستورکار آزمایشگاه فیزیک هسته ای ، دانشگاه صنعتی شریف

۱۲. دستورکار آزمایشگاه فیزیک هسته ای ، دانشگاه بیرجند ، نوشته : وحید دادمهر

Sample output to test PDF Combine only