

آزمایش های قابل انجام با دستگاه Universal Coincidence
(آزمایش های همزمانی)

مدل NT-132



شرکت نوین طیف (مجموعه آزمایش های ۳)



Universal Coincidence

Model: NT132

a) Front Panel



- 1) On / Off Switch
- 2) Main Reset
- 3) LCD Monitor
- 4) Clear Reset
- 5) Main Channel Delay potentiometer
- 6) Resolving Time potentiometer
- 7) Coincidence & Anticoincidence Controller (for channel C)
- 8) Delay Potentiometer (for channel C)
- 9) Pulse Width Controller (for channel C)
- 10) Enter Key
- 11) Back Key
- 12) Keyboard

- ۱) کلید روشن / خاموش
- ۲) کلید رست اصلی برای پاک کردن تمام تنظیمات و تنظیم دوباره.
- ۳) نمایشگر زمان و شمارش
- ۴) کلید رست برای پاک کردن نمایشگر.
- ۵) پتانسیومتر تنظیم تأخیر زمانی برای پالس اصلی
- ۶) پتانسیومتر تنظیم عرض پالس کانال اصلی که حداقل این عرض پالس می تواند $0.5 \mu\text{s}$ باشد.
- ۷) سوئیچ تنظیم حالت همزمانی یا غیر همزمانی کانال C
- ۸) پتانسیومتر تنظیم تأخیر زمانی برای کانال C
- ۹) پتانسیومتر تنظیم عرض پالس برای کانال C
- ۱۰) کلید اینتر برای ست کردن هر تنظیم انجام شده.
- ۱۱) کلید بازگشت برای برگشت به تنظیم قبلی و اصلاح آن
- ۱۲) صفحه کلید ارقام (برای دادن زمان مورد نظر جهت شمارش)

b) Rear Panel



- 13) Coincidence Output
- 14) Power Port (AC 220 v)
- 15) Main On / Off Switch
- 16) Output Pulse Width Controller
- 17) Main Pulse Delay Output
- 18) Main Channel Signal Input
- 19) Channel A Delay Output
- 20) Channel A Signal Input
- 21) Channel B Delay Output
- 22) Channel B Signal Input
- 23) Channel C Delay Output
- 24) Channel C Signal Input

۱۳) با اتصال این خروجی به یک کانال اسیلوسکوپ می توانیم نتیجه همزمانی را مشاهده کنیم.

۱۴) رابط برق NTMCA (برق شهر).

۱۵) کلید روشن / خاموش اصلی دستگاه NTMCA

۱۶) به وسیله این پیچ ساعتی با یک پیچ گوشتی می توانیم عرض پالس همزمانی خروجی را تنظیم کنیم.

۱۷) خروجی پالس کانال اصلی که عرض این پالس می تواند به نوعی معرف **resolving time** خود NTMCA

باشد که با تنظیم آن به وسیله پیچی که در پنل جلویی دستگاه است (۶) می توانیم این زمان را طوری تنظیم کنیم

که همزمانی نهایی را مشاهده نمائیم (در واقع محدوده همزمانی را مشخص می کنیم)

۱۸) ورودی پالس اصلی حاصل از یک SCA (مثلا خروجی SCA یک CTHVS).

۱۹) خروجی پالس کانال A

۲۰) ورودی پالس کانال A

۲۱) خروجی پالس کانال B

۲۲) ورودی پالس کانال C

۲۳) خروجی پالس کانال C

۲۴) ورودی پالس کانال C

Model; NT122

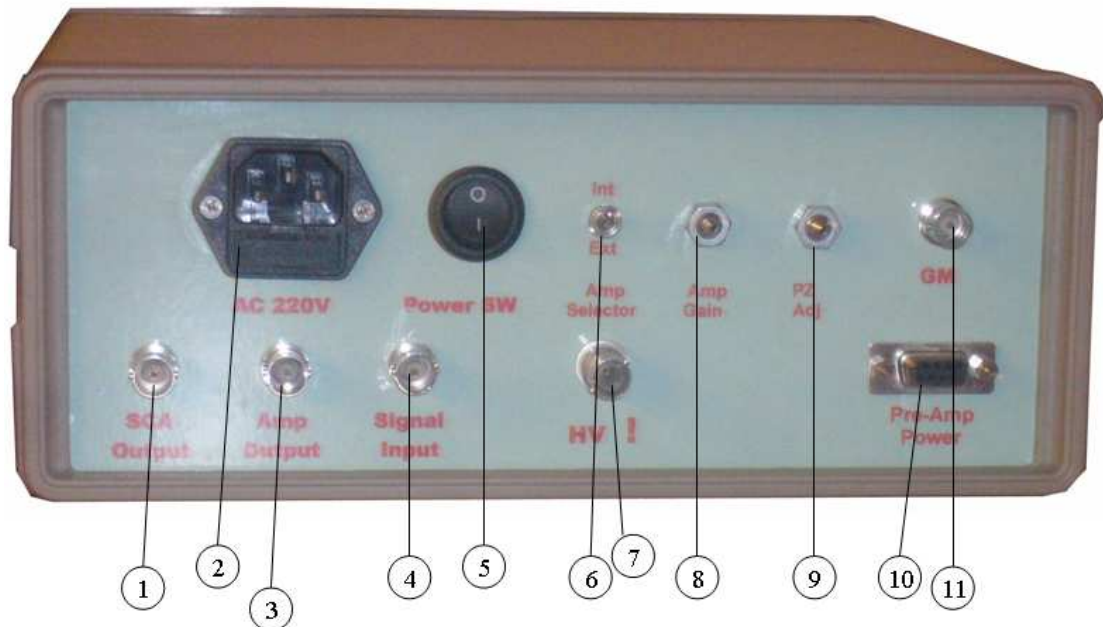
a) Front Panel



- 1) On / Off Key
- 2) LCD Monitor
- 3) Main Reset
- 4) Clear Reset
- 5) High Voltage Potentiometer
- 6) Upper Level or ΔE
- 7) Lower Level
- 8) Enter Key
- 9) Digits Keyboard
- 10) Back Key

- ۱) کلید روشن / خاموش اصلی دستگاه
- ۲) نمایشگر زمان و شمارش
- ۳) کلید اصلی ریست دستگاه
- ۴) کلید ریست برای پاک کردن شمارش و زمان از صفحه مونیتور
- ۵) پتانسیومتر تنظیم ولتاژ بالا
- ۶) پتانسیومتر تنظیم حد بالایی تحلیل گر تک کاناله
- ۷) پتانسیومتر تنظیم حد پایینی تحلیل گر تک کاناله
- ۸) کلید اینتر برای ست کردن تنظیم انجام شده (مثلا برای زمان و مد SCA و نیز پلاریته پالس ورودی)
- ۹) صفحه کلید برای دادن زمان و غیره
- ۱۰) کلید برگشت به تنظیمات قبلی انجام شده

b) Rear Panel



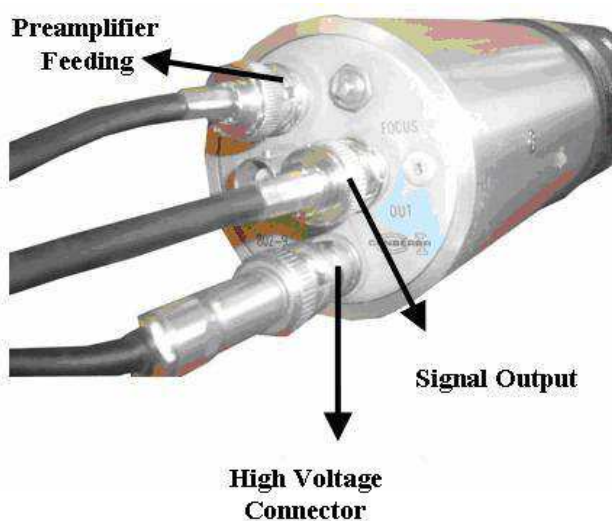
- 1) SCA Output
- 2) Power Port (AC 220 v)
- 3) Amplifier Output
- 4) Signal Input
- 5) Power On / Off Main Switch
- 6) Amplifier Selector (Input / Output)
- 7) High Voltage Output
- 8) Amplifier Gain Controller
- 9) Pole Zero Adjustment
- 10) GM Detector Input
- 11) Preamplifier Feeding Port

- ۱) خروجی تحلیل گر تک کاناله
- ۲) پورت برق دستگاه
- ۳) خروجی تقویت کننده
- ۴) ورودی سیگنال از آشکارساز سینتیلاتور
- ۵) سوئیچ اصلی روشن / خاموش دستگاه
- ۶) سوئیچ تنظیم ورودی / خروجی تقویت کننده (تقویت کننده داخلی یا خارجی)
- ۷) خروجی منبع تغذیه از دستگاه به آشکارساز
- ۸) پیچ ساعتی تنظیم کننده بهره تقویت پالس ورودی تقویت کننده دستگاه
- ۹) تنظیم کننده Pole / Zero پالس خروجی از تقویت کننده (تغییرات لبه پایین رونده پالس نسبت محور اصلی)
- ۱۰) ورودی پالس از یک آشکارساز گایگر مولر
- ۱۱) ورودی پورت تغذیه تقویت کننده اولیه (Preamplifier)

در ادامه توضیح مختصری راجع به عملکرد عمومی دستگاه داده می شود.

نحوه به راه انداختن دستگاه CTHVS :

- کابل برق دستگاه را وصل نمائید.
- خروجی منبع تغذیه آشکارساز NaI را همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است به ورودی منبع تغذیه دستگاه وصل نمائید.



خروجیهای بیس یک آشکارساز یدور سدیموم (NaI)

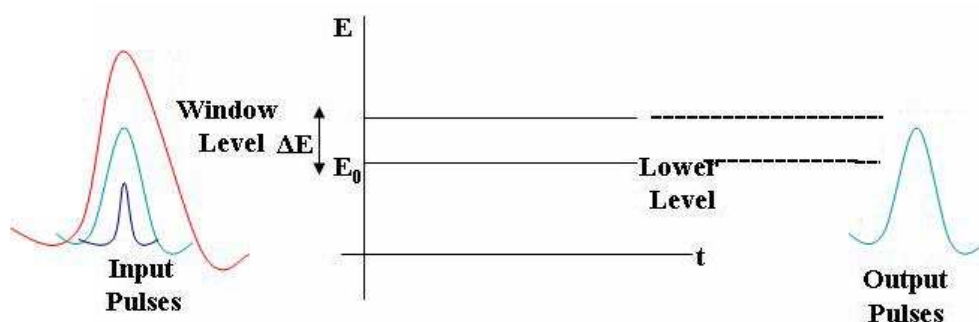
- خروجی تغذیه Pre-amplifier بیس آشکارساز را به ورودی تغذیه دستگاه CTHVS متصل کنید.
- خروجی سیگنال آشکارساز را چنانچه در شکل نشان داده شده است به ورودی سیگنال دستگاه وصل نمائید.
- حال کلید روشن / خاموش اصلی دستگاه را در پنل پشتی آن روشن نموده و کلید مربوطه در پنل جلویی دستگاه را نیز روشن کنید.
- پس از روشن نمودن دستگاه اولین مرحله مربوط به انتخاب آشکارساز است : مد SCA (یعنی همان آشکارساز سیتیلاتور) یا آشکارساز GM (یا گایگر-مولر) . که باید مد SCA را انتخاب نماییم و بعد دکمه اینتر را فشار دهیم.
- مرحله بعدی در مورد پلاریته سیگنال ورودی است که مثبت است یا منفی، مثبت را اختیار می کنیم و مجددا دکمه اینتر را فشار می دهیم.

- مرحله سوم در مورد مد کاری SCA است؛ دو مد کاری برای SCA (آنالیزور تک کاناله) وجود دارد. یک حالت نرمال و دیگری حالت پنجره که بسته به نوع کار می توان یکی از این دو مد را انتخاب نمود. به عنوان مثال نحوه عملکرد این دو مد به طور مختصر به صورت زیر می باشد :

مد Window :

در این مد کاری یک سطح آستانه برای انرژی داریم و یک پنجره انرژی. سطح انرژی یا به عبارتی ولتاژ آستانه (Lower Level) یک سد انرژی آستانه را در برابر پالسهای ورودی می گذارد، یعنی تنها به پالسهایی که انرژی آنها بالاتر از این سطح انرژی است اجازه عبور خواهد داد. در شکل زیر این سطح نشان داده شده است. با توجه به شکل دیده می شود که تنها پالسهایی عبور کرده اند که سطح انرژی آنها بالاتر از این آستانه بوده است. مقدار این سطح انرژی به وسیله پتانسیومتر که در پنل جلویی دستگاه CTHVS وجود دارد قابل تنظیم است که مقدار آن از صفر تا ۱۰ ولت قابل تنظیم است.

و اما سطح انرژی پنجره که پهنای انرژی است که از صفر تا ۱۰ ولت بوده و توسط پتانسیومتر پنل جلویی این دستگاه قابل تنظیم است؛ مقدار تنظیم شده برای این سطح، با سطح انرژی آستانه جمع می شود که حاصلش یک پنجره انرژی خواهد بود که تنها پالسهایی عبور خواهند کرد که سطح انرژی آنها بالاتر از سطح پایینی و پایین تر از سطح انرژی پنجره بعلاوه سطح آستانه باشد. مثلا اگر سطح آستانه E_0 و سطح پنجره ΔE باشد تنها پالسهایی عبور می کنند و شمرده می شوند که سطح انرژی آنها بین $E_0 + \Delta E$ باشد.



نمایش عملکرد مد window

مد نرمال :

در این مد یک سطح انرژی آستانه (Lower Level) و یک سطح انرژی بالا (Upper Level) داریم که هر دو این سطوح توسط پتانسیومترهای موجود در پنل جلویی دستگاه CTHVS بین صفر تا ۱۰ ولت قابل تنظیم می باشند. در اینجا از کلیه پالسهای ورودی به دستگاه تنها آنهایی شمرده و عبور داده می شوند که سطح انرژی آنها بین این دو سطح انرژی باشد.

مد مورد نظر را انتخاب کرده و دکمه اینتر را فشار می دهیم.

- به این ترتیب از خروجی SCA این دستگاه در مد مورد نظر می توان استفاده کرده و به ورودیهای کانالهای دستگاه همزمانی که قبلا قسمتهای مختلف آن معرفی شد، پالس بدیم. خروجی دیگر این دستگاه که خروجی تقویت کننده آن است را می توان به یک اسیلوسکوپ داده و پالسهای را که از آشکارساز آمده اند، ملاحظه کرد.

کمبت دیگری که دستگاه مقداری برای آن درخواست می کند زمان شمارش است. این زمان را انتخاب کرده و دکمه اینتر را فشار دهید.

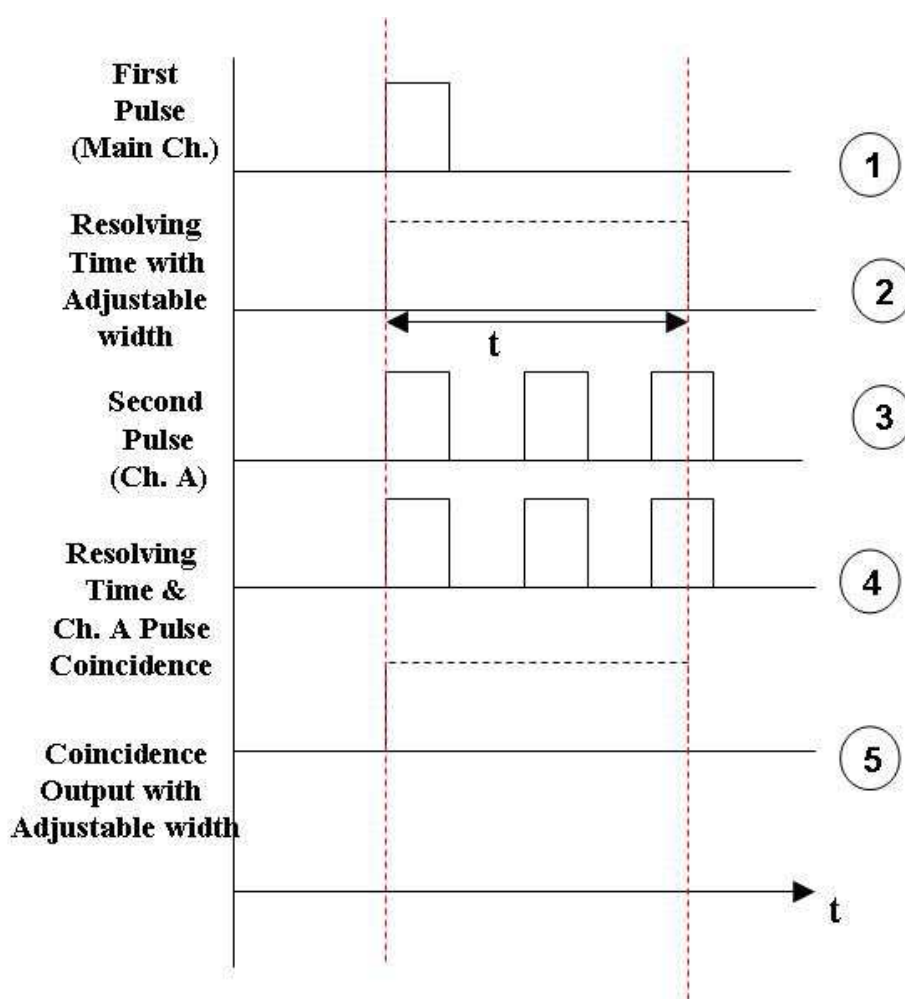
- اما آخرین مرحله دادن ولتاژ کاری معمول آشکارساز مورد استفاده است که باید مقدار ولتاژی را که برای آشکارساز مورد نظر استفاده می کنیم با استفاده از پتانسیومتر موجود در پنل جلویی آشکارساز به آن بدیم.

- در تمام مراحل فوق اگر احیانا اشتباهی در ست کردن تنظیمات انجام دادیم می توان به وسیله کلید **B** به مرحله قبل برگردیم یا به کمک کلید **MR** کاملا به اول کار برگشته و از اول تنظیمات را انجام دهیم. به وسیله کلید **CR** در هنگام کار با دستگاه می توان شمارش روی نمایشگر را پاک کرده تا شمارش از نو صورت گیرد.

- استفاده از دستگاه همزمانی به این ترتیب می باشد:

- پس از روشن نمودن دستگاه به وسیله سوئیچهای موجود در پنل پشت و جلوی دستگاه، سوال در مورد زمان شمارش می شود که باید زمان شمارش همزمانی مد نظر را به وسیله دکمه های موجود در پنل جلویی دستگاه بدهید. کلیدهای دیگر مثل **B**، **E**، **MR** و **CR** مشابه دستگاه قبل می باشد. از خروجی های SCA دستگاههای CTHVS که توضیحات آنها قبلا داده شد، یکی را به ورودی کانال اصلی در پنل پشتی دستگاه داده و از دیگری به یکی از کانالهای دیگر دستگاه مثلا کانال **A** بدهید. به وسیله سوئیچهای کنار سه کانال موجود در پنل جلویی می توانید حالت همزمانی یا غیر همزمانی را برای هر کانال انتخاب نمایید؛ مثلا چون از کانال **A** بعلاوه کانال اصلی

استفاده می کنیم کانال اصلی که خودبخود درگیر همزمانی می شود و کافی است سوئیچ مربوط به کانال A را در پنل جلویی در حالت همزمانی قرار دهیم. به وسیله پیچ های ساعتی تنظیم عرض پالس هر کانال در پنل جلویی می توانیم عرض پالس ورودی به هر کانال را تغییر دهیم و به وسیله پتانسیومترهای تنظیم تأخیر زمانی برای هر پالس که در پنل جلویی دستگاه برای هر کانال وجود دارد می توانیم این تأخیر زمانی را برای پالس ورودی به هر کانال تنظیم نمائیم. خروجی هر کانال را می توانیم با اتصال کابل به خروجی هر یک در پنل پشتی دستگاه و اتصال آنها به اسیلوسکوپ مشاهده نموده و تنظیمات عرض پالس یا تأخیر زمانی را روی اسیلوسکوپ مشاهده نمائیم.



نمایش ساده همزمانی

. با دادن زمان شمارش معین برای همزمانی می توانیم شمار تعداد همزمانی ها را پس از تنظیم کامل دستگاه مطابق دستور آزمایش روی صفحه نمایشگر ببینیم.

نمایش ساده همزمانی در شکل فوق نشان داده شده است. شماره (۱) پالس ورودی به کانال اصلی دستگاه را نشان می دهد. شماره (۲) resolving time دستگاه را نشان می دهد که در اینجا با خط چین رسم شده که نشان دهد این زمان قابل تنظیم است. (به وسیله پیچ ساعتی که در پنل جلویی دستگاه می باشد) شماره (۳) پالس ورودی به کانال دوم (مثلا کانال A) را نشان می دهد؛ چنانچه دیده می شود تعداد سه پالس رسم شده که بیانگر این است که زمان وقوع پالس دوم می تواند در هر نقطه ای در بازه زمانی یا در عرض resolving time تعیین شده اتفاق بیافتد) پس یعنی ما یک پالس ورودی به کانال دوم داریم که می تواند در هر نقطه زمانی در محدوده resolving time تعیین شده اتفاق بیافتد) شماره (۴) نشان می دهد که هر کدام از پالسهای ورودی به کانال A اتفاق بیافتد) و در شماره ۳ نشان داده شد) ، می تواند با پالس ورودی به کانال اصلی در زمان مربوطه هر یک، پدیده همزمانی را داشته باشند. شماره (۵) پالس خروجی حاصل از همزمانی را نشان می دهد که خط چین نشانگر قابل تنظیم بودن عرض زمانی این پالس می باشد. نکته ای که در اینجا قابل ذکر است، این است که در شماره (۳) تنها آن پالس ورودی به کانال دوم می تواند با پالس ورودی به کانال اصلی همزمانی داشته باشد که در محدود زمانی t یا resolving time اتفاق بیافتد و این یعنی این که عرض پالس مربوطه به طور کامل یا حتی تنها قسمتی از آن در محدوده resolving time قرار گیرد.

در ادامه چند آزمایش که می توان به وسیله این مجموعه انجام داد ارائه می شود؛ با مطالعه دقیق توضیحات فوق و نیز توضیحات آزمایشها امید است نتیجه مورد انتظار در هر یک از آزمایشها را بدست آورید.

فصل اول

تکنیکهای هم زمانی و اندازه گیری اکتیویته مطلق

هدف

در این مطالعه شمای فروپاشی ویژه ای که یک منبع وقایع همزمانی می باشد به کمک آزمایش مورد بررسی قرار می گیرد. در این آزمایش برای مطالعات همزمانی از ترکیب برخی ابزار اندازه گیری که شامل اسپکتروسکوپی زمان می باشد، استفاده می شود.

تئوری

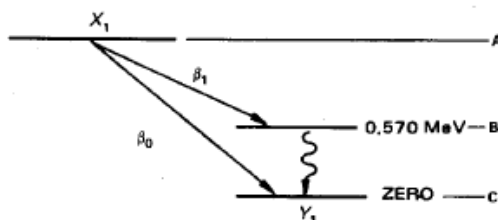
همزمانی (β و γ)

شمارش همزمانی روشی است برای آشکارسازی و شناسایی مواد رادیواکتیو نیز برای کالیبراسیون نرخ شمارش این واپاشی ها. اندازه گیری اکتیویته مطلق می تواند به وسیله شمارش دو یا تعداد بیشتری از تابشهای خاص، نظیر بتا و گاما، که با هم یا با فاصله زمانی معین نسبت به هم اتفاق می افتند، صورت گیرد. ایزوتوپی که در این آزمایش استفاده می شود ^{60}Co می باشد.

بسیاری از منابع گاما و بتا که در آزمایشگاهها استفاده می شود، به وسیله راکتورهای هسته ای تولید می شوند. به عنوان مثال، یک ایزوتوپ پایدار برای مدت زمانی معین در قلب راکتور قرار می گیرد. شار نوترون در قلب راکتور به بزرگی $10^{14} \text{ n/cm}^2 \text{ sec}$ می باشد. این بدان معنی است که 10^{14} نوترون حرارتی هر cm^2 از نمونه را در واحد زمان بمباران می کند. در نتیجه این بمباران نمونه رادیو اکتیو می شود.

در انرژیهای نوترون حرارتی محتمل ترین واکنش نوترونی واکنش (n, γ) می باشد. توصیف ساده این واکنش به این ترتیب است که نوترون حاصل از راکتور با یکی از هسته های ثابت نمونه برخورد نموده و جذب هسته می شود. هسته جدید حاصل به احتمال زیاد ناپایدار بوده و این انرژی اضافی را با گسیل ذره از دست می دهد. برای فعال سازی نوترونی (n, γ) هسته برانگیخته غنی از نوترون می باشد و محتمل ترین مد واپاشی برای یک ایزوتوپ غنی از نوترون واپاشی بتا

می باشد. پیامد یک واپاشی بتا معمولاً یک واپاشی گاما می باشد. در شکل (۱) شمای فروپاشی یاد شده دیده می شود.

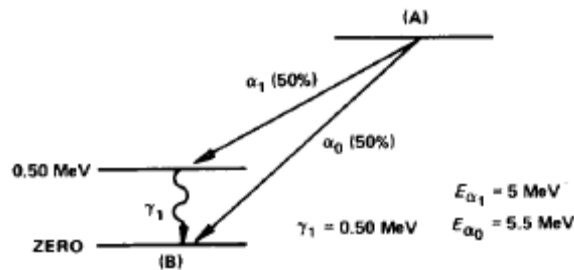


شکل (۱) شمای فروپاشی بتا و گامای پیامد بتازایی

این شمای فروپاشی کاملاً ساده می باشد. در این شکل خطوط افقی ترازهای انرژی را نشان می دهند؛ خط افقی سمت چپ تراز برانگیخته هسته مادر (X_1) و خطوط افقی سمت راست ترازهای انرژی هسته دختر (Y_1) را نشان می دهند که در آن تراز بالایی تراز برانگیخته و پایین ترین تراز مربوط به تراز پایه هسته دختر می باشد. هسته مادر دو راه برای خارج شدن از حالت ناپایداری و برانگیخته خود دارد؛ اول اینکه با یک واپاشی بتا (β_1) به تراز برانگیخته هسته دختر رفته و سپس هسته دختر با از دست دادن انرژی اضافی خود با یک تابش γ به تراز پایه خود برود. راه دیگر این است که مستقیماً با یک تابش بتا (β_0) به تراز پایه هسته دختر برود. اما گامای مزبور یک گامای آنی می باشد؛ آنی به این معنی است که این زمان بسیار کوتاه در حدود 10^{-8} تا 10^{-21} ثانیه می باشد. انرژی گاما درست معادل انرژی اولین حالت برانگیخته اول هسته دختر می باشد. (در شکل (۱) این انرژی حدود 0.570 MeV می باشد. بنابراین β_1 و گاما در همزمانی با هم می باشند. حال از این همزمانی می توان برای بدست آوردن اکتیویته مطلق استفاده نمود.

همزمانی (α و γ)

برای فهمیدن مفهوم همزمانی (α و γ)، مثال ساده ای استفاده می شود. فرض کنید که ما یک چشمه آلفا داریم (A) که با یک گسیل آلفا به ایزوتوپ پایدار (B) (شکل ۲) تبدیل می شود. در شکل (۲) دیده می شود که در پنجاه درصد موارد هسته A مستقیماً با گسیل یک آلفا (α_0) که حدود 5.5 MeV ، که اختلاف انرژی بین دو تراز A و B است، می رود. در پنجاه درصد موارد واپاشی به صورت یک واپاشی (α و γ) است که شبیه واپاشی (β و γ) در مثال قبلی می باشد. در این واپاشی یک آلفای 5 MeV (α_1) گسیل می شود که پیامد آن گسیل یک گامای 0.50 MeV می باشد. بنابراین α_1 و γ_1 در همزمانی با یکدیگر می باشند.

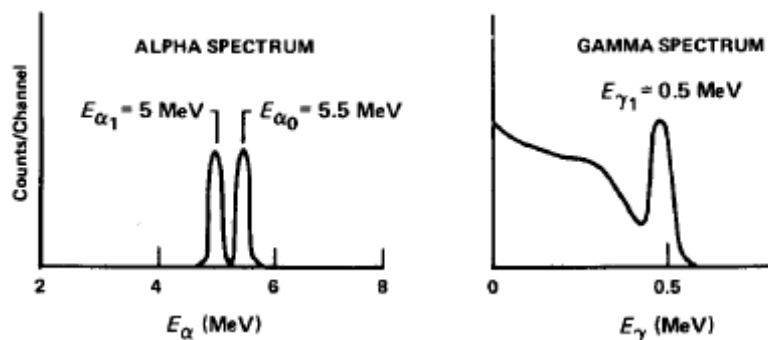


شکل (۲) شمای واپاشی γ - α

چنانچه ابزار اندازه گیری را با حضور آشکارساز سد سطحی به هم متصل نمائید، می توانید آلفاها را مشاهده نمائید و به وسیله آشکارساز NaI (TI) گاماها را مشاهده کنید، و نیز مشاهده خواهید نمود که هیچ گامایی با α_0 در همزمانی نیست.

همزمانی (γ و γ)

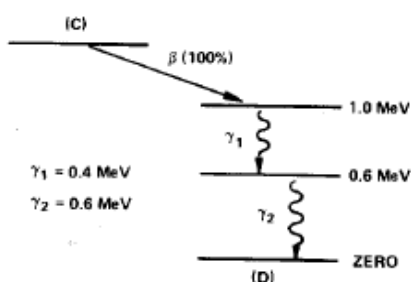
در کلیه مثالهایی که تاکنون بیان شد گسیل گاما مستقیما به تراز پایه هسته نهایی صورت می گیرد. ممکن است که هسته ای با گسیل گاماهاى مختلفی به حالت پایدار خود برسد. به عنوان مثال شکل (۴) را ببینید.



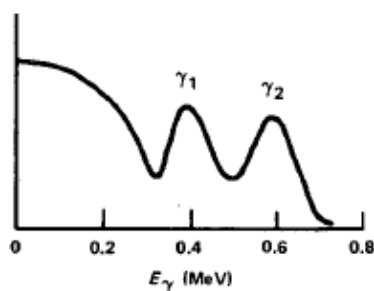
شکل (۳) طیف α و γ در آزمایش همزمانی γ - α

در شکل (۴) هسته C با گسیل یک بتا که پیامد آن یک گسیل گاما می باشد به هسته D واپاشی می کند. یک راه فروپاشی این هسته C به تراز برانگیخته هسته D واپاشی کند که دارای انرژی اضافی در حدود $1/0 \text{ MeV}$ می باشد. هسته برانگیخته (D) این انرژی اضافی خود را با گسیل اولین

گاما γ_1 ، که انرژی در حدود 0.4 MeV دارد، و سپس به طور آنی با گسیل دومین گاما γ_2 ، که دارای انرژی 0.6 MeV است، از دست می دهد. برای این مثال ساده طیف ایزوتوپ C در شکل (۵) نشان داده شده است. در اینجا برای بتا با هریک از گاماها، همزمانی می تواند وجود داشته باشد. بعضی اوقات یک ایزوتوپ می تواند بدون گذر از حالت های میانی به تراز برانگیخته برود. در مثال فوق یک گاما با انرژی 1 MeV در طیف دیده خواهد شد. این احتمالات واپاشی گاما به تراز انرژی پایه با گذر از حالت های میانی نسبت های شاخه ای گاما نامیده می شود.^۱



شکل (۴) شمای فروپاشی با گسیل گاما های متفاوت



شکل (۵) طیف گاما های ایزوتوپ C در شمای واپاشی شکل (۴)

در ادامه آزمایش های اندازه گیری همزمانی (γ و γ) و (γ و α) انجام خواهد شد. آزمایش همزمانی (γ و β) برای به دست آوردن اکتیویته مطلق استفاده می شود.

¹ Gamma – ray branching ratios

آزمایش (۱)

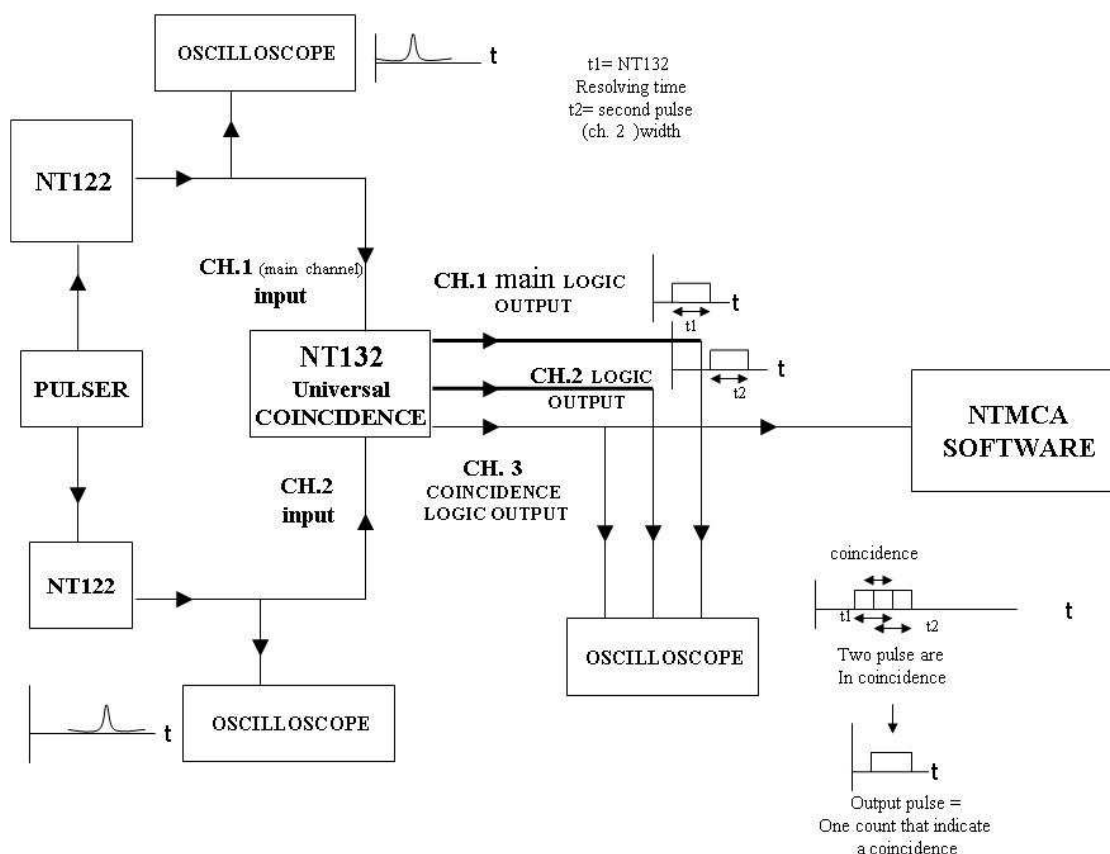
اندازه گیری سریع یک همزمانی

وسایل لازم : دو عدد دستگاه ساده CTHVS ، دستگاه همزمانی، اسیلوسکوپ، یک عدد پالسر، نرم افزار جمع آوری طیف و کامپیوتر

در مدار شکل (۶) تنظیمات زیر را انجام دهید

- ورودی مثبت تقویت کننده را در پنل پشتی دو دستگاه CTHVS انتخاب نموده و مد Window آنها را اختیار نمائید.
- Lower Level مربوط به SCA در پنل جلویی NT122 ها را روی ۵۰/۱۰۰۰ و Upper Level آنها را تا انتها یعنی ۱۰۰۰/۱۰۰۰ باز کنید.
- در مورد پالسر : خروجی مثبت و تضعیف شده (attenuated) آن را انتخاب کنید. خروجی های پالسر را به ورودی سیگنال دو CTHVS داده پالسر را روشن کرده و خروجی این واحدها را روی اسیلوسکوپ ملاحظه نمائید.
- کنترل گر ارتفاع پالس روی پالسر و نیز بهره تقویت کننده CTHVS NT122 را در پنل پشتی دستگاه طوری تنظیم نمائید که ارتفاع پالسهای مشاهده شده حاصل از پالسر روی اسیلوسکوپ برای هر دو CTHVS، به ۵V~ برسد.
- خروجی SCA یکی از CTHVS ها را به ورودی کانال اصلی NT132 Coincidence در پنل پشتی آن بدهید. خروجی CTHVS دیگر را به ورودی یکی از سه کانال دیگر، مثلاً کانال A ، بدهید.
- خروجی کانال انتخابی ، خروجی کانال اصلی و خروجی همزمانی را به یک اسیلوسکوپ بدهید (در صورت امکان یک اسیلوسکوپ سه کاناله)
- در پنل جلویی Coincidence تنظیمات زیر را انجام دهید :
- سوئیچ کانال انتخابی (A) را در حالت Coincidence قرار دهید. و کنترل گر تأخیر (Delay) کانال اصلی (Main Channel) و نیز کانال انتخابی (A) را روی ۰/۵ μ s

-
- تنظیم نمائید؛ Resolving time را $2 \mu s$ اختیار نمائید. به کمک کنترل گر عرض پالس کانالها می توانید عرض پالس مربوط به کانال انتخابی (A) را تغییر دهید.
- با انجام تنظیمات روی کنترل گر تأخیر (Delay) کانال A و تأخیر کانال اصلی می توان پالس حاصل از همزمانی را در کنار پالسهای کانالهای A و اصلی مشاهده نمائیم.
 - زمان را روی ۱۰۰ ثانیه تنظیم نمائید؛ تنظیمات بیان شده را چنان انجام دهید که نرخ شمارش همزمانی ها در این مدت زمان به بیشترین شمارش ممکن برسد. این نتیجه بیانگر این خواهد بود که دو شاخه سیگنالها (خروجی دو CTHVS) در همزمانی با هم می باشند؛ به عبارتی در بازه زمانی تعیین شده به عنوان resolving time در واحد NT132 ، سیگنالهای حاصل از دو واحد CTHVS هر دو ثبت و شمرده می شوند.
 - شمارش را پاک کنید. زمان را روی ۱۰ ثانیه تنظیم کنید. اگر تنظیمات به خوبی انجام شده باشد، به طوری که بیشترین شمارش را داشته باشیم، در این صورت بین زمان تنظیمی و شمارشها باید نسبت ثابتی وجود داشته باشد؛ به عنوان مثال اگر در ۱۰۰ ثانیه ۶۰۰ شمارش داشته باشیم در ۱۰ ثانیه می بایست ۶۰ شمارش داشته باشیم.



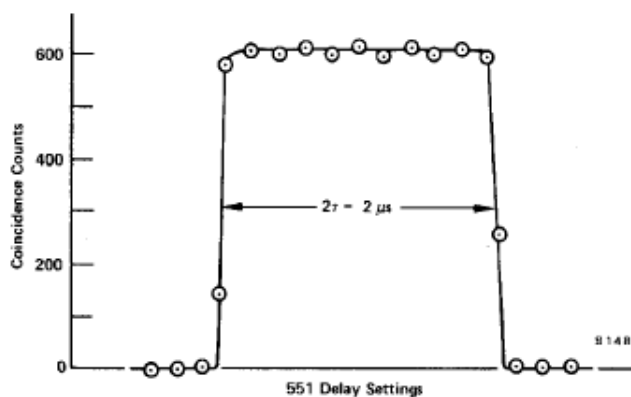
شکل (۶) مدار همزمانی

(توضیحات انجام شده فائده اندازه گیری در این آزمایش استاندارد است ، منتهی شما می توانید برای رسیدن به نتیجه مورد انتظار تنظیمات را با دقت بیشتری با ملاحظه پالسها روی اسیلوسکوپ انجام دهید، به طوری که ممکن است اندازه ها و مقادیر تنظیمی شما اندکی با آنچه بیان شده متفاوت باشد. به هر حال این یک آزمایش و کار تجربی است.)

تمرین

- (a) تغییر تأخیرها را ادامه دهید و یک منحنی همزمانی (شمارش- زمان) رسم نمایید. تغییرات تأخیر را آنقدر ادامه دهید که منحنی همزمانی مانند شکل (۷) شود.
- (b) Resolving time مربوط به NT132 را کم کنید ($1 \mu s$) و مجدداً منحنی همزمانی را مانند شکل (۷) رسم نمایید. مدت زمان شمارش را ۱۰۰ ثانیه انتخاب نمایید.

(c) باز هم Resolving time مربوط به NT132 را کاهش دهید (100 ns) و منحنی همزمانی را مجدداً رسم نمایید.



شکل (۷) منحنی همزمانی

آزمایش (۲)

تعریف اکتیویته مطلق به وسیله روش همزمانی

وسایل لازم: دو عدد دستگاه CTHVS، اسیلوسکوپ، چشمه ^{60}Co ، آشکارساز بتا،

آشکارساز یدور سدیم، پالسر، تقویت کننده اولیه، دستگاه همزمانی **Universal**

Coincidence

مقدمه

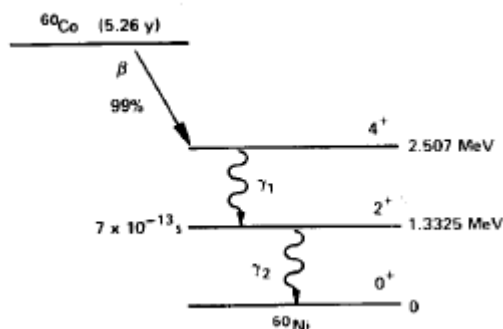
با استفاده از تکنیک همزمانی می توان اکتیویته مطلق ^{60}Co را بدست آورد. شمای واپاشی این

چشمه در شکل (۸) نشان داده شده است؛ صورت کلی آزمایش به این ترتیب است:

(۱) طیف گامای ^{60}Co به وسیله یک آشکارساز یدور سدیم به دست می آید و از این طریق و

با استفاده از آن رابطه زیر را بین نرخ واپاشی گاما و اکتیویته واقعی چشمه خواهیم داشت:

$$R_{\gamma} = A_0 \varepsilon_{\gamma} \quad (1)$$



شکل (۸) شمای واپاشی چشمه ^{60}Co

در این رابطه A_0 نرخ واپاشی واقعی نمونه و ε_{γ} راندمان آشکارساز NaI (TI) می باشد.
 (۲) به وسیله آشکارساز بتا طیف بتا چشمه مربوطه را جمع آوری می کنیم. در اینجا نیز رابطه مشابه فوق را در مورد چشمه بتا خواهیم داشت :

$$R_{\beta} = A_0 \varepsilon_{\beta} \quad (2)$$

که در آن ε_{β} راندمان آشکارساز بتا می باشد.
 از دو رابطه فوق شمارش همزمانی اندازه گیری شده عبارت خواهد بود از :

$$R_c = A_0 \varepsilon_{\gamma} \varepsilon_{\beta} \quad (3)$$

از سه رابطه فوق اکتیویته واقعی چشمه به این ترتیب به دست می آید :

$$A_0 = R_{\gamma} R_{\beta} / R_c \quad (4)$$

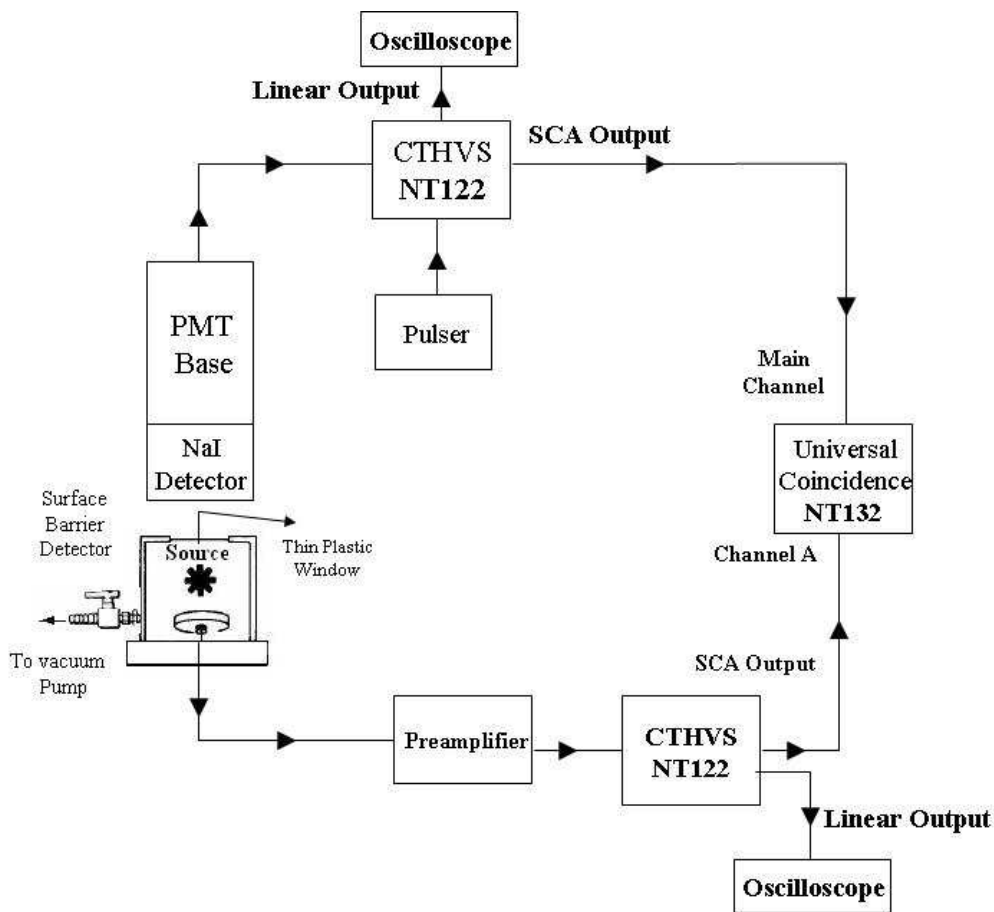
هدف از این آزمایش هم تعیین مقدار A_0 برای چشمه ^{60}Co مورد نظر می باشد.
 مدار شکل (۸) را ترتیب داده و تنظیمات زیر را روی آن انجام دهید.

- ورودی منفی تقویت کننده CTHVS شاخه گاما (بالایی، خروجی دتکتور سیتیلیاتور)
 - انتخاب نمائید. ورودی مثبت تقویت کننده CTHVS شاخه بتا (پایینی، خروجی
- . (Preamplifier

- مد SCA مربوط به هردو CTHVS نرمال اختیار کرده، LL آن را روی ۴۰/۱۰۰۰ تنظیم کرده و UL آن را تا انتها باز نمائید.
- Resolving time مربوط به universal coincidence NT132 را ۲ μ s تنظیم کرده و کانال A را در حالت Coincidence قرار دهید.
- خروجی SCA مربوط به CTHVS شاخه گاما (بالایی) را به کانال اصلی universal coincidence NT132 بدهید. خروجی SCA مربوط به CTHVS شاخه بتا (پایینی) را به کانال universal coincidence NT132 بدهید. می توانید خروجی تقویت کنند هریک از CTHVS ها و نیز خروجی همزمانی universal coincidence NT132 را نیز جداگانه روی اسیلوسکوپ مشاهده نمائید .

روش کار

- ولتاژ کاری آشکارساز یدور سدیم را (روی CTHVS NT122) به تدریج تا ولتاژ کاری معمول آن بالا ببرید.
- بهره تقویت تقویت کننده CTHVS NT122 متصل به دکتور یدور سدیم را (که به صورت یک پیچ ساعتی در در پنل پشتی می باشد) بالا به تدریج بالا ببرید به گونه ای که ارتفاع پالس مربوط به قله ^{60}Co ۱/۳۳ MeV روی اسیلوسکوپ به ۶ V ~ برسد.
- ولتاژ کاری آشکارساز سد سطحی را نیز از طریق CTHVS NT122 مربوطه به تدریج تا ولتاژ کاری معمول آن بالا ببرید.



شکل (۸) مدار الکترونیکی آزمایش (۲)

- بهره تقویت تقویت کننده CTHVS NT122 مربوط به این دکتور را نیز به تدریج بالا ببرید، طوری که ارتفاع پالس ماکزیموم مربوطه روی اسیلوسکوپ به $7V \sim$ برسد.
- کنترل گره های تأخیر (Delay) مربوطه به کانالهای اصلی، حاصل از دکتور یدور سدیم، و کانال A، دکتور سد سطحی، را به گونه ای تنظیم کنید که خروجی همزمانی را بتوانید روی اسیلوسکوپ مشاهده نمایید.
- پس از به دست آوردن بهترین حالت همزمانی شمارش هردو دستگاه CTHVS NT122 و نیز UNIVERSAL COINCIDENCE NT132 را به مدت زمان کافی جمع آوری کنید مثلاً به قدری که شمارش همزمانی به حدود ۶۰۰ شمارش برسد. سپس شمارش را متوقف کرده و شمارش هر سه دستگاه و نیز مدت زمان شمارش را یادداشت نمایید. با تقسیم کردن این شمارشها بر مدت زمان شمارش نرخ شمارش ها را به دست آورید. این نرخ شمارشها به ترتیب عبارتند از: نرخ شمارش مربوط به CTHVS NT122 برای دکتور یدور سدیم همان R_{γ} است. نرخ شمارش مربوط به CTHVS NT122 همان R_{β}

UNIVERSAL COINCIDENCE NT132 بوده و نرخ شمارش همزمانی حاصل از A_0 را در معادله (۴) بدست آورید.

تمرین

اگر اکتیویته اولیه چشمه ^{60}Co مورد استفاده و نیز سال تولید آن را در اختیار دارید ، با استفاده از فرمول مربوط به اکتیویته $A = A_0 \exp(-.693t / T_{1/2})$ و نیمه عمر کبالت ۶۰ که حدود ۵/۳ سال می باشد، اکتیویته واقعی چشمه را محاسبه نموده و با مقدار حاصل از آزمایش فوق مقایسه نمائید.

مراجع

- 1) G. F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley and Sons, New York (1979).
- 2) V. Acosta, C. L. Cowan, and B. J. Graham, Essentials of Modern Physics, Harper and Row, New York (1973).
- 3) V. Arena, Ionizing Radiation and Life, The C. V. Mosby Co., St. Louis, M A ISSOURI (1971).
- 4) H. L. Andrews, Radiation Biophysics, Biophysics, Prentice – Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (1974).
- 5) P. Quittner, Gamma Ray Spectroscopy, Galsted Press, New York (1972).
- 6) W. Mann and S. Garfinkel, Radioactivity and its Measurement, Van Nostrand-Reinhold, New York (1966).
- 7) Radiological Health Handbook, U.S. Det. Of Health, Education, and Welfare, PHS Publication 2016, Available from National Technical Information Service, US. Dept. of Commerce, Springfield, Virginia.
- 8) A. C. Melissinos, Experiments in Modern Physics, Academic Pess, New York (1966).
- 9) K. Siegbahn, Ed, Alpha-, and Gamma-Ray Spectroscopy 1 and 2, North Holland Publishing Co., Amsterdam (1959).
- 10) A. H. Wastra, et al., Nuclear Spectroscopy Tables, North Holland Publishing Co., Amsterdam (1959).

فصل دوم

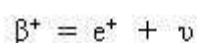
همزمانی گاما – گاما

هدف

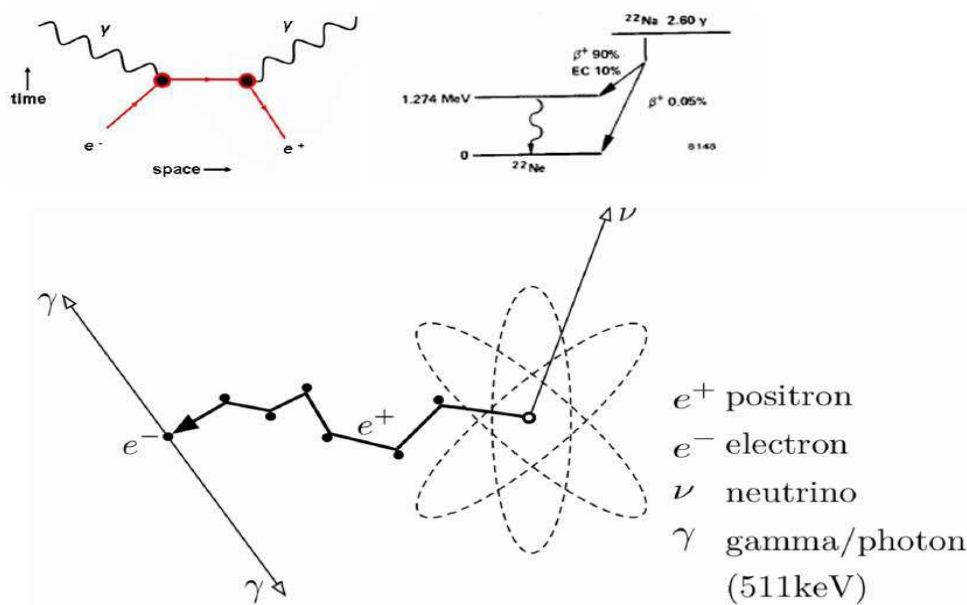
چشمه ^{22}Na همان طور که در شمای فروپاشی آن در شکل (۱) دیده می شود، یک رادیوایزوتوپ پوزیترون زا می باشد. پوزیترون حاصل از این چشمه می تواند در ضخامت پوشش چشمه دچار پدیده فنای پوزیترونی شود که نتیجه این قضیه تولید دو فوتون گاما با انرژی 0.511 MeV است؛ درطیف حاصل از این چشمه که به وسیله یک آشکارساز سینتیلاتور یدور سدیم گرفته شده است، در شکل (۲)، این قله 0.511 MeV قابل مشاهده است. این قله اصطلاحاً قله تک فراری نامیده می شود و مربوط به یکی از این دو فوتون است. چون دو فوتون تحت زاویه 180° درجه نسبت به هم گسیل می شوند و نیز بسته به اینکه در چه مکان و زاویه ای نسبت به حجم حساس دکتور تولید می شوند، با احتمال زیادی یکی از آنها وارد حجم حساس دکتور شده و توسط آن ثبت می شوند مشابه آنچه در طیف می نیم و دیگری فرار می کند و تحت زاویه 180° درجه نسبت به اولی از محل تولید در دکتور خارج می شود. هدف از این آزمایش این است که نشان دهد گاماها تحت زاویه 180° درجه نسبت به هم گسیل می شوند.

مقدمه

^{22}Na نمونه چشمه جالبی است برای انجام آزمایش همزمانی گاما-گاما. شمای فروپاشی این چشمه در شکل (۱) نشان داده شده است. این هسته دارای نوترون و پروتون برابر می باشد و به دلیل زیاد بودن تعداد پروتونها نسبت به نوترونها از جهت تولید نیروی هسته ای مناسب برای رسیدن به تعادل هسته ای، لذا این هسته تمایل زیادی به اسز دست دادن پروتون اضافی خود دارد. از این شمای فروپاشی می توان دید که در بیش از $99/95\%$ مواقع ^{22}Na با پدیده دریافت الکترون (Electron Capture) و نیز پوزیترون زایی به تراز انرژی $1/274\text{ MeV}$ ^{22}Ne می رود. نود درصد از این درصد واپاشی مربوط به پوزیترون زایی است، که این پوزیترون دچار پدیده فنای پوزیترون شده و یک جفت پرتو گاما با انرژی 0.511 MeV گسیل می شود که در طیف مربوط به آن در شکل (۲) دیده می شود.



شکل (۳) مدار اندازه گیری همزمانی گاما - گاما را نشان می دهد. چشمه ^{22}Na معمولاً با یک لایه نازک مانند فلز یا پلاستیک پوشانده می شود. پوزیترونها حاصل از چشمه انرژی خود را در جذب با قانون dE/dx از دست می دهند و دچار پدیده فنای پوزیترون می شود. آشکارسازهای NaI(Tl) یک نقطه تقریبی تابشی می بینند.

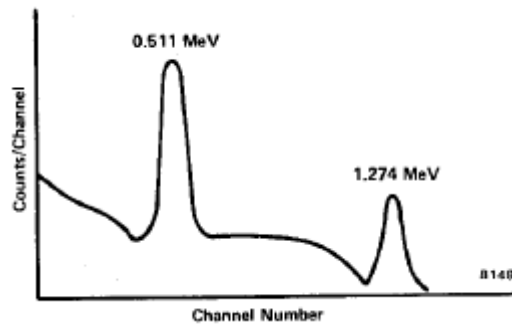


شکل (۱) شمای فروپاشی ^{22}Na و پدیده فنای پوزیترون

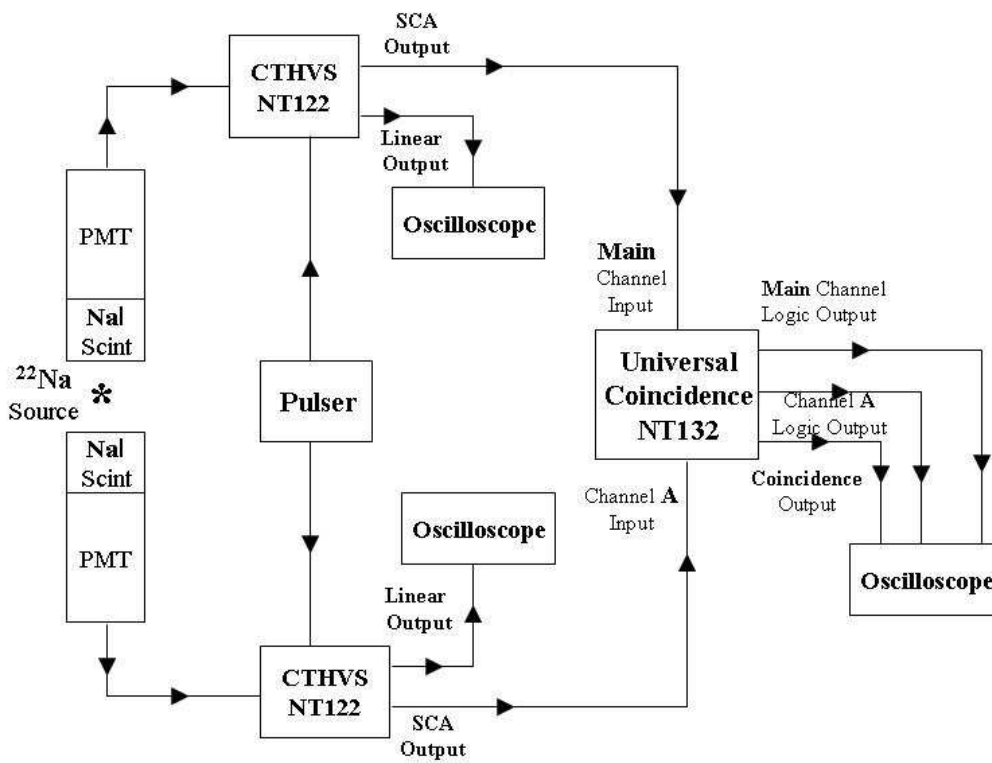
زمانی که پوزیترونها دچار پدیده فنا می شوند و پیامد آن دو گامای 0.511MeV گسیل می شود که نسبت به هم زاویه 180° درجه دارند.

به طور تجربی این زوج گاماها به وسیله آشکارسازهایی که یکی از آنها ثابت و دیگری که دور چشمه می چرخد، ثبت می شوند. شکل (۴) جزئیات این مجموعه تابش را که برای آزمایش استفاده می شوند نشان می دهد.

آزمایش همزمانی که انجام خواهد شد به این ترتیب است که ابتدا دو آشکارساز مانند شکل (۳) در زاویه 180° درجه نسبت به هم وقایع همزمانی را ثبت خواهند کرد و در ادامه یکی از آشکارسازها ثابت مانده و آشکارساز دوم مانند شکل (۴) تحت زوایای معینی خواهند چرخید و شمار همزمانی های آشکارسازی شده در زوایای مختلف نسبت به زاویه چرخش رسم می شود تا معین شود که در کدام زاویه بیشترین احتمال ممکن همزمانی وجود دارد.



شکل (۲) طیف گامای ^{22}Na



شکل (۳) مدار آزمایش همزمانی به وسیله NT132 UNIVERSAL COINCIDENCE

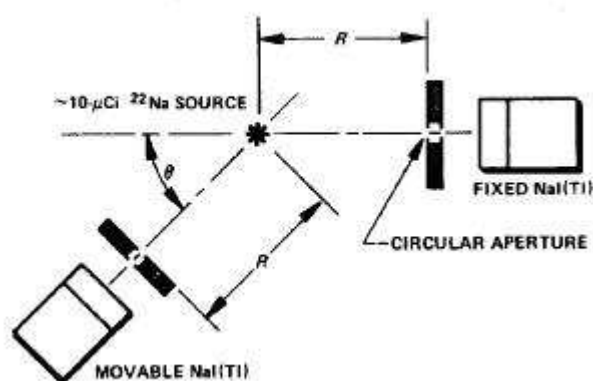
روش همزمانی همپوشانی برای اندازه گیری همزمانی گاما-گاما چشمه ^{22}Na

وسایل لازم: چشمه ^{22}Na ، دو عدد آشکارساز یدورسدیوم، پالسر، اسیلوسکوپ، دستگاه همزمانی Universal Coincidence، دو عدد دستگاه CTHVS

روش کار

- مدار الکترونیکی را مطابق شکل (۳) برپا کنید. آشکارسازها را مطابق شکل (۴) مقابل هم قرار دهید.

- ورودی مثبت تقویت کننده را در پنل پشتی هر یک از دستگاههای CTHVS انتخاب نمایید. بهره تقویت تقویت کننده های هر یک از این دستگاهها را (که به صورت یک پیچ ساعتی در پنل پشتی تعبیه شده است) طوری تنظیم نمایید که ارتفاع پالس خروجی ناشی از قله $1/274 \text{ MeV}$ (درطیف شکل (۲)) روی اسیلوسکوپ به $6V$ برسد.
- مد SCA هر یک از دستگاههای CTHVS را نرمال اختیار کنید؛ LL را روی $40/1000$ و UL را تا انتها باز نمایید. مانند آنچه در شکل (۳) نشان داده شده است خروجی SCA یکی از CTHVS ها را به کانال اصلی NT132 Universal Coincidence داده و خروجی SCA دیگری را به ورودی کانال A بدهید. Resolving Time دستگاه Universal Coincidence NT 132 را حداکثر $2 \mu\text{s}$ اختیار نمایید. سوئیچ کانال A را در پنل جلویی دستگاه NT132 در حالت همزمانی قرار داده و مابقی را در حالت غیر همزمانی (Anti Coincidence) قرار دهید. خروجی همزمانی و نیز هر یک از کانال اصلی و کانال A را به اسیلوسکوپ وصل نمایید. اگر چشمه را برداشته و پالسر را روشن کنید باید همزمانی را روی اسیلوسکوپ مشاهده نمایید. پالسر را خاموش کرده و چشمه را برگردانید.
- با توجه به میزان اکتیویته چشمه ای که در اختیار دارید برای مدت زمان معین (نظیر ۵ دقیقه) شمارش را در مورد هر سه شمارنده (دو CTHVS و نیز NT132) را ثبت نمایید. در مرحله بعد یکی از آشکارسازها را مانند شکل (۴) تحت زوایای مختلف چرخانده و شمارش را در هر حالت جمع آوری نمایید. چرخش آشکارساز را هم در جهت مثبت و هم در جهت منفی زاویه ای تکرار نمایید.



شکل (۴) نحوه چرخش آشکارساز دوم نسبت به چشمه در آزمایش همزمانی

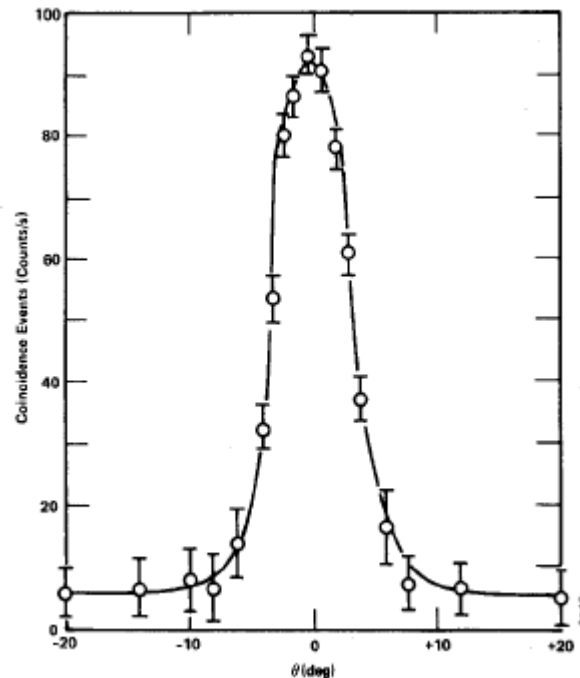
تمرین

شمارشهای همزمانی را در تمام حالتها تکرار نموده و در جدول (۱) قرار دهید؛ آنگاه این شمارشها را نسبت به زاویه چرخش آشکارساز مشابه شکل (۵) رسم نمائید. از روی نمودار می توانید ملاحظه نمائید که بیشترین مقدار شمارش متعلق به زاویه صفر درجه می باشد.

جدول (۱) نتیجه شمارشهای همزمانی برای زوایای مختلف

θ (deg) جهت مثبت	S / شمارش	θ (deg) جهت منفی	S / شمارش
۰		۰	
۱		۱	
۲		۲	
۳		۳	
۴		۴	
۵		۵	
۶		۶	
۷		۷	
۸		۸	
۱۰		۱۰	
۱۴		۱۴	
۲۰		۲۰	

۲۵		۲۵	
----	--	----	--



شکل (۵) نمودار داده های همزمانی نسبت به شمارش در هر زاویه

مراجع

- 1) A. C. Melissinos, Experiments in Modern Physics, Academic Press, New York (1966).
- 2) H. A. Enge, Introduction to Nuclear Physics, Addison – Wesley (1966).
- 3) K. Seigbahn, Alpha, Beta, and Gamma Spectroscopy, North Holland Publishing Co., Amsterdam.
- 4) L. C. Biedenharn and M. E. Rose, Rev. Mod. Phys. 25, 729 (1953).
- 5) R. D. Evans, The Atomic Nucleus, McGraw-Hill, New York (1955).
- 6) B. L. Cohen, Concepts of Nuclear Physics, McGraw-Hill, New York (1971).
- 7) C. E. Crouthamel, Applied Gamma-Ray Spectrometry, pergammon, New York (1960).
- 8) C. M. Lederer and V. S. Shirley, Eds., Table of Isotopes, 7th Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York(1978).
- 9) P. Quittner, Gamma Ray Spectroscopy, Halsted Press, New York (1972).
- 10) W. Mann and S. Garfinkel, Radioactivity and its Measurements, Van Nostand-Reinhold, New York (1966).

