

«آشنایی با لامپ اشعه کاتدیک و خواص پرتو کاتدیک»

دانشجو: علی اسدی

در ساختار بلور فلزات، به ازای هر اتم یک یا چند الکترون آزاد وجود دارد که تقریباً در همه‌ی نمونه‌ی فلزی که می‌بینیم می‌تواند آزادانه حرکت کند. میزان انرژی لازم برای این که بشود این الکترون‌ها را از فلز خارج کرد کم است و البته برای فلزات مختلف متفاوت است. اما به طور کلی اگر شما یک قطعه فلز را داغ کنید، میلیاردها الکترون به راحتی انرژی لازم برای فرار کردن از ساختار بلوری فلز را به دست می‌آورند و از سطح آن جدا می‌شوند. فلزاتی که انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از آنها کمتر است، غالباً برای ساخت کاتد به کار می‌روند و جریانی که با گرم کردن آنها (کاتد گرم) یا انرژی دادن به آنها به روشهای دیگر (کاتد سرد) به دست می‌آید، جریان یا اشعه‌ی کاتدی نام دارد. اگر الان این نوشته‌ها را روی یک مانیتور CRT می‌خوانید، در پشت صفحه‌ی مانیتور و دقیقاً روبه‌روی شما یک تفنگ الکترونی قرار دارد که الکترون‌ها مورد نیازش را از طریق یک قطعه فلز کاتد فراهم می‌کند و بعد از جهت‌دهی آنها را به سمت صفحه می‌فرستد.

اشعه کاتدی: ذرات الکترونی پر انرژی هستند که از کاتد حرارت دیده ساطع میشوند. از اشعه های یون زا

برای استریل کردن وسایل و بسته های پلاستیکی مثل سرنگ ها و بوات های یکبار مصرف استفاده میشود.

مفاهیم پایه لامپ پرتوی کاتدی

این وسیله از نظر ظاهر و ساختمان شبیه لامپی است که برای بررسی اثر میدانهای الکتریکی و آهنربایی

پرتوهای کاتدی به کار می‌رود. تفاوت اساسی در این است که قبلاً کاتد سرد بود و به علت بمباران با

یونها، الکترون گسیل می‌کرد. حالا چشم الکترون تفنگ الکترونی است که در قسمت باریک لامپ قرار دارد.

کاربرد پرتوهای کاتدی

اول از همه بهتر است بدانیم پرتو کاتدی چه زمانی جریان می‌یابد؟ پرتو کاتدی، زمانی جریان می‌یابد که

بین کاتد(منفی) و آند(مثبت) اختلاف پتانسیل ایجاد شود.

پرتو کاتدی، بار منفی دارد. این امر را با آزمایشی ساده میتوانیم اثبات کنیم. به کمک یک آهنربا میتوانیم

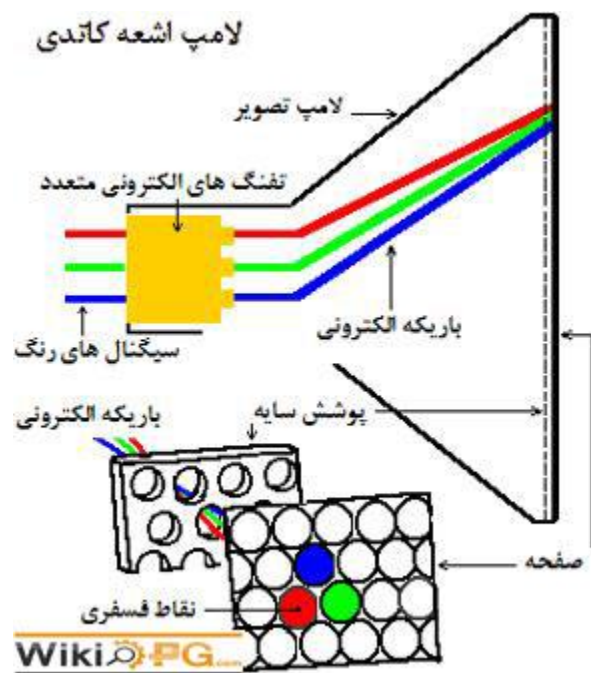
منفی بودن این پرتو را به راحتی اثبات کنیم.

پرتوهای کاتدی، در لوله های حاوی گازهای مختلف، رنگ های مختلفی دارند:

در لوله ی حاوی گاز هیدروژن، پرتو کاتدی صورتی رنگ است.

در لوله حاوی گاز آرگون بنفش است. (بعضی لامپ های مهتابی)

در لوله حاوی گاز هلیم گل بهی رنگ است. (لامپ های مهتابی)



نحوه عملکرد CRT یا همان لامپ اشعه کاتدی:

مانیتور CRT که به آن مانیتور لامپ تصویری یا اشعه کاتدی نیز میگویند و در انواع مختلف فلت و فلترون موجود می باشد. اساس کار این صفحات قدیمی بر پایه لامپ اشعه کاتدی (Cathode Ray Tube) است. CRT ها تصاویر خود را از سیگنال کابل آنالوگ دریافت می کنند و این سیگنال توسط کنترل کننده صفحه نمایش رمزگشایی می شود که با اجزای داخلی مانیتور سر و کار دارد. CRT ها یک شکل مشخص کیف مانند دارند. در پشت هر مانیتوری، یک تفنگ الکترونی وجود دارد. این تفنگ الکترونی، الکترون ها را از یک محفظه خلأ که در لامپ مانیتور قرار دارند، به جلو پرتاب می کند. این تفنگ در نقش کاتد هم هست؛ برای همین نیز به الکترون هایی که پرتاب می کند، اشعه کاتدی می گویند.

در این مانیتورها، صفحه ای که ما به آن نگاه می کنیم، از طرف داخل بوسیله لایه نازکی از فسفر بصورت نقطه ای، پوشانده شده است. آنها در گروههای ۳ تایی مرتب شده اند: قرمز، سبز و آبی (RGB). آنها با هم یک سلول را می سازند. این نقاط زمانی روشن میشوند که بوسیله الکترونها پرتاب شده از تفنگ الکترونی ضربه بخورند. هرچه پرتو الکترون قوی تر باشد، نقاط، نورانی تر می شوند. نور این نقاط برای کسری از ثانیه باقی می ماند. باریکه الکترونی بوسیله میدانهای الکتریکی و مغناطیسی هدایت می شوند تا دقیقاً به نقطه مطلوب اصابت کنند. این باریکه الکترونی، به سرعت صفحه نمایش را جارو می کند و نقاط آنرا روشن می کند. برای هر رنگ یک تفنگ الکترونی اختصاص داده شده است. این سه تفنگ الکترونی، بدون وقفه تک تک نقطه های مقصد را از چپ به راست و خط به خط از بالا به پایین، اسکن می کنند و این کار را ممکن است بین ۳۰ تا ۸۵ بار در ثانیه انجام دهند. به تعداد دفعاتی که تفنگهای الکترونی می توانند صفحه را بطور کامل تازه کنند، refresh rate گفته می شود. مثلاً وقتی سرعت تازه شدن ۶۰ هرتز باشد، بدین معنی است که هر نقطه در هر ثانیه ۶۰ بار تازه می شود. با ترکیب رنگهای RGB در هر سلول، رنگ مورد نظر تولید می شود.

(لامپ اشعه کاتد) سی آر تی (لامپ خلاء است که تفنگ الکترونیکی) منبعی از الکترون و صفحه فلورسنت با

ابزار داخلی و خارجی برای شتاب دادن و منکسر کردن اشعه الکترون را در بر دارد در نتیجه تصاویر که بر روی صفحه فلورسنتی نمایش داده می‌شوند.

اولین ورژن CRT توسط فیزیک‌دان آلمانی به نام فردیناند براون در سال ۱۸۹۷ ساخته شد که به همین دلیل به نام لامپ براون نیز معروف است. این وسیله یک دیود کاتد سرد بود که در واقع بهبود یافته لامپ کروک به همراه یک صفحه پوشیده شده با فسفر است.

در سال ۱۹۰۷، دانشمند روسی، بوریس روزینگ، از CRT در انتهای گیرنده یک سیگنال ویدئویی تجربی استفاده کرد تا بتواند یک تصویر تولید کند. وی در تلاش بود که اشکال هندسی ساده را روی یک صفحه نمایش دهد که منجر به اختراع تکنولوژی CRT شده که امروزه از آن تحت عنوان تلویزیون یاد می‌شود. تفنگ الکترونی تفنگ الکترونی عبارت است از کاتد انتهایی (رشته) که الکترون گسیل می‌کند و آند که به شکل قرصی با سوراخ کوچک با قطری برابر با ۱ تا ۳ mm ساخته می‌شود. اختلاف پتانسیلی از چند صد تا چند هزار ولت بین کاتد و آند برقرار می‌شود که در فضای بین آنها میدان الکتریکی شدیدی تشکیل می‌شود.

این میدان به الکترودهایی که از کاتد گسیل می‌شوند تا سرعت‌های بسیار بالایی شتاب می‌دهند. کاتد داخل استوانه فلزی است که به آن ولتاژ مثبتی (نسبت به کاتد) اعمال می‌شود که اندکی از ولتاژ آند کمتر است. عمل مشترک این استوانه و آند باعث می‌شوند که تقریباً تمام الکترون‌ها در سوراخ آند جمع (کانونش پرتوهای کاتدی) و از آن به شکل نوار باریکی، یعنی باریکه الکترونی، خارج شوند. در محلی که این باریکه به پرده می‌خورد (ته لامپ که با ماده لیان پوشیده شده است)، نقطه تابان روشنی ظاهر می‌شود.

***طرز کار لامپ پرتوی کاتدی**

باریکه الکترونی خارج شونده از تفنگ الکترونی، در مسیرش به طرف پرده، از بین دو جفت صفحه‌های فلزی موازی می‌گذرند. اگر به جفت صفحه‌های اول، ولتاژی اعمال شود، میدان یکنواختی ایجاد می‌شود و الکترونی‌هایی را که از آن می‌گذرند به طرف صفحه‌ای مثبت منحرف می‌کند و لکه روشن روی پرده در امتداد افقی به طرف چپ یا راست منحرف خواهد شد. به همین ترتیب، اگر ولتاژی به جفت صفحات دوم اعمال شود تا باریکه به طرف صفحه مثبت منحرف می‌گردد و لکه روشن روی پرده در امتداد قائم به طرف بالا یا پایین تغییر مکان می‌دهند.

سپس از روی جا بجایی لکه روشن روی پرده می‌توان در مورد ولتاژ اعمال شده بر صفحات منحرف کننده، نظر داد. در اینجا چیز مهم و حائز اهمیت این است که به علت جرم اینرسی ناچیز الکترونها، به هر تغییر ولتاژ روی صفحات خیلی سریع واکنش نشان می‌دهد. بنابراین لامپ پرتوی کاتدی را می‌توان برای ردیابی فرایندهایی که در آنها تغییرات بسیار سریع ولتاژ و جریان روی می‌دهند بکار برد. مسائلی از این نوع در مهندسی رادیو که در آنجا جریانها و ولتاژها چندین میلیون بار در ثانیه تغییر می‌کنند بسیار حائز اهمیت است.

نوسان نگار پرتو کاتدی با مجهز کردن لامپ پرتو کاتدی با وسایل مناسبی جهت بررسی فرایندهایی شبیه تغییر سریع ولتاژ و جریان وسیله‌ای ساخته می‌شود که نوسان نگار پرتوی کاتدی نامیده می‌شود. این وسیله نه فقط در مهندسی رادیو بلکه در بعضی شاخه‌های دیگر علم و تکنولوژی نیز ابزار پژوهشی مهمی است و کار پژوهش در آزمایشگاههای علمی و صنعتی بدون آن دشوار است.

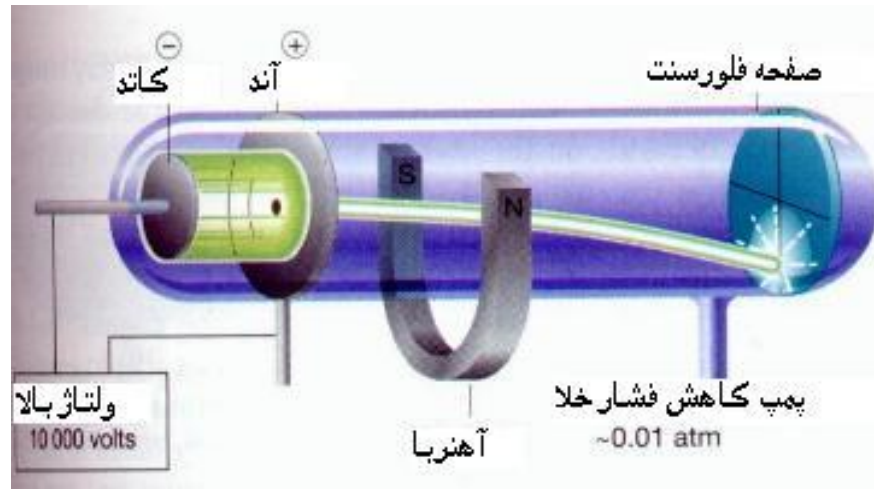
باری که الکترونی خارج شونده از تفنگ الکترونی، در مسیرش به طرف پرده، از بین دو جفت صفحه‌های فلزی موازی می‌گذرند. اگر به جفت صفحه‌های اول، ولتاژی اعمال شود، میدان یکنواختی ایجاد می‌شود و الکترونی‌هایی را که از آن می‌گذرند به طرف صفحه‌ای مثبت منحرف می‌کند و لکه روشن روی پرده در امتداد افقی به طرف چپ یا راست منحرف خواهد شد. به همین ترتیب، اگر ولتاژی به جفت صفحات دوم اعمال شود تا باریکه به طرف صفحه مثبت منحرف می‌گردد و لکه روشن روی پرده در امتداد قائم به طرف بالا یا پایین تغییر مکان می‌دهند.

سپس از روی جا بجایی لکه روشن روی پرده می‌توان در مورد ولتاژ اعمال شده بر صفحات منحرف کننده، نظر داد. در اینجا چیز مهم و حائز اهمیت این است که به علت جرم اینرسی ناچیز الکترونها، به هر تغییر ولتاژ روی صفحات خیلی سریع واکنش نشان می‌دهد. بنابراین لامپ پرتوی کاتدی را می‌توان برای ردیابی فرآیندهایی که در آنها تغییرات بسیار سریع ولتاژ و جریان روی می‌دهند بکار برد. مسائلی از این نوع در مهندسی رادیو که در آنجا جریانها و ولتاژها چندین میلیون بار در ثانیه تغییر می‌کنند بسیار حائز اهمیت است.

کاربرد پرتوهای کاتدی:

پرتوهای کاتدی چند کاربرد و فایده مفید دارند. در مهندسی معدن از پرتوهای کاتدی برای شناخت عناصر موجود در کوهستان و معادن استفاده می‌شود. مثلا در کوهستانی عناصر مختلفی وجود دارد و مهندسان میتوانند قسمت هایی از کوه(مثلا سنگها) را به آزمایشگاه برده و به آن پرتو کاتدی بتابانند و طبق همان نتیجه گیری قبلی (هر عنصر در مقابل پرتو کاتدی رنگ خاصی دارد) میتوانند مشخص کنند که آن کوه حاوی چه عناصری است...

همچنین در الکتروشیمی با استفاده از پرتوهای کاتدی میتوانیم از بدن(مثلا قسمت سرطانی)عکس برداری کنیم.به این صورت که فلز مورد نظر یا همان ماده شیمیایی مورد نظر را به استفاده از سرنگ به همان قسمت سرطانی بیمار تزریق میکنیم و با تاباندن پرتوهای کاتدی به راحتی میتوانیم عکس برداری کنیم.



نوسان نگار پرتو کاتدی:

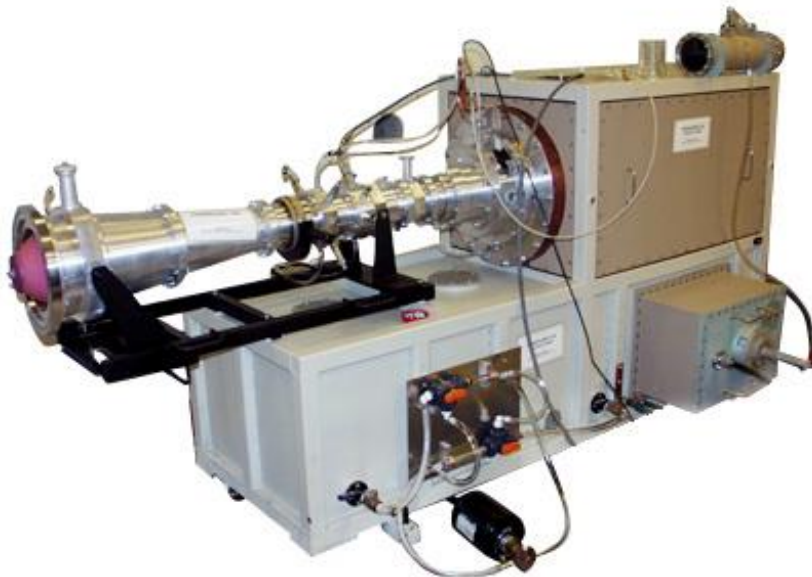
با مجهز کردن لامپ پرتو کاتدی با وسایل مناسبی جهت بررسی فرآیندهایی شبیه تغییر سریع ولتاژ و جریان وسیله‌ای ساخته می‌شود که نوسان نگار پرتوی کاتدی نامیده می‌شود. این وسیله نه فقط در مهندسی رادیو بلکه در بعضی شاخه‌های دیگر علم و تکنولوژی نیز ابزار پژوهشی مهمی است و کار پژوهش در آزمایشگاه‌های علمی و صنعتی بدون آن دشوار است.

(۱) کاربرد در ساختمان اسیلوسکوپ

نوسان‌نما یا اسیلوسکوپ (*Oscilloscope*) دستگاهی [الکترونیکی](#) است که امکان مشاهده [ولتاژ](#) را فراهم می‌کند. غالباً مقدار ولتاژ به صورت نموداری دوبعدی نمایش داده می‌شود که محور افقی زمان و محور عمودی آن ولتاژ است. از نوسان‌نما عموماً برای نمایش دقیق موج استفاده می‌شود. علاوه بر دامنه، معمولاً نوسان‌نماها قادر به اندازه‌گیری و نمایش دیگر پارامترها مانند عرض پالس، [دوره تناوب](#) و زمان بین دو حادثه (مانند وقوع دو پیک) هستند. با اختراع [لامپ اشعه کاتدی](#) و با توجه به وزن بسیار کم پرتوی کاتدی امکان نشان دادن یک متغیر به صورت خطی با زمان فراهم شد و اسیلوسکوپ اولین وسیله‌ای بود که از این امکان بهره‌مند شد.

اسیلوسکوپ از یک لامپ پرتو کاتدی که قلب دستگاه است و تعدادی مدار برای کار کردن لامپ پرتو کاتدی تشکیل شده است. قسمت‌های مختلف لامپ پرتو کاتدی عبارتند از:

(۱-۱) تفنگ الکترونی:



تفنگ الکترونی electron gun: دستگاهی که برای تولید پرتو باریک و پراورزی الکترونی در یک لامپ پرتو کاتدی یا میکروسکوپ الکترونی بکار می‌رود.

تفنگ الکترونی باریکه متمرکزی از الکترون‌ها را بوجود می‌آورد که شتاب زیادی کسب کرده‌اند. این باری که الکترون با انرژی کافی به صفحه فلئورسان برخورد می‌کند و بر روی آن یک لکه نورانی تولید می‌کند. تفنگ الکترونی از رشته گرمکن، کاتد، شبکه آند پیش شتاب دهنده، آند کانونی کننده و آند شتاب دهنده تشکیل شده است. الکترون‌ها از کاتدی که بطور غیر مستقیم گرم می‌شود، گسیل می‌شوند. این الکترون‌ها از روزنه کوچکی در شبکه کنترل می‌گردند. شبکه کنترل معمولاً یک استوانه هم محور با لامپ است و دارای سوراخی است که در مرکز آن قرار دارد. الکترون‌های گسیل شده از کاتد که از روزنه می‌گذرند (به دلیل پتانسیل مثبت زیادی که

به آندهای پیش شتاب دهنده و شتاب دهنده اعمال می‌شود)، شتاب می‌گیرند. باریکه الکترونی را آند کانونی کننده، کانونی می‌کند.

۱-۲) صفحات انحراف دهنده

صفحات انحراف دهنده شامل دو دسته صفحه‌است. صفحات انحراف قائم که بطور افقی نصب می‌شوند و یک میدان الکتریکی در صفحه قائم ایجاد می‌کنند و صفحات Y نامیده می‌شوند. صفحات انحراف افقی بطور قائم نصب می‌شوند و انحراف افقی ایجاد می‌کنند و صفحات X نامیده می‌شوند. فاصله صفحات به اندازه کافی زیاد است که باریکه بتواند بدون برخورد با آنها عبور کند.

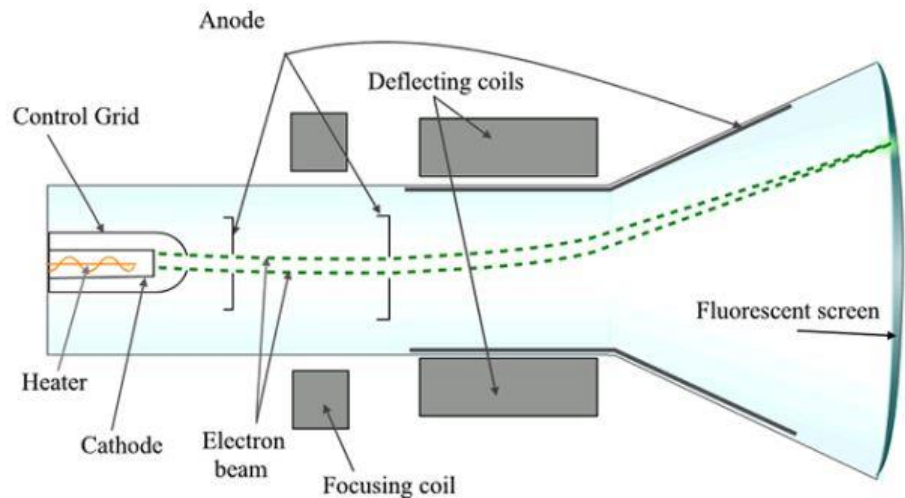
۱-۳) صفحه فلئورسان

جنس این پرده که در داخل لامپ پرتو کاتدی قرار دارد، از جنس فسفر است. این ماده دارای این خاصیت است که انرژی جنبشی الکترونیهای برخورد کننده را جذب می‌کند و آنها را به صورت یک لکه نورانی ظاهر می‌سازد. قسمتهای دیگر لامپ پرتو کاتدی شامل پوشش شیشه‌ای، پایه که از طریق آن اتصالات برقرار می‌شود، است.

۱-۴) مولد مبنای زمان

اسیلوسکوپها بیشتر برای اندازه گیری و نمایش کمیت های وابسته به زمان بکار می‌روند. برای این کار لازم است که لکه نورانی لامپ روی پرده با سرعت ثابت از چپ به راست حرکت کند. بدین منظور یک ولتاژ مثبت به صفحات انحراف افقی اعمال می‌شود. مداری که این ولتاژ مثبت را تولید می‌کند، مولد مبنای زمان یا مولد رویش نامیده می‌شود.

۲) استفاده در تلویزیون



اولین تلویزیون ها از لامپ پرتو کاتدی استفاده می کردند. لامپ پرتو کاتدی متشکل از محفظه ی شیشه ای، سر کاتدی و انتهای فسفری بود. در این لامپ به وسیله ی جریان الکتریکی و از سر کاتدی، سمت دیگر (صفحه ی فسفری) بمباران الکترونی می شد. در برخورد الکترون به فسفر، تغییر رنگ رخ می داد و باعث تشکیل پیکسل های تصویر می گشت. اولین نمونه از این تلویزیون در سال 1927 پا به عرصه ی وجود گذاشت. نخستین تصویر نمایش داده شده در این محصول نیز شامل ۶۰ خط بود که علامت دلار را تداعی می کرد.

تلویزیون های آنالوگ یکی از وسایلی هستند که مجهز به **لامپ پرتوی کاتدی** می باشند. دستگاه تلویزیون سیگنالهای الکترونیکی تولید شده به وسیله **دوربین های** تلویزیونی و میکروفون ها را دریافت و دوباره به صدا و تصویر تبدیل می کند. آنتن تلویزیون سیگنالهای ارسالی از آنتنهای فرستنده رادریافت می کند و سپس آن را با سیم به ورودی آنتن در پشت تلویزیون می رساند. هنگامیکه تلویزیون را روشن می کنید سیگنالهای صوت و تصویر از یکدیگر و از موجهای حامل جدا می شوند. صدا به بلندگوهای تلویزیون انتقال می یابد و سیگنال

تصویر به لامپ تصویر وارد می شود که آن را به شکل تصویر در صفحه تلویزیون به نمایش می گذارد. هنگامیکه سیگنال تصویر از سیگنال صوت جدا می شود به سه سیگنال رنگی جداگانه قرمز، آبی و سبز تقسیم می شود. لامپ تصویر تلویزیون این سیگنال های الکتریکی را روی صفحه به نور تبدیل می کند. لامپی که در اینجا نشان داده شده است لامپ ماسک سوراخدار می باشد. انواع دیگری هم هستند اما این نوع پر مصرف تر است.

در پشت لامپ تصویر سه تفنگ الکترونی وجود دارد که پرتوهای الکترون را به سوی صفحه پرتاب می کنند. الکترونها بخشی از اتمها به شمار می روند. همه اتمها هسته ای در مرکز دارند که الکترونهايي به دور آن می چرخند. الکترونها بار الکتریکی حمل می کنند. مقدار الکتریسیته ای که از تفنگ می گذرد به قدرت سیگنال اصلی بستگی دارد.

صفحه نمایش در جلوی لامپ تصویر قرار دارد که با ذرات یا نوارهای باریکی از فسفر پوشیده شده است. سه نوع متفاوت فسفر به کار می رود. وقتی اشعه الکترون به آنها برخورد می کند یکی به رنگ قرمز، یکی سبز و دیگری به رنگ آبی می درخشند.

پرتو الکترونی قوی باعث می شود تا فسفر بیشتر بدرخشد و پرتو الکترونی ضعیف درخشش کمتری ایجاد می کند. پرتوها در یک زمان خاص هر یک به یکی از سه نقطه یا نوار فسفری می تابند و از گوشه بالا سمت چپ صفحه تلویزیونی شروع کرده و به سمت راست و پایین صفحه حرکت می کنند تا این کار را بر روی کل صفحه انجام دهند.

در پشت صفحه تلویزیون صفحه ای فلزی با هزاران سوراخ ریز وجود دارد که ماسک سوراخدار نامیده می شود. برای هر سه نقطه فسفری صفحه یک سوراخ وجود دارد. ماسک به گونه ای قرار گرفته که هر سه اشعه الکترونی فقط می تواند به فسفر مناسب خود برخورد کند. یعنی اشعه قرمز به فسفر قرمز و ...

سیگنال هایی که توسط ایستگاه پخش تلویزیونی انتقال می یابند و توسط دستگاه تلویزیون دریافت می شوند بسته به روشنایی تصویری که منتقل می شود به طور دائمی و لثاژ شتاب دهنده الکترون ها را افزایش یا کاهش می دهند بنابراین نقاط روی پرده، روشنایی متفاوتی دارند و تصویر انتقال یافته و برای دریافت چشم انسان باز سازی می شود.

۳) استفاده در تولید اشعه ایکس

هنگامی که اشعه کاتدی پر انرژی با اتم های عنصر مورد نظر برخورد کند، الکترونهای لایه های داخلی اتم را خارج می کند. سپس الکترونهای لایه های خارجی جای خالی این الکترونها را پر کرده و اختلاف انرژی دو لایه را بصورت یک فوتون اشعه ایکس از دست می دهد. قطعات اصلی لامپ اشعه ایکس شامل کاتد برای گسیل الکترونها و آندی در نقش هدف می باشند، که هر دو درون لامپ خلا جای گرفته اند. کاتد پیچهای رشته ای از جنس تنگستن است، این لامپ یک پیچه کانونی جهت جمع کنندگی باریکه الکترونی نیز دارد و در ساختمان آن از پمپ تخلیه نیز استفاده می کنند.

اشعه ی ایکس

پرتو ایکس یا اشعه ایکس (اشعه رونتگن) نوعی از پرتوهای الکترومغناطیس با طول موج حدود ۱۰ تا ۲۱۰^۲ آنگستروم است که در بلورشناسی و عکسبرداری از اعضای داخلی بدن و عکسبرداری از درون اشیای جامد و به عنوان یکی از روش های تست غیرمخرب در تشخیص نقص های موجود در اشیای ساخته شده (مثلاً در لوله ها...) کاربرد دارد.

پرتو ایکس در سال ۱۸۹۵ توسط ویلهم کنراد رونتگن (رنتگن)، فیزیکدان آلمانی کشف شد و به دلیل ناشناخته بودن ماهیت آن، پرتو ایکس نامیده شد. یعنی با قرار دادن آن در میدان های مغناطیس و الکتریکی به هیچ وجه منحرف نمی شود. این پرتو قدرت نفوذ بسیاری دارد و تقریباً از هر چیزی به جز استخوان و فلز (اوربیتال d) می گذرد. اولین عکس پرتو ایکس از دست همسر رونتگن گرفته شد که انگشتر او به خوبی در عکس مشخص است.

این گمان که پرتوهای ایکس، امواج الکترومغناطیس با طول موج بسیار کوتاه هستند، به کمک یک آزمایش پراش دوگانه که در سال ۱۹۰۶ توسط سی.گ. بارکل انجام گرفت، تأیید شد. اثبات قطعی ماهیت موجی پرتو ایکس در سال ۱۹۱۲ به وسیله فون لاوه ارائه شد. وی اولین جایزه فیزیک نوبل را در سال ۱۹۰۱ گرفت.

انواع پرتو ایکس

- پرتو ایکس تکفام (تک رنگ): پرتو ایکسی که فقط دارای یک [طول موج] خاص است را پرتو ایکس تکفام می نامند.
- پرتو ایکس سفید (پیوسته): پرتو ایکسی که تکفام نبوده و دارای طول موجهایی در بازه λ_1 تا λ_2 است .

پرتو کاتدی



با وجود ضعف های نظریه دالتون، این نظریه تا مدتی همچنان مطرح شد چون بسیاری از پدیده ها را می توانست توجیه کند. ولی دانشمندان برای پاسخ دادن به مشکلات مطرح شده تحقیقات علمی گوناگونی را تجربه کردند تا به ساختار اتم پی برده و پاسخگوی پرسش های مختلف باشد. یکی از این تلاش ها برای خواص الکتریکی ماده بود. بررسی ساختمان الکتریکی اتم ها با آزمایش اشعه کاتدی آغاز شد. می دانیم که آزمایش اشعه کاتدی توسط تامسون انجام گرفت. لوله پرتو کاتدی شیشه ای است که تقریباً همه ی هوای آن به کمک پمپ خارج شده است. در دو انتهای این لوله یک فلز نصب شده است که به آن الکتروود می گویند. هنگامی که یک ولتاژ بسیار قوی بین این دو الکتروود اعمال شود پرتوهایی از الکتروود منفی (کاتد) به سمت الکتروود مثبت (آند) جریان می یابد. بنابراین به آنها پرتو کاتدی می گویند. این پرتو ها با یک ماده ای به نام فلورسنت (نورتاب: ماده ای که اشعه نامرئی را به نور مرئی تبدیل میکند).

* آشنایی با ویژگی های پرتو کاتدی:

- (۱) تامسون با قرار دادن پرده ای سبک در برابر این پرتو و دران آن متوجه شد پرتو کاتدی ذره ای است ثانیاً جهت حرکت آن از سمت کاتد به سمت آند است.
- (۲) تامسون با قرار دادن این لامپ در میدان الکتریکی مشاهده کرد پرتو کاتدی به سمت قطب مثبت میدان منحرف می شود پس نتیجه گرفت پرتو کاتدی دارای بار منفی است.
- (۳) تامسون با قرار دادن لامپ پرتو کاتدی در میدان مغناطیسی مشاهده کرد جرقه کاتدی عمود بر میدان مغناطیسی منحرف میشود.
- (۴) تامسون با قرار دادن یک آند سوراخ در مقابل کاتد در حالیکه در انتهای لامپ ماده فلوسانس مالیده شده بود نقطه سبز رنگی دقیقاً مقابل کاتد مشاهده کرد و نتیجه گرفت پرتو کاتدی به طور خط مستقیم حرکت میکند.
- (۵) تامسون با عوض کردن الکتروودها و گاز درون لامپ باز هم پرتو کاتدی را مشاهده کرد. پس نتیجه گرفت تشکیل پرتو کاتدی به جنس گاز درون لوله و جنس الکتروودها بستگی ندارد.

۶) پرتو های کاتدی حامل انرژی هستند: پرتو های کاتدی با بمباران اجسام و جذب شدن در آن ها باعث گرم شدن این اجسام می شوند. اگر ورقه نازکی از قلع را در وسط کاتد کروی لامپ تخلیه گازی قرار دهیم، ورقه به شدت گرم و حتی ذوب می شود. آزمایش های مشابه نشان میدهند که پرتوهای کاتدی دارای انرژی جنبشی هستند.

۷) تامسون مشاهده کرد که اگر میدان مغناطیسی یا الکتریکی در بیرون از لوله ی پرتو کاتدی برقرار شود، پرتو کاتدی از مسیر اصلی خود منحرف میشود بدین ترتیب نتیجه گرفت که: ((پرتو کاتدی دارای بار الکتریکی است.)) از طرفی پرتو کاتدی به سمت قطب مثبت میدان الکتریکی منحرف میشود از این مشاهده نتیجه گرفت: ((پرتو کاتدی دارای بار منفی است.))

۸) تامسون با استفاده از گازهای مختلف درون لوله ی پرتو کاتدی (مانند گاز هیدروژن و هوا و...) مشاهده کرد که اتم های گاز رقیق درون لوله از خود نور گسیل میکنند. بنابراین نتیجه گرفت که: ((پرتوهای کاتدی گاز رقیق درون لوله را ملتهب میکنند.)) یعنی بر اثر اصابت الکترون ها به این اتم ها الکترون های این اتم ها برانگیخته شده و هنگام برگشت به حالت پایه نور گسیل میکنند.

۹) اگر پرتو کاتدی تحت تاثیر میدان الکتریکی یا مغناطیسی قرار نگیرد، آثار نور سبز رنگ درست در مقابل کاتد روی صفحه ی فلوروسنت دیده میشود.، از این مشاهده نتیجه گرفت: ((پرتو های کاتدی به خط راست حرکت میکنند.))

۱۰) تامسون با تغییر جنس کاتد (مثلا از آهن به مس) و نیز با تغییر گاز رقیق درون لوله ی پرتو کاتدی (مثلا از هوا به هیدروژن) مشاهده کرد که همچنان پرتو های کاتدی به وجود می آیند. پس نتیجه گرفت: ((همه ی مواد دارای الکترون (ذره ی سازنده ی پرتوی کاتدی) هستند.))

*** بار الکترون:** نخستین اندازه گیری بار الکترون توسط رابرت میلیکان در سال ۱۹۰۹ انجام گرفت. در آزمایش میلیکان در اثر برخورد پرتوهای ایکس با مولکول های تشکیل دهنده هوا الکترون تولید می شود. قطره های بسیار ریز روغن با گرفتن الکترون بار منفی بدست می آورند. این قطره ها میان دو صفحه افقی جای می گیرند

و جرم یک قطره با اندازه گیری سرعت سقوط آن معین می شود. وقتی که صفحه ها باردار می شوند سرعت سقوط قطره باردار تغییر می کند زیرا قطره دارای بار منفی بوسیله صفحه بالایی که دارای بار مثبت است جذب می شود. مقدار بار صفحه را می توان طوری تنظیم کرد که قطره های روغن به صورت معلق باقی بمانند و سقوط نکنند. بار روی قطره روغن را از روی جرم قطره و بار صفحه ها پس از انجام تنظیم بار می توان محاسبه کرد.

دالتون معتقد بود تمام اتم های یک عنصر کاملاً شبیه هم هستند بنابراین تا مدت ها این تصور بین دانشمندان رایج بود. تا این که بالاخره کشف شد که اتم های یک عنصر ممکن است از نظر جرم با هم تفاوت داشته باشند. این مطلب تعجب دانشمندان را برانگیخت چرا که تمام اتم های یک عنصر عدد اتمی یکسان دارند یعنی تعداد پروتون ها و الکترون های آن ها برابر است بنابراین تفاوت جرم آن ها قاعدتاً می باید مربوط به تفاوت در تعداد نوترون ها باشد. به اتم های مختلف یک عنصر که تعداد نوترون یکسان دارند ایزوتوپ می گویند. جرم اتمی میانگین: ایزوتوپ های مختلف یک عنصر درصد فراوانی یکسان ندارند مثلاً در عنصر کربن ۷۵٪ کل اتم ها ایزوتوپ سبک و ۲۵٪ ایزوتوپ سنگین هستند. به همین دلیل وقتی جرم اتمی یک عنصر بیان می شود باید میانگین جرم اتمی ایزوتوپ ها با توجه به درصد فراوانی آن ها محاسبه شوند.

جرم اتمی میانگین یک عنصر = $(M1 \times d1) + (M2 \times d2) + \dots + 100$

$M1$ = جرم ایزوتوپ اول $D1$ = درصد فراوانی ایزوتوپ اول

$M2$ = جرم ایزوتوپ دوم $D2$ = درصد فراوانی ایزوتوپ دوم

چند نکته:

- * پروتیم استثنایی ترین عنصر جهان است زیرا یکی از انواع هیدروژن است که اصلاً نوترون ندارد.
- * سومین ایزوتوپ هیدروژن تنها عنصری است که تعداد نوترون هایش دوبرابر پروتون هایش است.
- * اگر از اولین ایزوتوپ هیدروژن الکترون بگیریم پروتون خالص بوجود می آید.

ایزوتوپ های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند. اما خواص فیزیکی آنها متفاوت است. مثلا نقطه انجماد، جوش و چگالی آب سنگین بیشتر از آب معمولی است. تقریبا تمام عناصر موجود در طبیعت مخلوطی از چند ایزوتوپند. مانند اکسیژن و ید که هر دو دو ایزوتوپ دارند. اورانیوم نیز دارای ایزوتوپ هایی به نام اورانیوم ۲۳۵ و اورانیوم ۲۳۸ است. برخی از عناصر دارای ایزوتوپ هایی هستند که از خود اشعه های نامرئی رادیو اکتیو ساطع می کنند. این ایزوتوپ ها پس از تشعشعات رادیو اکتیوی به ایزوتوپ های دیگر تبدیل می شوند. دانشمندان با استفاده از وسیله ای به نام طیف نگار جرمی یا طیف سنج جرمی می توانند ایزوتوپ های یک عنصر را از هم جدا کنند. وسیله دیگری هم به نام شتابگر ذرات وجود دارد که باعث پرتوزایی ایزوتوپ ها می شود.

ایزوتوپ های پرتوزا بسیار مفید هستند. ایزوتوپ هایی مانند کبالت ۶۰ و رادیوم در توقف رشد سلول های سرطانی موثر هستند. دانشمندان طی فرآیندی موسوم به تعیین عمر با پرتوزایی به وسیله ایزوتوپ های پرتوزا عمر گیاهان و جانوران مرده را تعیین می کنند. از ایزوتوپ های ید هم برای درمان بیماری گواتر استفاده می شود. از ایزوتوپ های مصنوعی در بررسی واکنش های شیمیایی نیز استفاده می شود. به شاخه ای از پزشکی که با استفاده از ایزوتوپ های پرتوزا به تشخیص و درمان بیماری ها می پردازند پزشکی هسته ای می گویند.

* ایزوتوپ هایی که اکنون در طبیعت وجود دارند ایزوتوپ های پایدار هستند. هنگام تشکیل منظومه ی خورشیدی در حدود ۴ میلیارد سال قبل ، تعداد ایزوتوپ های ناپایدار موجود در زمین خیلی بیشتر از ایزوتوپ های کنونی بوده است. اما بسیاری از آنها در اثر واپاشی به عناصر دیگر تبدیل شده اند. اکنون هم تعدادی ایزوتوپ ناپایدار در طبیعت وجود دارد. واپاشی این عناصر به قدری مند است که هسته هایی که در آغاز پیدایش زمین تشکیل شده اند، هنوز کاملا از میان نرفته اند. تمام عناصری که عدد اتمی آنها بزرگتر از ۸۳ است ناپایدارند. این عناصر به تدریج از کره زمین ناپدید می شوند. رادیوم، توریوم و اورانیوم از جمله ی این عناصرند. ایزوتوپ های ناپایدار دیگر را میتوان به طور مصنوعی تولید کرد. یعنی میتوان با استفاده از رآکتورهای هسته ای، هسته های ناپایدار بسیاری را تولید کرد.

وقتی ترکیبی از نوترون ها و پروتون ها بوجود آید که در قبالا در طبیعت وجود نداشته اند ، این محصول مصنوعی خواهد بود و غیر پایدار است و به آن ایزوتوپ رادیو اکتیو یا رادیوایزوتوپ نامیده می شود. همچنین بسیاری از ایزوتوپ های طبیعی غیر پایدار، از واپاشی بسیار کهن اورانیوم و توریوم ناشی می شود. کلا حدود ۱۸۰۰ رادیو ایزوتوپ وجود دارد رادیو ایزوتوپ هایی که در پرتو پزشکی به کار می روند ، "رادیو دارو" نام دارند...

طیف سنج جرمی

به کمک طیف سنج جرمی *mass spectroscopy*، جرم مطلق اتم ها بدست می آید. سپس برای هر اتم که دارای چندین ایزوتوپ است، جرم اتمی میانگین محاسبه شده به عنوان جرم اتم گزارش می شود. این دستگاه اولین بار برای بررسی ایزوتوپ ها از مورد استفاده قرار گرفت. دستگاه هایی از این نوع توسط استون و دمپستر با پیروی از اصول روش هایی که تامسون ارائه کرده بود ساخته شد.

مراحل کار طیف سنج جرمی:

مرحله ۱: یونیزه کردن: اتم، با جدا کردن یک یا چند الکترون از آن، تبدیل به یک یون مثبت می شود. این مطلب در مورد اتم هایی که به طور طبیعی یون منفی تشکیل می دهند (برای مثال کلر) و همچنین برای اتم هایی که به طور کلی تشکیل یون نمی دهند (مثل آرگون) نیز در این مرحله صادق است و آنها نیز به یون های مثبت تبدیل می شوند. چون طیف سنج های جرمی همیشه با یون های مثبت کار می کنند.

مرحله ۲: شتابدهی: یون ها در این مرحله شتابدار می شوند تا این که همه دارای انرژی جنبشی یکسان شوند.

مرحله ۳: انحراف: در این مرحله یون ها به تناسب جرمشان با استفاده از آهن ربای مغناطیسی منحرف می شوند. هر چه یون ها سبک تر باشند، انحراف بیشتری می یابند. میزان انحراف به بار یون و به عبارت دیگر به تعداد الکترون هایی که در مرحله اول از ذرات جدا شده نیز بستگی دارد. هرچه بار یون بیشتر باشد، بیشتر منحرف می شود.

مرحله ۴: آشکارسازی: جریان پرتو مانند یون ها که از دستگاه عبور می کند، از طریق الکتریکی آشکارسازی می شود.

به طور کلی طیف سنجی جرمی سه کار اساسی را انجام می دهد:

۱- مولکول ها توسط جریاناتی از الکترون های پرتو پراکنده شده و بعضی از مولکول ها به یون های مربوطه تبدیل می گردند. سپس یونها در یک میدان الکتریکی شتاب داده می شوند.

۲- یونهای شتاب داده شده بسته به نسبت بار یا جرم آن ها در یک میدان مغناطیسی یا الکتریکی جدا می گردند

۳- یونهای دارای نسبت بار یا جرم مشخص و معین توسط بخشی از دستگاه که در اثر برخورد یونها به آن که قادر به شمارش آنهاست آشکار می گردند. نتایج داده شده خروجی توسط آشکار کننده بزرگ شده و به ثبات داده می شوند.

طیف نگار جرمی یون ها را بر حسب مقادیر نسبت بار به جرم، از یکدیگر جدا می کند، و سبب می شود که یون های مثبت متفاوت در محل های مختلف روی یک صفحه عکاسی اثر کنند. وقتی دستگاه کار می کند ، اتم های بخار ماده مورد مطالعه در معرض بمباران الکترونی قرار گرفته و به یون های مثبت تبدیل می شوند. این یون ها بر اثر عبور از یک میدان الکتریکی، به قدرت چندین هزار ولت ، شتاب پیدا می کنند. اگر ولتاژ این میدان ثابت نگهداشته شود، تمام یون هایی که مقدار e/m مساوی دارند با سرعت مساوی وارد یک میدان مغناطیسی

می‌شوند. این سرعت شعاع مسیر یون را در میدان مغناطیسی تعیین می‌کند. اگر شدت میدان مغناطیسی و ولتاژ شتاب دهنده ثابت نگهداشته شوند، تمام یون‌هایی که مقدار e/m مساوی دارند، در یک محل بر روی صفحه عکاسی متمرکز می‌شوند ولی یون‌هایی که مقدار e/m متفاوت دارند در محل‌های مختلف روی صفحه عکاسی متمرکز می‌شوند. هرگاه یک وسیله الکتریکی که شدت اشعه یونی را اندازه می‌گیرد، جای‌گزین صفحه عکاسی شود، دستگاه را طیف سنج جرمی می‌نامیم. با استفاده از طیف سنج جرمی می‌توان هم جرم اتمی دقیق ایزوتوپ‌ها و هم ترکیب ایزوتوپی عناصر (انواع ایزوتوپ‌های موجود و مقدار نسبی هر یک) را تعیین کرد. درواقع طرز کار طیف سنج جرمی، مانند لامپ اشعه کاتدی است که تامسون از آن بهره گرفت و نسبت بار به جرم الکترون را به دست آورد.

آب سنگین:

آب سنگین یا اکسید دوتریم، دارای فرمول شیمیایی D_2O در هسته دوتریم یک پروتون و یک نوترون وجود دارد. بدلیل داشتن همین نوترون اضافی است که دوتریم کمی سنگین تر از هیدروژن معمولی است. جرم مولکولی آب سنگین نیز بهمین دلیل بیشتر از جرم مولکولی آب سبک است (۲۰ به ۱۸). اگر یک تکه یخ آب سنگین را در آب معمولی بیندازیم، در آن فرو می‌رود. از آنجائیکه خواص شیمیایی عناصر به تعداد پروتون‌های آنها بستگی دارد پس ایزوتوپ‌ها دارای خواص شیمیایی یکسان هستند ولی بعلاوه تفاوت در تعداد نوترون‌ها، خواص فیزیکی و بیولوژیکی متفاوتی دارند. بهمین دلیل نیز خواص فیزیکی آب سنگین نیز با آب سبک تفاوت‌هایی دارد از جمله در میزان چگالی، نقطه جوش، نقطه انجماد که همگی در رابطه با آب سنگین مقادیر بیشتری دارند. در هر ۶۷۶۰ مولکول آب طبیعی، فقط یک مولکول آب سنگین وجود دارد. آب سنگین خاصیت رادیو اکتیویته ندارد ولی به علت داشتن همان نوترون اضافی، کمی سمی و آزار دهنده است و نوشیدن زیاد آن توصیه نمی‌شود زیرا سرعت فعالیت‌های شیمیایی را در بدن کاهش می‌دهد و در مواردی موجب مرگ می‌شود.

چگالی آب سنگین حدود ۱۰ درصد بیشتر از چگالی آب سبک است ولی میانگین سرعت مولکولی آن کمتر از آب سبک است، همین امر باعث شده که در مایع باقیمانده از الکترولیز آب، غلظت آب سنگین بیشتر باشد. آب سنگین از طریق الکترولیز آب تهیه می شود. بهنگام الکترولیز، گازی که تولید می شود بیشتر هیدروژن معمولی است و در نتیجه آب باقیمانده غنی از اکسید دوتریم یا آب سنگین می باشد. الکترولیز مداوم، صدها لیتر آب سنگین خالص تهیه می کند. از آب سنگین در علوم مختلف پزشکی، زیست شناسی، فیزیک، شیمی و تحقیقات مختلف علمی استفاده می شود به شرح زیر:

* بعنوان یک خنک کننده در مدار تولید انرژی هسته خنک کننده میله های سوخت درون راکتورهای هسته ای
* بعنوان یک تعدیل کننده در راکتورهای هسته ای جهت کند کردن سرعت نوترونهای سریع و پر شتاب برای کنترل واکنشهای زنجیره ای شکافت هسته ها

* بعنوان ردیاب ایزوتوپی در آزمایشگاهها جهت مطالعه، فرآیند های شیمیایی و بیولوژیکی

نتیجه گیری آزمایش اشعه کاتدی

اشعه کاتدی چیزی جز جریانی از الکترونها در فضای تخلیه شده نیست. ولی این نام را از آنجا داریم که اشعه مذکور در ضمن مطالعه تخلیه الکتریکی کشف شد و اشعه ای بود که از کاتد به سوی آند و به خط راست منتشر می شد.

آزمایشهای متعدد نشان داده است که:

۱- اشعه کاتدی از ذراتی که بار الکتریکی منفی دارند تشکیل شده است (از جنس الکترون)

۲- این اشعه به جنس فلز تشکیل دهنده کاتد و یا نوع گاز بستگی ندارد، علت این است که پرتوهای ویژه‌ای از کاتد به سوی آند روانه می‌شوند. مطالعات بعدی نشان داد که این اشعه از جنس نور نیست، زیرا که در میدان الکتریکی و مغناطیسی انحراف می‌یابد و این انحراف به سمت قطب مثبت است.

ژان پرن در سال 1895 نشان داد که اشعه کاتدی از ذرات کوچکی که دارای بار الکتریکی منفی هستند به وجود آمده است. او در سر راه عبور اشعه کاتدی صفحه‌ای قرار داد که در وسط آن شکافی وجود داشت و از داخل آن شکاف توانست یک دسته اشعه عبور دهد. در این حالت اگر مسیر اشعه را به کمک فلوئورسانس قابلیت رؤیت کنیم. وقتی حباب در حوزه مغناطیسی یک آهنربا قرار می‌گیرد، مسیر اشعه کاتدی به طرف قطب جنوب مغناطیس منحرف می‌شود.

دانشمند معروف ج-ج تامسون با استفاده از اثر توأم یک میدان الکتریکی قائم در مسیر اشعه کاتدی و یک میدان مغناطیسی، توانست نسبت بار به جرم ذره مفروض، یعنی الکترون را محاسبه کند. (۱۸۹۷) نتیجه بسیار مهم آزمایش و محاسبه او این بود که این نسبت، یعنی بستگی به جنس گاز درون لوله و شرایط آزمایشی ندارد. دانشمندانی که از آنها نام برده شد به ویژه تامسون، نتایج مربوط به تخلیه الکتریکی در درون گازها را چنین بیان کردند که هر اتم از تعدادی الکترون و یک قسمت با بار مثبت و بسیار سنگین‌تر ساخته شده، بنابراین ذره‌ای است تجزیه پذیر.

تحت تأثیر میدان الکتریکی پر قدرت، از کاتد الکترونیایی کنده شده و با سرعت زیاد بسوی آند روانه می‌شوند و در سر راه خود به اتمهای گاز برخورد کرده و از این اتمها الکترونیایی را به بیرون پرتاب و آنها را تبدیل به یونهای مثبت (اشعه مثبت) می‌کنند. در ضمن این یونها حالت برانگیخته پیدا کرده و نوری را منتشر می‌سازند که مشخص کننده آنهاست، چنانکه رنگ نور منتشره از یک گاز به گاز دیگر تفاوت دارد.

بدین سان ثابت شد که الکترون از اجزاء اصلی تمام مواد است. کشف الکترون سرآغاز مطالعات و نظریه‌های مربوط به ساختمان درونی اتم بوده و به اندیشه تجزیه‌ناپذیر بودن اتم خط بطلان کشیده است.

روش‌های تولید

در هنگام برخورد الکترونی‌های با سرعت بالا به فلزات، الکترون‌های لایه‌های پایین‌تر به لایه‌های بالاتر منتقل شده (اتم‌ها برانگیخته می‌شوند) و در هنگام برگشت الکترون‌ها به حالت پایه انرژی مازاد را به صورت پرتو ایکس گسیل می‌کنند. بنابراین هر لامپ تولید پرتو ایکس باید شامل:

- منبع الکترون
- میدان شتاب‌دهنده به الکترون‌ها
- هدف فلزی

باشد. به علاوه از آنجایی که قسمت عمده انرژی جنبشی الکترون‌ها هنگام برخورد به فلز هدف، به حرارت تبدیل می‌شود، معمولاً فلز هدف را با آب خنک می‌کنند تا ذوب نشود.

چه میزان از اشعه ایکس برای سلامتی خطرناک است

میزان خطری که اشعه ایکس برای سلامتی ایجاد میکند بسته به مقدار اشعه ای است که وارد بدن شما میشود . اگر این مقدار در حد مجاز باشد اشکالی ایجاد نمیکند ولی بیش از ۱۳۶۲ آن خطرناک است. میزان مجاز اشعه ایکس یا اشعه رادیواکتیو که هر فرد میتواند بدون مشکل خاصی دریافت کند به توسط دانشمندان محاسبه شده است. این مقدار تجمعی است. به این معنی که مجموع مقدار اشعه‌هایی که در طول یک سال به بدن شما تابیده میشود باید از میزان خاصی کمتر باشد.

میزان اشعه دریافتی را با مقیاسی به نام میلی سیورت اندازه گیری میکنند. در محیط زندگی همه ما مقداری اشعه رادیواکتیو بصورت طبیعی وجود دارد و هر فرد به طور طبیعی در هر سال ۳ میلی سیورت اشعه از محیط اطراف خود دریافت میکند.

برای مقایسه میزان اشعه دریافتی در روش‌های مختلف تصویر برداری به آمار زیر توجه کنید:

- بعد از یک رادیوگرافی اندام یک صدم میلی سیورت

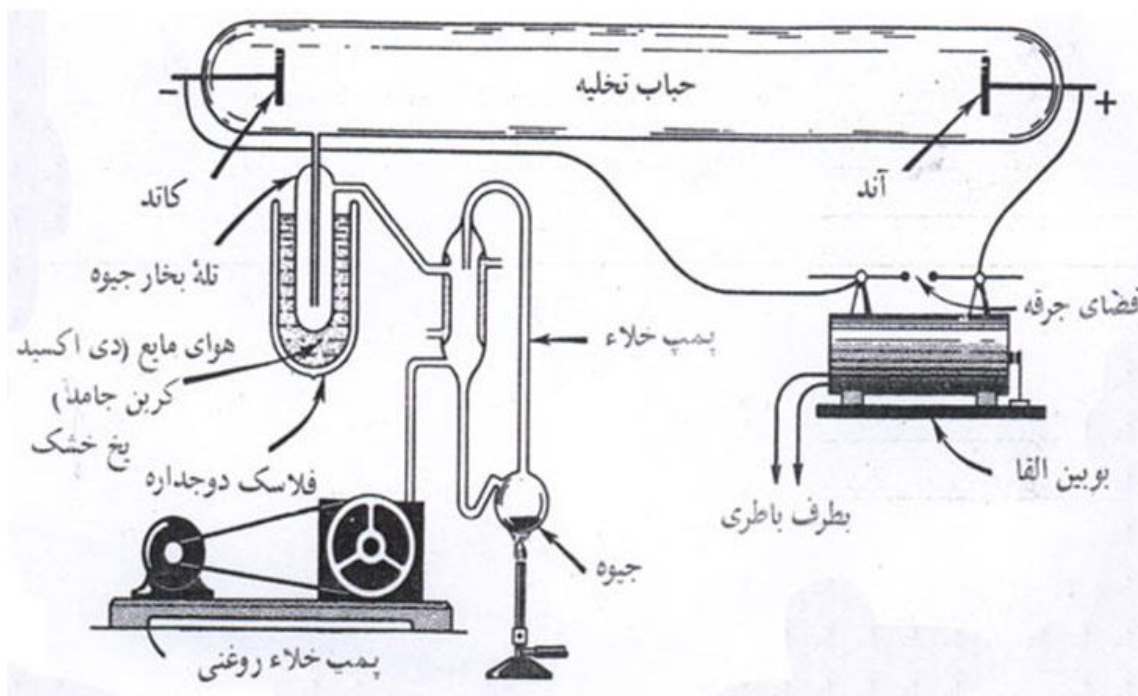
- قفسه سینه یک دهم میلی سیورت
- ستون مهره یک و نیم میلی سیورت
- سی تی اسکن شکم ۵ میلی سیورت

کلا مقدار اشعه ای که در حین انجام تصویربرداری های پزشکی به توسط بدن دریافت میشود بسیار کمتر از آنست که موجب بروز سرطان شود. در بازماندگان انفجارات هیروشیما و ناکازاگی در آنها که حدود ۱۸۰ میلی سیورت اشعه دریافت کرده اند هیچ موردی از افزایش احتمال بروز سرطان دیده نشده است. البته در سه ماهه اول بارداری باید از رادیوگرافی و سی تی اسکن و اسکن رادیوایزوتوپ خودداری کرد چون ممکن است به جنین در حال رشد صدمه وارد کند.

شرح آزمایش - اشعه کاتدی

در سال ۱۸۵۹، یولیوس پلوکر بر اثر کوششهایی که برای عبور جریان برق در خلأ به عمل آمد، پرتوهای کاتدی را کشف کرد و سرانجام در سال ۱۸۹۷ تامسون پس از چندین دهه تحقیق دانشمندان بر روی تخلیه الکتریکی گازها، شرح آزمایش خود را ارائه نمود.

گازها در شرایط معمولی جریان برق را هدایت نمی کنند و عایق الکتریسیته هستند و اگر بخواهیم در فشار معمولی مثلاً در هوا جریانی عبور دهیم، باید ولتاژ یا اختلاف پتانسیل بسیار زیادی بین دو قطب برقرار کنیم یا اینکه فاصله الکترودها را بسیار کوچک بگیریم که در این صورت برقرار کردن ولتاژی در حدود چند هزار ولت، منجر به تولید جرقه الکتریکی می شود که یک تخلیه آنی است. لوله ای مطابق شکل در نظر بگیرید که از یک سو به پمپ خلأ وصل است و دو قطب مثبت و منفی در داخل آن تعبیه شده است.



نموداری از دستگاه تخلیه الکتریکی در گازها: شامل مدار الکتریکی و مدار خلأ

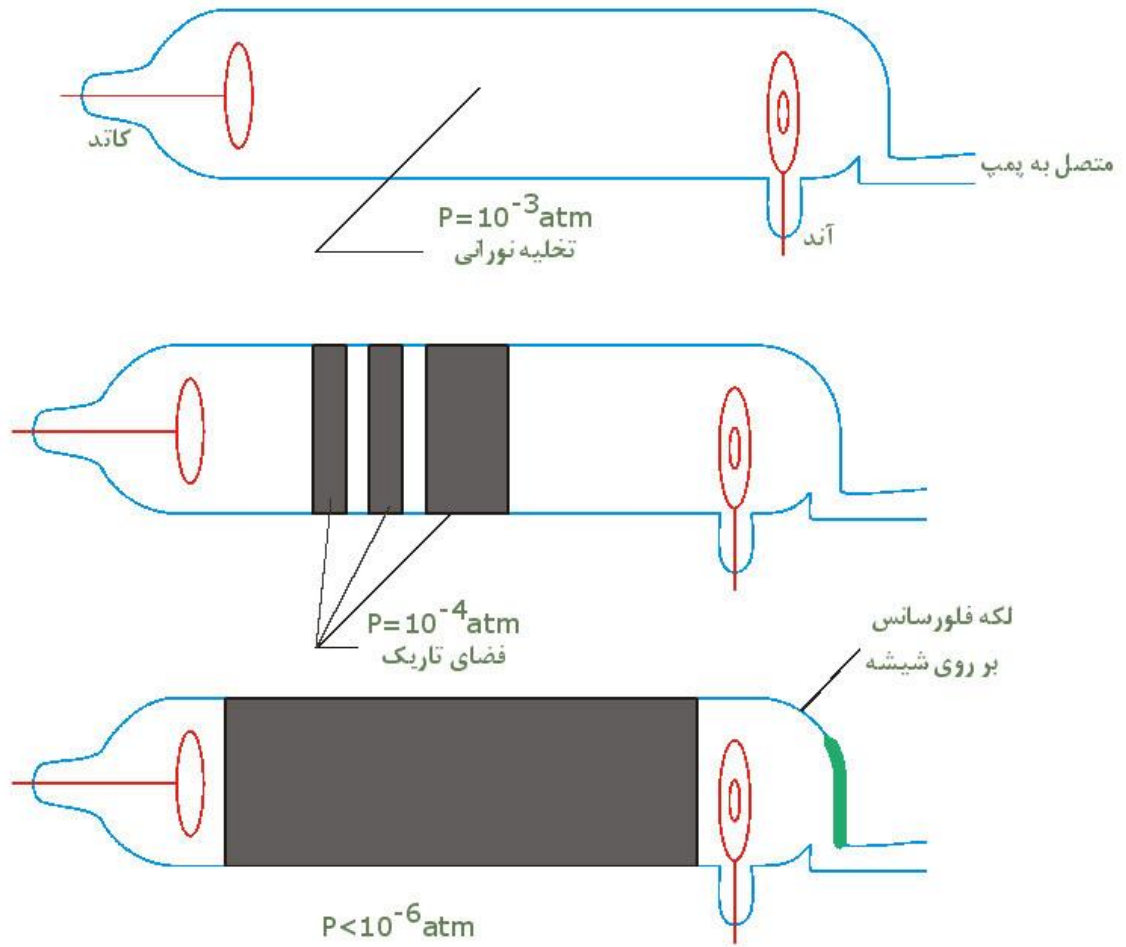
اگر اختلاف پتانسیل نسبتاً زیاد در حدود چند هزار ولت بین آن دو قطب برقرار کنیم و فشار گاز را پائین بیاوریم تا به حدود چند میلیمتر جیوه (صدم اتمسفر یا چند تور) برسد؛ شاهد عبور و برقراری جریانی از درون گاز خواهیم بود که با روشنایی گاز درون لوله و نور افشانی آن همراه است. این پدیده را تخلیه الکتریکی در درون گاز می‌نامند که در آغاز مطالعات مربوط به ساختمان اتم اهمیت زیادی داشت.

امروزه حبابهای روشنایی که براساس این پدیده ساخته می‌شود از وسائل همگانی و معمولی است، رنگ قرمز و آشنای لامپهای تبلیغاتی نئون را همه می‌شناسیم و اگر به جای نئون، گاز دیگری به کار بریم، رنگ لوله تغییر خواهد کرد ولی شیوه کار تقریباً یکسان است. برای مثال هوا، رنگ صورتی پریده، بخار سدیم، رنگ زرد و بخار جیوه رنگ آبی مایل به سبز پیدا می‌کند (اغلب لامپهای خیابانی از این نوع هستند).

در گذشته (اواخر سده نوزدهم میلادی) مطالعه پدیده تخلیه در گازها مطالعه تازه‌ای بود که به نتایج مهمی، یعنی به کشف اشعه کاتدی، الکترون و خواص آن و به دنبالش به شناخت ساختمان درونی اتم رسید.

در طی بررسی پدیده تخلیه الکتریکی در گازها، دانشمندان دریافتند که با تخلیه بیشتر حباب خطوط تاریکی در این گستره نورانی ظاهر می‌گردد. با ادامه تخلیه، خطوط تاریک مجاور کاتد به طرف آند گسترش می‌یابند و در نهایت در فشارهای بسیار پائین (حدود 10^{-6} اتمسفر) خطوط نورانی به طور کامل از بین می‌روند و روشنایی گاز لوله ناپدید می‌شود. در این حالت هنوز جریان الکتریکی در دو سر حباب (لوله تخلیه الکتریکی) برقرار است و نوعی درخشندگی یا تابش مهتابی در دیواره لوله آشکار می‌گردد. در این حالت اشعه‌ای نامرئی حاصل شده است که می‌توان توسط ماده فلئورسان (موادی مثل ZnS که از برخورد اشعه نامرئی به آنها، اشعه مرئی تولید می‌شود) آن را مرئی کرد. (پدیده فلئورسان سبز رنگ مربوط به شیشه)

آزمایش تخلیه الکتریکی حباب شیشه‌ای از فشار بالا تا فشار پایین



این جریان نامرئی که به طور مستقیم از کاتد به طرف آند برقرار می‌شود اشعه کاتدی نامیده می‌شود که در محل برخورد با شیشه نقطه نورانی ایجاد می‌کند.