Qc
۶۸۲
۸۶/۲/۴

دانشگاه پیام نور

دانشکده **علوم**

گروه فیزیک

بررسی منظم ایزوتوپ های فرد ازمیوم دربرانگیختگی های ذاتی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشددر رشته فیزیک هسته ای

مولف

محسن شریعت پور

استاد راهنما

جناب آقای دکترسعیدمحمدی

۱۳۸۷/۲/۱۷

ماه و سال انتشار

اسفند ماه هشتادوپنج

۱۰۱۱۳۹

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم و تحقیقات و فناوری

دانشگاه پیام نور

تاریخ : ۱۳۸۵/۱۲/۱۴
شماره: ۹۸۱۰/۲۳۵۸۱
پیوست:

بسمه تعالی

تصویب نامه پایان نامه

پایان نامه تحت عنوان: **بررسی منظم ایزوتوپ های فرد از میوم در بر انگیختگی های ذاتی**

که توسط **محسن شریعت پور** دانشجوی رشته **فیزیک** « گرایش هسته ای » به شماره دانشجویی ۸۳۸۱۰۱۱۱۲۱ تهیه و به هیئت داوران ارائه گردیده است مورد تائید می باشد.

تاریخ دفاع: ۸۵/۱۲/۱۰ نمره ۱۹/- درجه ارزشیابی: عالی

اعضای هیئت داوران :

نام و نام خانوادگی	هیئت داوران	مرتبه علمی	امضاء
آقای دکتر سعید محمدی	استاد راهنما :	دانشیار	
آقای دکتر علی اصغر مولوی	استاد داور :	استادیار	
آقای مهندس علیرضا بینش	نماینده گروه امور آموزشی :		

رونوشت:
۱- امتحانات
۲- تحصیلات تکمیلی
۳- پرونده دانشجو
۴- دانشجو

تقدیم به همسر عزیزم که اقیانوس بیکران عشق و محبتش یار و

پشتیبان تمام لحظات زندگی مشترکمان بوده و هست

فهرست مطالب

عنوان		صفحه
پیشگفتار		
فصل اول	شتاب دهنده ها	۱
۱-۱	شتاب دهنده هاوانواع آن	۲
۱-۲	شتاب دهنده های خطی	۴
۱-۳	شتاب دهنده های چرخه ای	۵
فصل دوم	آشکارسازها	۸
۲-۱	آشکارسازها	۹
۲-۲	لزوم مطالعه ی اشعه گاما	۹
۲-۳	آشکارسازهای مناسب برای پرتو گاما	۱۰
۲-۴	اندازه گیری انرژی	۱۲
فصل سوم	مدل های هسته ای	۱۴
۳-۱	نیروهای هسته ای	۱۵
۳-۲	مدل های هسته ای	۱۶
۳-۳	مدل پوسته ای	۱۷
۳-۴	مدل دورانی	۲۹
فصل چهارم	مدل نیلسون	۳۵
۴-۱	تغییرشکل هسته وازبین رفتن تبهگنی	۳۶
۴-۲	ترازهای نیلسون	۴۰
۴-۳	حل معادله ی شرودینگرباپتانسیل تغییرشکل یافته	۴۵
۴-۴	مثالهایی ازکاربرد نمودارهای نیلسون	۴۸
۴-۵	حرکتهای دورانی در مدل نیلسون	۵۱
۴-۶	عددکوانتمی نشان	۵۳

ادامه ی فهرست مطالب

عنوان		صفحه
فصل پنجم	بررسی منظم ایزوتوپ های فرد عنصرازمیوم توسط مدل نیلسون	۵۵
۵-۱	منابع تجربی	۵۶
۵-۲	منابع نظری	۵۸
۵-۳	کاربرد مدل نیلسون در ایزوتوپ های ازمیوم	۶۰
۵-۴	نتیجه گیری	۷۵
مراجع	.....	۷۸
پیوست ها	.....	۷۹
پیوست الف	نمودارهای نیلسون	۷۹
پیوست ب	مقادیرتجربی تغییر شکل های حالت پایه ی ایزوتوپ های ازمیوم	۹۰
چکیده انگلیسی	.....	۹۲

فهرست جداول

عنوان		صفحه
جداول فصل دوم		
۲-۱	آشکارسازهای ذرات باردار و فوتون ها	۱۱
جداول فصل سوم		
۳-۱	نمادگذاری طیفی ترازهای نوسانگر هماهنگ	۲۱
۳-۲	عدداشغال درترازهای نوسانگر هماهنگ	۲۲
جداول فصل چهارم		
۴-۱	مقایسه ی تغییرات زاویه نسبت به مدار استوایی در مقادیر مختلف k	۳۹
جداول فصل پنجم		
۵-۱	انرژی اولین تراز هرباند ایزوتوپ ^{۱۷۵}Os	۶۱
۵-۲	اطلاعات تجربی مربوط به ^{۱۷۵}Os	۶۲
۵-۳	انرژی اولین تراز هرباند ایزوتوپ ^{۱۷۷}Os	۶۵
۵-۴	اطلاعات تجربی مربوط به ^{۱۷۷}Os	۶۶
۵-۵	انرژی اولین تراز هرباند ایزوتوپ ^{۱۷۹}Os	۶۹
۵-۶	اطلاعات تجربی مربوط به ^{۱۷۹}Os	۷۰
۵-۷	انرژی اولین تراز هرباند ایزوتوپ ^{۱۸۱}Os	۷۲
۵-۸	اطلاعات تجربی مربوط به ^{۱۸۱}Os	۷۳
۵-۹	تراز های نیلسون برای ایزوتوپ های ازمیوم	۷۵

فهرست شکل ها

عنوان		صفحه
شکل های فصل دوم		
۲-۱	دستگاه اندازه گیری انرژی	۱۲
شکل های فصل سوم		
۳-۱	نمادگذاری طیفی ترازهای نوسانگر هماهنگ	۲۲
۳-۲	عدداشغال درترازهای نوسانگر هماهنگ	۲۵
۳-۳	ترازهای انرژی درچاه پتانسیل وودز-ساکسون	۲۶
۳-۴	برهم کنش یکسان تمام سمتگیری های مجاز j،باپتانسیل هسته	۲۷
۳-۵	ترازهای انرژی ^{۱۷۰}Hf	۳۲
۳-۶	بردار تکانه ی زاویه ای ناشی ازدوران هسته برمحورتقارن عموداست	۳۴
شکل های فصل چهارم		
۴-۱	سمت گیری های مجاز برای $j=\frac{۰۷}{۲}$ درهسته ی تغییرشکل یافته	۳۶
۴-۲	حالت کشیده $\beta>۰$: مدار (۱) استوایی ترین مدار $k=j$ کمترین بر هم کنش	۳۸
۴-۳	حالت پخت $\beta<۰$: مدار (۱) استوایی ترین مدار $k=j$ بیشترین بر هم کنش	۳۸
۴-۴	زاویه ی کلاسیکی مدار نوکلئون منفرد با محور تقارن $\sin\theta=\frac{k}{j}$	۳۹
۴-۵	ترازهای انرژی تک ذره مربوط به $i_{\frac{۱۳}{۲}}$ با تصاویر مختلف k بر حسب تغییر شکل β	۴۰
۴-۶	اعداد کوانتمی مجانبی در مدل نیلسون . محورهای ۱ و ۲ و۳ در دستگاه مختصات متصل به جسم و محور Z در دستگاه مختصات آزمایشگاهی است .	۴۰
۴-۷	ترازهای انرژی از چپ به راست : نوسانگر هماهنگ ،اضافه کردن اثر اسپین مدار	۴۴
۴-۸	نمودارنیلسون برای نوترون ها وپروتون هاوپرشدن ۱۱پروتون	۴۹
۴-۹	خط منحنی ضخیم ترازهایی رانشان می دهد که عدداشغال آن ۱۰۵ است	۵۰
۴-۱۰	هسته شامل نوکلئون فرد . هم دوران جمعی و هم تکانه ی زاویه ای نوکلئون فرد در نظر گرفته می شود .	۵۲
۴-۱۱	شکافتگی دراثر عددکوانتومی نشان درعنصر ۱۶۳Er	۵۴

ادامه ی فهرست شکل ها

شکل های فصل پنجم

۵-۱	قسمتی از جدول مشخصات ایزوتوپ های Os در سایت Radware	۵۷
۵-۲	بخشی ازنمودارترازهای انرژی برای ۱۷۵Os	۶۲
۵-۳	عدداشغال همه ی ترازهایی که باخط ضخیم مشخص شده اند۹۹ می باشد .	۶۳
۵-۴	بخشی ازنمودارترازهای انرژی برای ۱۷۷Os	۶۶
۵-۵	عدداشغال همه ی ترازهایی که باخط ضخیم مشخص شده اند۱۰۱می باشد .	۶۷
۵-۶	بخشی ازنمودارترازهای انرژی برای ۱۷۹Os	۷۰
۵-۷	عدداشغال همه ی ترازهایی که باخط ضخیم مشخص شده اند۱۰۳می باشد .	۷۱
۵-۸	بخشی ازنمودارترازهای انرژی برای ۱۸۱Os	۷۳
۵-۹	عدداشغال همه ی ترازهایی که باخط ضخیم مشخص شده اند۱۰۵می باشد .	۷۴

شکل های پیوست

الف۱ الی ۱۱	نمودار های نیلسون	۹۸ - ۱۰۸

نام خانوادگی: شریعت پور نام : محسن

عنوان پایان نامه : بررسی منظم ایزوتوپ های فردازمیوم دربرانگیختگی های ذاتی

استاد راهنما : دکترسعیدمحمدی
نماینده گروه آموزشی:مهندس علیرضابینش استاد داور : دکتر علی اصغرمولوی

درجه تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته : فیزیک گرایش : هسته ای
دانشگاه : پیام نور مرکزمشهد دانشکده : علوم تاریخ دفاع : ۱۳۸۵/۱۲/۱۰

تعداد صفحه :۱۰۰
کلید واژه ها : مدل نیلسون، اسپین-پاریته، نواردورانی، سرنوار، پارامتر تغییر شکل، برانگیختگی های کم انرژی(ذاتی)، عددکوانتومی نشان.

چکیده :

در دهه های اخیر، اسپین ـ پاریته ی ایزوتوپ های عناصر مختلف توسط واکنش های یون سنگین بطور تجربی اندازه گیری شده است. در این پژوهش با استفاده از مدل نیلسون حالت پایه و حالت های برانگیخته کم انرژی ایزوتوپ های فرد عنصر ازمیوم را بدست می آوریم. سپس با مقایسه ی آن ها با مقادیر تجربی بدست آمده از آزمایش و تطبیق آن ها، مکان دقیق حالت پایه را برروی نمودارهای نیلسون می یابیم. در این صورت مقادیر پارامتر تغییر شکل هسته را از روی نمودار استخراج می کنیم. حال این مقدار پارامتر تغییر شکل راکه بطورنظری به دست آمده است، بامقادیر بدست آمده از آزمایش مقایسه می کنیم.

پیشگفتار:

در سطوح کارشناسی و حتی کارشناسی ارشد، ساختار هسته ها بخوبی مورد بررسی قرار نمی گیرد و تنها بررسی خواص هسته مورد توجه است. بررسی ساختار هسته در دهه های اخیر مورد توجه قرار گرفته است . قوی ترین مدلی که می تواند ساختار هسته را توصیف کند ، مدل نیلسون است . در این پایان نامه به بررسی ساختار هسته ی ازمیوم توسط مدل نیلسون می پردازیم .

دانشجویان فیزیک می توانند برای آشنایی با ساختار هسته و ترازهای هسته ای از این پژوهش استفاده نمایند.

همچنین پژوهشگرانی که آزمایشات تجربی برروی اسپین-پاریته ی هسته های مختلف انجام می دهند، می تواند قبل از انجام آزمایشات، با توجه به این پروژه ابتدا ایده ی مناسبی از ترازهای هسته ای و حالت های عنصر مورد نظر به دست آورند، آنگاه به انجام آزمایشات بپردازند.

برای بررسی ساختار هسته نیاز به بر انگیخته کردن هسته داریم، تا هسته پس از بازگشت به حالت پایه یک فوتون گاما از خود گسیل کند. با اندازه گیری انرژی این فوتون می توان ترازهای هسته را مورد بررسی قرار داد.

برای برانگیخته کردن هسته نیازمند تولید یون های سنگین با انرژی بالا هستیم. این کار توسط شتا ب دهنده ها صورت می گیرد که بطور خیلی خلاصه در فصل یک به شتاب د هنده ها اشاره کرده ایم . سپس برای اندازه گیری انرژی فوتون گامای گسیل شده به وسایل اندازه گیری هسته ای نیازمندیم که آنرا در فصل دوم تحت عنوان آشکار سازها آورده ایم. در فصل سوم مطالبی در مورد مبانی مدل های هسته ای، مانند مدل لایه ای و مدل دورانی ارایه داده ایم تا مقدماتی برای مدل نیلسون آماده کرده باشیم.

اما در فصل چهارم مدل وحدت یافته نیلسون رابطور کامل شرح می دهیم، زیرا بررسی هسته ی ازمیوم نیاز به درک کامل از این مدل دارد. و بالاخره در فصل پنجم ایزوتوپ های ازمیوم را بطور منظم توسط مدل نیلسون مورد بررسی قرار می دهیم و حالت های پایه و برانگیخته و همچنین پارامتر تغییر شکل هسته ی آن ها را بدست می آوریم.

فصل اول

شتاب دهنده ها

۱-۱) شتاب دهنده هاوانواع آن

۱-۲) شتاب دهنده های خطی

۱-۳) شتاب دهنده های چرخه ای

۱-۱) شتاب دهنده ها و انواع آن

منظور از شتابدهی ذرات باردار، گسیل باریکه ای از ذرات، با انرژی خاص به طرف یک هدف مورد نظر است و شتابدهنده یک ابزار اساسی است که برای دادن انرژی به پرتابه ها بکار می رود. یک ماشین شتابدهنده آیده آل باریکه ای از ذرات باردار با انرژی مشخص و شدت زیاد تولید می کند. تمامی شتابدهنده های ذرات باردار بر این حقیقت استوارند که انرژی یک ذره باردار وقتی تغییر می کند که تحت تاثیر میدان الکتریکی واقع شوند. میدان مغناطیسی متغیر میدان الکتریکی تولید می کند که به نوبه خود می تواند به ذره باردار شتاب بدهد.

انواع مختلفی از روشها برای انجام این امر وجود دارند که در تمام آنها از آرایشهای گوناگون میدانهای الکتریکی و مغناطیسی استفاده می شود. شتابدهنده به عنوان یک دستگاه الکترونیکی شباهت زیادی به لامپ تصویر تلویزیون دارد. هر دو دستگاه به اجزای زیر نیاز دارند:

۱- یک چشمه ذره باردار (مثل الکترونهای حاصل از یک رشته داغ یا اتمهای یونیده حاصل از یک چشمه یون).

۲- یک میدان الکتریکی به منظور شتاب دادن ذرات ($۱۰^{۴}$ ولت در لامپ تلویزیونی و تقریباً $۱۰^{۷}$ ولت در بعضی شتاب دهنده ها)

۳- ابزار کانونی کننده برای غلبه بر تمایل طبیعی باریکه به واگرا شدن

۴- منحرف کننده ها برای به حرکت در آوردن باریکه در راستای دلخواه.

۵- یک هدف از ماده مورد نظر برای برخورد با باریکه و اتاقکی که تمام قسمتها را در خلا بالا نگه داری کند تا از پراکندگی باریکه در اثر برخورد با مولکولهای موجود در هوا و اتلاف شدت مفید باریکه جلوگیری به عمل آورد.

۶- بالاخره از جمله قسمتهای اساسی هر دستگاه شتابدهنده ای را وسایل آشکار سازی و تحلیل کننده ای تشکیل می دهد که برای ثبت نوع ذره ، انرژی ، زمان و جهت محصولات واکنش بکار می روند.

طرح شتابدهنده عمدتاً بر حسب منظوری که برای آن طراحی می شوند تغییر می کند. در پاره ای موارد ، انرژی زیاد و در مواردی دیگر شدت زیاد مورد نظر است . شتابدهنده ی الکترونی کاملاً با شتابدهنده های یون سنگین تفاوت دارند ، الکترونها در شتابدهنده ی الکترونی در ولتاژهای نسبتاً پایین بصورت نسبیتی در می آیند و بردهای طولانی در ماده خواهند داشت. اما در شتابدهنده های یون سنگین معمولاً نانسبیتی اند و بردهای کوتاهی در ماده دارند.

بطور کلی شتابدهنده ها را می توان بصورت زیر تقسیم بندی کرد:

۱- شتابدهنده های انرژی پایین

۲- شتابدهنده های انرژی متوسط

۳- شتابدهنده های انرژی بالا

شتابدهنده های انرژی پایین که برای ایجادباریکه هایی درگستره انرژی ۱۰تا ۱۰۰Mev بکار می روند، غالباً در مطالعات واکنش یا پراکندگی و به منظور توضیح ساختار حالتهای نهایی خاص و شاید حتی حالتهای برانگیخته منفرد ، مورد نیازند. در این شتابدهنده ها باید گزینش انرژی دقیق و شدت جریانها به قدر کافی بالا باشد، زیرا آمار شمارش دقت بسیاری از آزمایشها را محدود می کند. گرم شدن هدفها توسط باریکه های پر شدت می تواند قابل ملاحظه باشد و غالباً لازم است هدف را خنک کرد تا از تخریب آن جلوگیری بعمل آورد.

شتابدهنده های انرژی متوسط در گستره انرژی ۱۰۰ تا ۱۰۰۰Mevکار می کنند. در این انرژی ها برخورد نوکلئونها با هسته ها می تواند مزونهای π ایجاد کند.و لذا این نوع شتابدهنده ها غالباً برای مطالعه نقش تبادل مزونها در نیروهای هسته ای بکار می روند. فقط در چند مورد است که این شتابدهنده ها قادر به تفکیک حالتهای بر انگیخته نهایی منفرد هستند.

شتابدهنده های انرژی بالا باریکه هایی با انرژی ۱ Gev و بالاتر تولید می کنند.

ذرات تشکیل دهنده هسته با انرژی های چند میلیون الکترون ولتی به هم مقیدند. بنابراین اگر قرار باشد که ساختار داخلی و آرایش ذرات تشکیل دهنده هسته تغییر کند بطوریکه بتوان ساختار هسته را مطالعه کرد، باید به هسته انرژی از مرتبه میلیونها الکترون ولت داده شود. مستقیم ترین وسیله تغییر ساختار هسته ها عبارت است از بمباران اتمها (و بنا براین هسته ها) توسط ذراتی که تا انرژی های خیلی بالا شتاب گرفته اند .

دو نوع عمومی از شتابدهنده های ذرات باردار عبارتند از:

الف) شتابدهنده های خطی

ب) شتابدهنده های چرخه ای

۱-۲) شتابدهنده های خطی

در شتابدهنده های خطی ذرات باردار در امتداد یک خط مستقیم حرکت می کنند. شتابدهنده های خطی در محاوره « Linacs[1] » نام دارند.

انواع شتابدهنده های خطی عبارتند از مولد وان دوگراف، شتابدهنده لوله سوقی و شتابدهنده موج متحرک (موجبر) که به توضیح مختصری از هر یک می پردازیم.

موفقترین ماشین برای شتاب دادن به ذرات در امتداد خط مستقیم با استفاده از اختلاف پتانسیل زیاد ، مولد الکتروستاتیکی وان دو گراف است، که در سال ۱۹۳۱ توسط وان دوگراف اختراع شد.

این ماشین می تواند ذراتی را که یک مرتبه باردار شده اند تا انرژیهای حدود ۳۰ مگا الکترون ولت شتاب دهد. حسن عمده این ماشین شدت زیاد باریکه (چند میلی آمپر) و انرژی دقیقاً کنترل شده (تا ۱/. در صد) آن است.

در شتابدهنده خطی لوله- سوقی ذرات از طریق یک ولتاژ ac شتابهای جدا از هم زیادی را دریافت می دارند و ذرات باردار در طول یک خط مستقیم چندین مرتبه شتاب می گیرند. که هزینه آن نسبت به شتابدهنده های چرخه ای کاهش یافته و نیز اثرات واگرا کنندگی میدان های مشاهده شده در شتابدهنده های چرخه ای بر طرف می گردد.

ذرات باردار (باریکه) به لوله دراز ، مستقیم و تخلیه شده ای وارد می شوند که در داخل آن تعدادی استوانه رسانای توخالی که طول آنها نسبت به یکدیگرافزایش می یابد قرار دارند. این استوانه ها یا الکترودهای حلقوی توخالی به تناوب به قطبهای مخالف منبع ولتاژac متصل می شوند. ذرات هنگام عبور از گاف بین الکترودها شتاب می گیرند.

به محض ورود به داخل یک الکترود، ذره در ناحیه ای با میدان صفر حرکت می کند و برای زمانی مساوی با نصف دوره تناوب ولتاژ ac به جلو رانده می شود (نام «لوله رانش» به همین مناسبت به الکترودها داده می شود). بدین ترتیب قطبیت ولتاژ در خلال زمانی که ذره در داخل لوله رانش است عوض می شود. در نتیجه ذره هنگام عبور از گاف بعدی توسط میدان مجدداً شتاب می گیرد. پس ورود ذرات به داخل هر گاف در تشدید با میدان الکتریکی دو سر گاف می باشد.

هرگاه $t/۲$ نصف دوره تناوب ولتاژ ac باشد، در این صورت لوله رانش nام برای ذرات با سرعت v باید چنین باشند.

$$L_n = V_n \frac{t}{۲} \qquad (۱-۲-۱)$$

---

[1]. Linear Accelerators

برای ذرات نانسبیتی با بار e ، پس از عبور از میان n گاف با اختلاف پتانسیلV_0 ، انرژی جنبشی ذره عبارت است از :

$$T_n = neV_\circ = \frac{1}{2}mv_n^2 \qquad (۲-۲-۱)$$

در نتیجه خواهیم داشت:

$$L_n = \left[\frac{neV_\circ}{2m}\right]^{\frac{1}{2}} t \qquad (۲-۲-۱)$$

بنابراین طول لوله رانش باید به صورت $n^{1/2}$ افزایش یابد. برای ذرات نسبیتی ، که $v \approx C$ می شود، طول لوله رانش تقریباً ثابت است.

علاوه بر شتابدهنده لوله – سوقی، شتابدهنده خطی دیگر که ذرات در آن چندین مرتبه شتاب می گیرند، شتابدهنده ی موج بر (موج متحرک) است. که برای انرژیهای بالا و جریانهای زیاد بکار می رود که ذرات توسط یک میدان الکتریکی که در یک رسانای تو خالی (در طول شتابدهنده) بر قرار می شود، سوار بر قله یک موج پیشرو در حرکتند. درست همانند یک اسکی باز روی آب که بر قله موج دریا سوار می شود. چون اتلاف انرژی در اثر مقاومت زیاد است، توان لازم باید دربازه های منظم به داخل شتابدهنده و در طول آن تغذیه شود تا امواج پیشرو را از میرایی حفظ کند.

۱-۳) شتاب دهنده های چرخه ای

در شتاب دهنده های چرخه ای ذرات باردار در مسیر خمیده حرکت می کنند و دوباره دور می زنند.انواع شتاب دهنده های چرخه ای عبارتند از سیکلوترون ، سنکروسیکلوترون و سنکروترون، در این ماشینها به ذرات بارداری که توسط میدان مغناطیسی به حرکت در قوسهای دایره ای مقید شده اند، شتابهای چندگانه داده می شود.

ساده ترین ماشین چرخه ای سیکلوترون است.سیکلوترون در سال ۱۹۳۲ توسط لارنس و لیوینگستون [1] اختراع شد. در این شتابدهنده ذره باردار تحت تاثیر میدان مغناطیسی ثابت قرار می گیرد.و در حالی که در هر نیم چرخه توسط میدان الکتریکی شتاب می گیرد، میدان مغناطیسی مسیر آن را بصورت دایره خم می کند و ذرات در داخل دو اتاقک فلزی نیم دایره ای که به خاطر شکلشان حرف D ،«دی» نامیده می شوند، به دوران در می آیند. دی ها به یک منبع ولتاژ متناوب متصل اند. هنگامی که ذرات در داخل دی ها در حرکت اند، هیچ میدان الکتریکی بر آنها وارد نمی شود ومسیر دایره ای شکلی را تحت اثر میدان مغناطیسی طی می کنند. امادر فاصله بین دی ها، ولتاژ شتابدهنده ای بر ذرات وارد می شود و در هر چرخه کمی انرژی اضافی کسب می کنند.

نکته مهم این است که زمان مورد نیاز برای اینکه ذره یک مسیر نیم دایره را طی کند مستقل از شعاع مسیر است. یعنی هنگامی که ذرات با حرکت حلزونی به طرف شعاعهای بزرگتر پیش می روند ، انرژی کسب می کنند. و با سرعت بیشتری به حرکت در می آیند و افزایش طول مسیر کاملاً با افزایش سرعت خنثی می شود.

نیروی لورنتس در مدار دایره ای ، qvB ، شتاب مرکز گرای لازم را برای حفظ حرکت دورانی تامین می کند. بنابراین داریم:

$$f = qvB = \frac{mv^2}{r} \qquad (۱-۳-۱)$$

و زمان مورد نیاز برای یک دوران نیم دایره ای عبارت است از :

$$t = \frac{\pi r}{v} = \frac{m\pi}{qB} \qquad (۱-۳-۲)$$

و بسامد تشدید سیکلوترون بدست می آید:

$$\upsilon = \frac{1}{2t} = \frac{qB}{2\pi m} \qquad (۱-۳-۳)$$

بسامد حرکت (υ) به نسبت بار به جرم و بزرگی میدان مغناطیسی بستگی دارد، نه به سرعت ذره یا شعاع مسیر دایره ای آن.

همان طور که ذره با حرکت حلزونی به پیش می رود، سرعت به تدریج افزایش می یابد و بالاترین سرعت در بزرگترین شعاع R حاصل می شود. واقع ذرات شتابدار وقتی به پیرامون دی ها رسیدند، توسط میدان الکتریکی یک صفحه دفع کننده ' E ' منحرف می شوند و با هدف T برخورد می کنند.

---

[1] E.O. Lawrence and M.S. Livingston

$$v_{max} = \frac{qBr}{m} \qquad (۱-۳-۴)$$

که به حداکثر انرژی جنبشی زیر منجر می شود:

$$T = \frac{۱}{۲} m v_{max}^{۲} = \frac{q^{۲} B^{۲} R^{۲}}{۲m} \qquad (۱-۳-۵)$$

که این رابطه نشان می دهد، که خوب است سیکلوترون های با میدان های بزرگ وشعاعهای بزرگ در اختیار داشته باشیم.

راهی که برای افزایش انرژی در سیکلوترونها وجود دارد افزایش میدان مغناطیسی همراه با شعاع مدار به منظور جبران اثر افزایش جرم نسبیتی ذرات دورانی است. اما این امربه نتیجه نامطلوب واگرا شدن باریکه بر اثر انحنای خطوط میدان منجر می شود. هر گاه میدان مغناطیسی به بخشهایی از میدان تناوبی شدید و ضعیف تقسیم شود کانونی شدن را می توان به سیستم بازگرداند. چنین سیکلوترونی را سیکلوترون کانونی کننده قطاعی یا سیکلوترون AVF (با میدان متغیر سمتی) می نامند. مدارهای پایدار در سیکلوترون AVF بصورت دایره نیستند. و مطابق شکل ذرات حول مدار دورانی، نوساناتی شعاعی دارند. در مرزهای بین قطاعهای میدان شدید و ضعیف، یک مولفه سمتی برای میدان وجود دارد و نیروی لورنتس $F=qV\times B$ ، یک نیروی قائم تولید می کند که سعی دارد باریکه را در صفحه میانی بصورت کانونی نگاه دارد. این اثر کانونی کننده باید به قدری قوی در نظر گرفته شود که بر اثر واگرا کننده میدانی که به طور شعاعی در حال افزایش است غلبه کند.

مزیت عمده سیکلوترون های AVF به سنکروسیکلوترونها، باریکه پیوسته آنهاست و لذا تولید جریانهای باریکه ای زیاد (در مرتبه $۱۰۰\ \mu A$) امکان پذیر است.

فصل دوم

آشکار سازها

۲-۱)آشکارسازها

۲-۲)لزوم مطالعه ی اشعه گاما

۲-۳)آشکارسازهای مناسب برای پرتو گاما

۲-۴) اندازه گیری انرژی

۲-۱ آشکار سازها

اگر ذره ای را در زمان معلوم و در مکانی معلوم تشخیص دهیم و شناسایی کنیم می توان گفت که آنرا آشکار ساخته ایم. پس آشکارسازی یک ذره برمی گردد به تحقیق حضور یا غیاب آن در یک وسیله آشکار ساز. آنچه مورد نیاز است این است که وسیله آشکار ساز آنچنان حساس باشد، که هر تغییر جزئی ناشی از حضور ذره را به یک مشخصه بزرگ مقیاس، که به آسانی مشاهده می شود، تبدیل کند.

آشکارسازها ی ذراتی چون الکترونها ، پروتونها و ذراتα اساسا بر این واقعیت استوارند که این ذرات دارای بار الکتریکی اند. البته فوتون هیچ نوع بار الکتریکی ندارد . ولی با ذرات باردار قویا برهم کنش و تولید یون می کند. بطوریکه هرگاه وسیله ای که نسبت به اثر بارهای الکتریکی حساس است در مقابل الکترونهای حاصل از فوتونها در اثر فوتوالکتریک، اثر کامپتون یا تولید زوج واکنش نشان می دهد ،آن وسیله می تواند حضور یک فوتون را آشکار کند.

هر آشکارساز تابش هسته ای، اعم از آشکارساز ذرات باردار یا فوتونهای پر انرژی،در نهایت علامت الکتریکی یا تپ ولتاژ را به دست می دهد. که به یک مدار شمارگر داده می شود. این مدار با دریافت علامت الکتریکی یا تپ ولتاژ، ورود ذره به دستگاه آشکارساز را ثبت می کند. محیطی که در آن ذرات فرودی اثرهایی تولید می کنند که سرانجام به علامتهای الکتریکی تبدیل می شوند می تواند به اشکال گوناگون باشد. پس می توان گفت آشکار سازهای هسته ای و سایلی می باشند که نسبت به عبور تابش هسته ای (ذرات باردار و فوتونها) حساس اند. ذرات باردار برای آفرینش یک زوج یون در یک گاز، حدود ۳۰ الکترون ولت انرژی از دست می دهند. تابش هسته ای دارای برخی خواص عمومی می باشد. از جمله اینکه در یک جامد یا مایع آسانتر در آشامیده می شود تا در یک گاز. درجه نفوذ به ازای انرژی معین به ترتیب برای پرتوهای α,β,γ کاهش می یابدو برد ذرات با افزایش انرژی افزایش پیدا می کند.[۲]

۲-۲) لزوم مطالعه ی اشعه گاما

پرتوهای گاما، فوتونهای گسیل شده از هسته هستند که انرژی آنها به هزاران یا میلیونها الکترون ولت می رسد. اصطلاح تابش هسته ای به تابش هر نوع ذره از جمله فوتونهای الکترو مغناطیس گسیل شده از هسته ی اتمها اطلاق می شود. قسمت اعظم در ک ما از هسته ها از مطالعه واپاشی الکترو مغناطیسی حاصل می شود زیرا اندازه گیری و محاسبات آن ساده می باشد. اگر Ψ_1,Ψ_2 دو حالت هسته ای معلوم باشند و خواص واپاشی گاما اندازه گیری شود، با محاسبات مورد نظر مقایسه گردد می توان در مورد حالتهای نوسانی و... هسته تصمیم گیری نمود.

پس به منظور مطالعه ی ساختار داخلی یک هسته، ابتدا باید هسته های مورد نظر را در حالت های برانگیختگی بالا تولید کرد. هسته ی برانگیخته با اسپین بالا توسط یک سری از گذارهای اشعه گاما به حالت پایه برمی گردد. سپس واپاشی گاما ی آنها را مطالعه می نماییم.

۲-۳) آشکارسازهای مناسب برای پرتو گاما

بطور کلی از آشکارسازهای اشعه گاما این انتظارات را داریم.

۱-راندمان بالا

۲-تفکیک انرژی خوب

۳-خواص زمانی خوب

۴-قیمت مناسب

۵-تابع عکس العمل خوب

برای گاماهای تابش شده می توان از آشکارساز های مختلف مانند اتاقک یونش، آشکارسازهای سوسوزن و آشکارسازهای حالت جامد یا نیم رساناها استفاده کرد. انواع آشکارسازهای ذره باردار را می توانید در جدول ۲-۱ مشاهده کنید.

الف) اتاقک یونش

کارکرد بسیاری از آشکارسازهای تابش هسته ای مبتنی بر استفاده از یک میدان الکتریکی برای جداسازی و شمارش یونها یا الکترونها تشکیل شده در اثر عبور تابش از آشکارساز است. ساده ترین آشکارسازی که این عمل را انجام می دهد اتاقک یونش است که می توانیم آنرا خازنی با صفحات موازی تلقی کرد که ناحیه ی بین صفحات آن از گازی که معمولا هواست پر شده است. میدان الکتریکی در این ناحیه مانع ترکیب مجدد یونها و الکترونها می شود.