



دستورالعمل آزمایشگاه عوامل فیزیکی



تهیه و تنظیم:

گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

دانشکده بهداشت

دانشگاه علوم پزشکی بم

تیرماه ۱۴۰۱

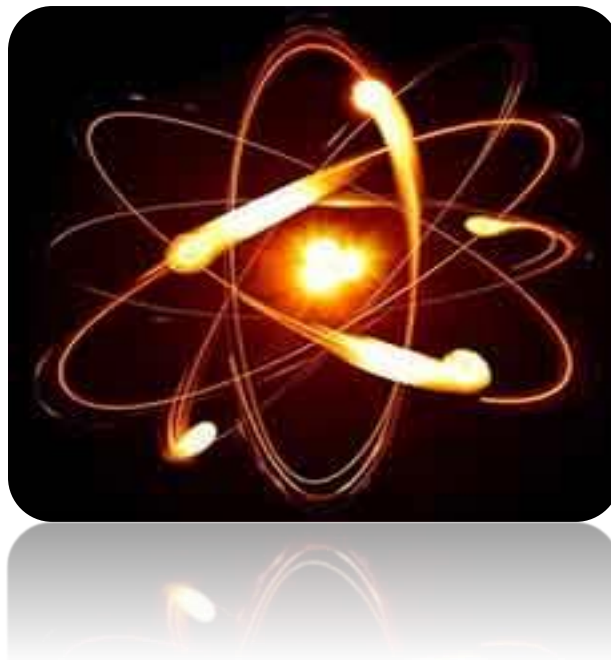
	دستورالعمل درس بهداشت پرتوها در آزمایشگاه عوامل فیزیکی محیط کار	تهیه کننده : دانشگاه علوم پزشکی بـم- دانشکده بهداشت گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
آشنایی با انواع دستگاه های اندازه گیری پرتوهای یون ساز و غیر یون ساز		تاریخ بازنگری: تیرماه 1401

پرتو



پرتوهای یون ساز

چنانچه الکترون از میدان کولنی هسته کاملاً خارج شود، اتم یونیزه شده است و در این حالت یک یون مثبت و یک الکترون آزاد ایجاد میگردد. چنانچه الکترون جدا شده از لایه، کماکان در میدان کولنی هسته باقی بماند در این صورت فقط یک جابجایی الکترون با کسب انرژی از لایه پایین تر به لایه بالاتر انجام شده است که الکترون بلافاصله با آزاد نمودن آن انرژی به لایه خود بازمی گردد. در این حالت گفته میشود که اتم برانگیخته و یا تهییج شده است. طبیعی است بیشترین انتقال انرژی به ماده از طریق یونش خواهد بود.



پرتوهای یونساز به پرتوهایی اطلاق میشود که هنگام عبور از ماده قادر به یونسازی در اتم های آن ماده می باشند. از جنبه بهداشتی و از نظر سازوکار برخورد، پرتوهای یونساز به دو دسته تقسیم می شوند.

- پرتوهای مستقیم یونساز: شامل ذرات باردار نظیر آلفا، بتا، پروتون و یون های سنگین.
- پرتوهای غیرمستقیم یونساز: شامل پرتوهای ایکس، گاما و نوترون

انواع آشکارسازهای پرتوهای یون ساز بر مبنای نوع کارکرد

مکانیسم	نوع دستگاه	بستر آشکارساز
الکتریکی	اتاقک یونیزان	گاز
الکتریکی	شمارشگر تناسبی	گاز
الکتریکی	شمارشگر گایگر مولر	گاز
الکتریکی	آشکارساز نیمه رسانا	نیمه رسانا
شیمیایی	فیلم	امولسیون فوتوگرافیک
شیمیایی	دزیمتر شیمیایی	جامد یا مایع
نور	شمارشگر سنتیلاسیون	کریستال یا مایع
ترمولومینسانس	دزیمتر ترمولومینسانس	کریستال

آشکارسازی پرتوهای یونساز

انرژی جذب شده در بافت (دز پرتو)، عامل مهمی در احتمال بروز و شدت اثرات بیولوژیک پرتو است. در صورت اطلاع از میزان پرتوی دریافتی، دز جذبی قابل اندازه گیری است. در تخمین خطرات واقعی، دو عامل مهم دیگر، یعنی اثرات بیولوژیک نسبی پرتو و حساسیت بافت نیز بااهمیت است. دزیمتری پرتوهای یونساز به شکل های زیر انجام میگیرد.

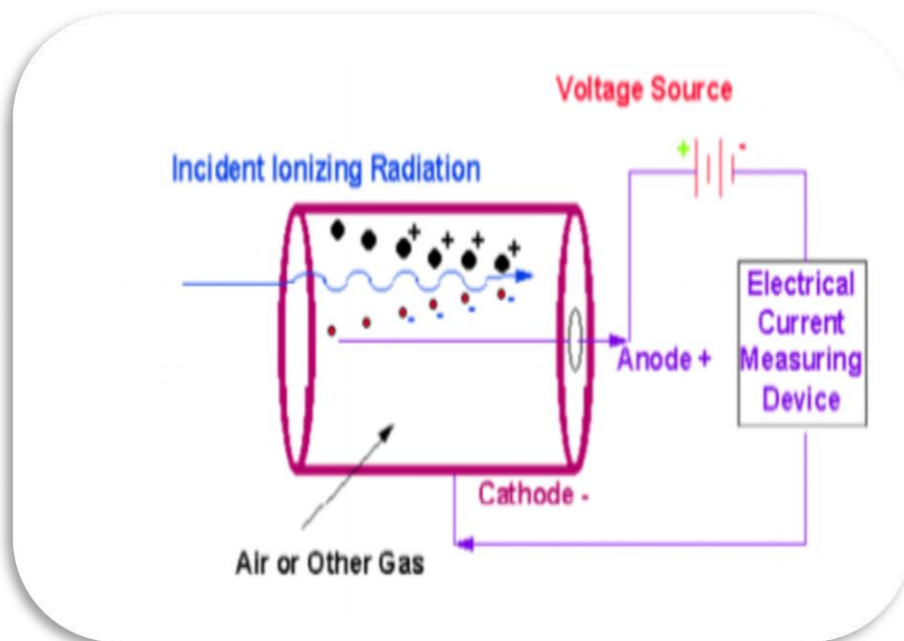
- **دزیمتری فردی:** اگر منبع پرتو در خارج از بدن قرار داشته باشد، پرتوگیری با استفاده از روش دزیمتری پرتوگیری خارجی تعیین میشود.
- **دزیمتری محیطی:** به ویژه در مواقع بروز سوانح پرتوگیری و مواقعی که دسترسی به سایر روش ها میسر نباشد.
- برخی از عوامل مؤثر در انتخاب یک دزیمتر برای کاربردی مشخص شامل قابل حمل بودن، استحکام مکانیکی، سهولت کاربرد و قرائت، رفع آلودگی، قابل اعتماد بودن و علاوه بر این دزیمتر باید با توجه به نوع پرتو درجه بندی شده و دارای ویژگی های ذیل باشد:

- توانایی واکنش در مقابل پرتو ورودی
- حساسیت ، صحت و دقت قابل قبول
- ارتباط خطی سیگنال ایجادشده با دز دریافتی

روش های آشکارسازی پرتوهای یونساز

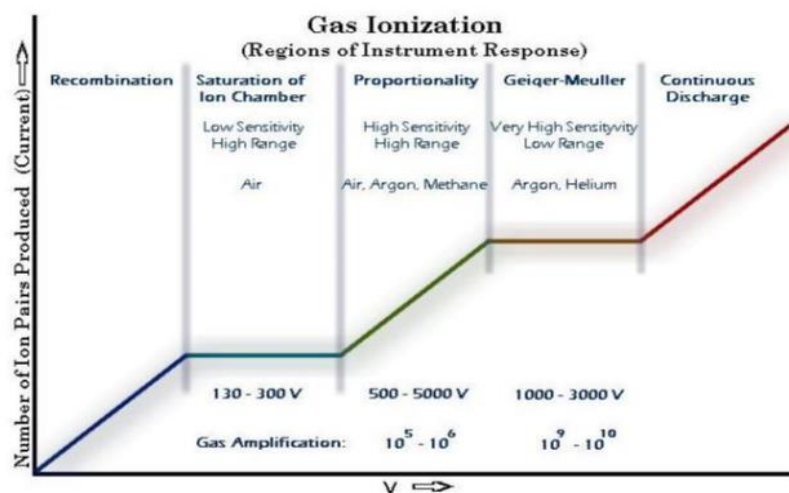
در اثر برخورد پرتوی پرانرژی با ماده، تغییرات فیزیکی شیمیایی خاصی در آن پدید میآید. این تغییرات موقتی یا دائمی، اساس آشکارسازی پرتوهای پرانرژی را تشکیل می دهد.

آشکارسازهای گازی



مهمترین ویژگی پرتوهای پرانرژی، یون سازی در ماده است. به طور کلی به جز در گازها و چند جامد نیمه هادی، امکان اندازه گیری یون های تولیدی در مواد وجود ندارد. اساس سه نوع آشکارساز گازی (اتاقلک یون ساز، شمارشگر تناسبی و شمارشگر گایگر مولر) اندازه گیری یون های تولیدی از پرتو در حجم کوچکی از گاز است. برای تشریح سازوکار آشکارسازهای گازی، باید دید وقتی یک پرتو یا ذره شتابدار، در حجم گازی حاوی دو الکترون با اختلاف پتانسیل V ، یون سازی میکند، چه اتفاقی رخ می دهد.

اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو الکترون صفر باشد، جفت یون تولیدی، باز ترکیب شده، به اتم یا مولکول خنثی تبدیل میشود. در نتیجه جریان الکتریکی نخواهیم داشت؛ ولی تحت تأثیر میدان الکتریکی، ناشی از اختلاف پتانسیل الکترونها، تعدادی جفت یون به طرف الکترونها رفته، جریان الکتریکی لحظه ای تولید میشود. شدت جریان تولیدی به عواملی نظیر اختلاف پتانسیل الکتریکی آند - کاتد V ، فاصله بین دو الکترون، نوع گاز، حجم، فشار، دمای گاز، شکل و موقعیت الکترونها بستگی دارد. با این حال اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو الکترون، مهمترین عامل است. شدت جریان ناشی از یک پرتو در آشکارساز گازی به صورت تابعی از اختلاف پتانسیل الکتریکی در شکل آورده شده نشان داده شده است. در این رابطه، پنج ناحیه جداگانه وجود دارد که نیاز به توضیح دارد. البته در صورت عدم یونسازی پرتو با وجود ولتاژ، جریان الکتریکی نخواهیم داشت.



شکل ۷۷- مکانیسم عمل انواع آشکارسازهای گازی بر مبنای اختلاف پتانسیل

ناحیه ۱ - باز ترکیب: در این ناحیه اختلاف پتانسیل اعمال شده بین الکترودها ناچیز است و در نتیجه جفت یونهای مثبت و منفی تولیدی پرتو باز ترکیب شده، اتم ها خنثی تولید میشود. این ناحیه از لحاظ آشکارسازی غیر کاربردی است.

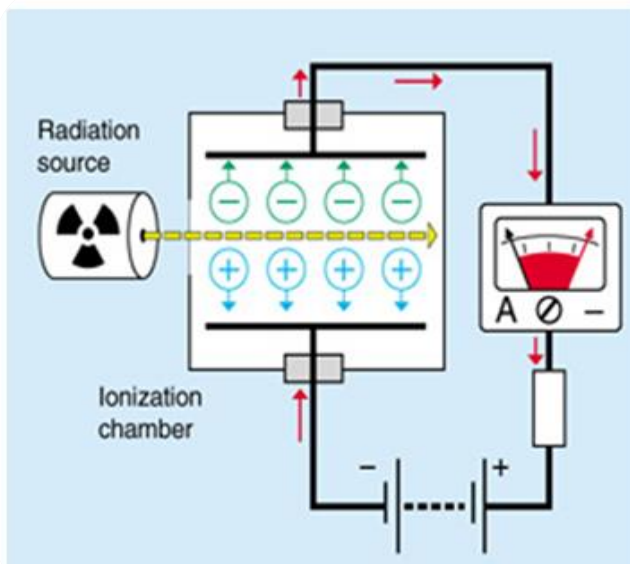
ناحیه ۲ - ناحیه یونسازی: در این ناحیه اختلاف پتانسیل الکتریکی به قدر کافی زیاد است که تمام جفت یون های ایجادشده به دلیل برخورد پرتو جذب الکترودها شده و پدیده باز ترکیب صورت نمی گیرد. هیچ بار تازه ای نیز غیر برخورد پرتو با اتم های ماده آشکارساز تولید نمی گردد. این ناحیه ، ناحیه یونش نامیده شده است و از لحاظ آشکارسازی کاربرد گسترده ای دارد.

ناحیه ۳ - ناحیه تناسبی: در این ناحیه افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی نه تنها برای جذب تمام جفت یون های اولیه ایجادشده روی الکترودها کافی است، بلکه انرژی کافی به جفت یون های اولیه نیز می دهد

تا هنگام برخورد با اتم های مجاور و در مسیر، جفت یون های ثانویه تولید کنند. تولید تعداد جفت یون های ثانویه به انرژی جفت یون های اولیه و به عبارت دیگر به اختلاف پتانسیل الکتریکی اعمال شده بستگی دارد. در نتیجه، با افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی جریان ناشی از پرتو افزایش مییابد. اکنون شدت جریان برای آشکارسازی پرتو یا ذره منفرد که با حجم گاز برخورد کند به قدر کافی افزایش یافته است. شدت جریان تولیدی با انرژی پرتو متناسب است.

ناحیه 4 – ناحیه گایگر مولر: در این ناحیه اختلاف پتانسیل الکتریکی به حدی افزایش یافته است که جفت یون های اولیه ناشی از پرتو یا ذره شتاب دار، انرژی بسیار زیادی برای تولید جفت یون های ثانویه و حالت برانگیختگی کسب می کنند؛ در نتیجه اتم های گاز، بیشتر یونیزه و برانگیخته میشوند. در این ناحیه میدان الکتریکی به قدری زیاد است که تولید یک جفت یون در حجم اتاق منجر به بهمن هایی از یون خواهد شد، لذا در خروجی پالس تقویت شده ای ایجاد میگردد که ارتفاع آن مستقل از انرژی و نوع پرتو ورودی است.

ناحیه 5 – ناحیه خطر اشتعال: در این ناحیه اختلاف پتانسیل به حدی زیاد است که ایجاد یک یونش منجر به تخلیه الکتریکی می گردد و گاز درون آشکارساز به ماده رسانا تبدیل شده و اتصال کوتاه بین آند و کاتد ایجاد می گردد. در این ناحیه امکان آشکارسازی پرتو وجود ندارد.

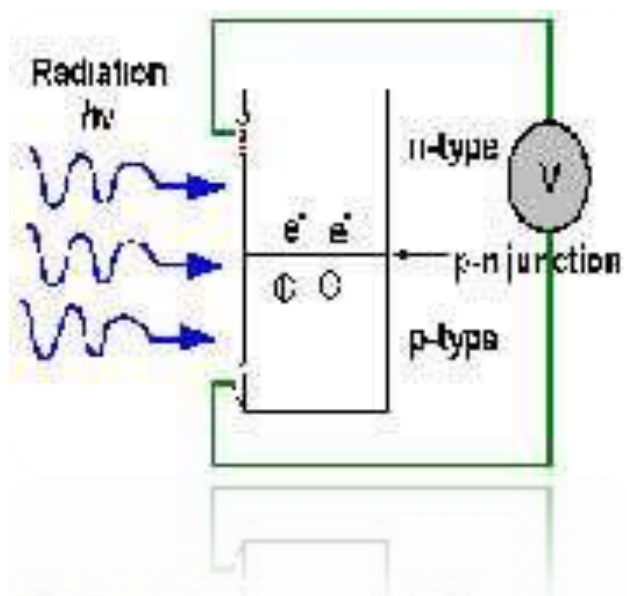


الف) آشکارساز یا اتاقک یونساز اتاقک یونساز: یکی از قدیمی ترین آشکارسازهای گازی برای اندازه گیری مقدار پرتو است. در ناحیه 1 تغییرات جزئی در اختلاف پتانسیل الکتریکی اعمال شده تأثیر قابل توجهی در شدت جریان ایجاد نمیکند. بنا بر این اتاقک یونساز بسیار پایدار و معتبر است. این آشکارسازها در ابعاد و اشکال مختلف ساخته میشوند. حساسیت ضعیف برای پرتوی ایکس یا گاما و عدم تفکیک انرژی، مهمترین عیب آن است. به علت کمی جریان الکتریکی ناشی از یک پرتو یا ذره، به عنوان شمارنده، استفاده نمی شود. بنابراین، استفاده اساسی آن در دزیمتری پرتو در رادیولوژی تشخیصی و درمانی است. دزیمتر اتاقک یونساز فارمر برای دزیمتری مطلق در کلیه مراکز رادیوتراپی به طور گسترده استفاده می شود. در پزشکی هسته ای به عنوان دز کالیبراتور برای اندازه گیری رادیواکتیویته در حد میلی کوری تا کوری استفاده می شود. گاهی نیز برای دزیمتری فردی پرتو کار به

صورت دزیمر جیبی مورد استفاده قرار میگیرد و بالاخره اتاقک یونساز با حجم حساس بزرگ برای پایش محیطی نیز به کار میرود.

معمولاً دز کالیبراتور اتاقک های یونساز استوانه ای شکل حاوی گاز نادری، نظیر آرگون با فشار زیاد (تقریباً 15 اتمسفر) است. فشار زیاد چگالی را افزایش می دهد و موجب افزایش حساسیت اتاقک یونساز میشود. حفره استوانه ای کوچکی در طول محور وجود دارد که نمونه رادیواکتیو برای شمارش، درون آن در نزدیکی مرکز اتاقک قرار میگیرد. این شکل هندسی، سبب افزایش حساسیت آشکارساز میشود. دیوارهای خارجی اتاقک کاملاً حفاظ گذاری شده، به طوری که تابش های خارج از اتاقک سبب حداقل تداخل میشوند. اصول و عمل یک دز کالیبراتور بسیار ساده است. جریان الکتریکی ناشی از منبع رادیواکتیو در اتاقک یونساز با آرایش هندسی خاص، با مقدار رادیواکتیویته چشمه تناسب مستقیم دارد. با این حال، رادیونوکلئیدهای مختلف با مقدار اکتیویته یکسان جریان الکتریکی متفاوتی تولید میکنند. این اختلاف عمدتاً ناشی از تفاوت در فراوانی انتشار ni و انرژی پرتوی γ است. بنابراین، قبل از اینکه از اتاقک یونساز به عنوان یک دز کالیبراتور استفاده شود، برای هر رادیونوکلئیدی، باید کالیبره شود. با تعیین ضرایب کالیبراسیون و از ضرب جریان ناشی از رادیواکتیویته نامعلوم به ضرب کالیبراتور، مقدار رادیواکتیویته نامعلوم یک رادیونوکلئید به سادگی تعیین می شود. برای اطمینان از درستی عمل دز کالیبراتور، باید صحت و خطی بودن آن هر سال اندازه گیری شود. برای اطمینان، با اندازه گیری اکتیویته CS یک چشمه استاندارد حاوی رادیونوکلئید با طول عمر بلند نظیر

^{57}Co یا ^{137}Cs کنترل و تصحیح روزانه انجام میشود. اکتیویته اندازه گیری شده نسبت به رادیواکتیویته چشمه استاندارد نباید بیش از 15٪ اختلاف داشته باشد. همچنین ضرایب کالیبره فقط برای آرایش هندسی خاص، حجم معین و ظرف خاصی از چشمه معتبر است. اگر شکل یا نوع ظرف حاوی چشمه یا حجم چشمه به طور محسوس تغییر کند، ضرایب کالیبره تغییر نموده، اندازه گیری باید تکرار شود.



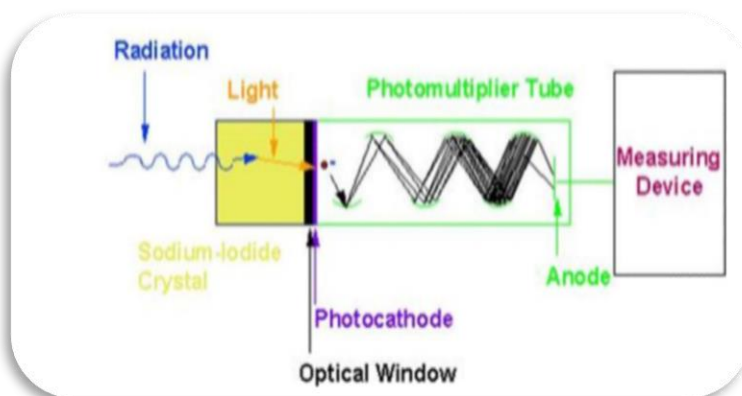
ب) آشکارساز یا شمارشگر تناسبی: این آشکارسازها در ناحیه (3) کار می کنند که یون های اولیه به دلیل تولید یون های ثانویه تقویت تقریباً یک میلیون بار شده اند. بنا بر این شدت جریان الکتریکی کافی توسط پرتویی که باید شمارش شود، تولید می شود. شدت جریان با انرژی پرتو متناسب است. از این رو آشکارساز تناسبی برخلاف اتاقک یونساز برای شمارش تک پرتو و تعیین انرژی آن مورد استفاده قرار میگیرد. کار با شمارشگر تناسبی به مهارت کافی نیاز دارد. پایداری به زمان و تغییرات اختلاف پتانسیل الکتریکی آن به خوبی اتاقک یونساز نیست. شمارشگرهای تناسبی کاربرد عمومی ندارد.



ج) آشکارساز یا شمارشگر گایگر - مولر: اختلاف پتانسیل آشکارسازهای گایگر- مولر در ناحیه (3) قرار دارند. در این حالت با ورود پرتو، گاز آشکارساز تخلیه الکتریکی شده، شدت جریانی کم و بیش مستقل از انرژی پرتو و اختلاف پتانسیل الکتریکی اعمالی تولید می شود. توقف فرآیند تخلیه بار الکتریکی ناشی از پرتو جهت اندازه گیری بعدی به طور شیمیایی با افزودن قدری هالوژن یا ترکیبات آلی آن به عنوان ناخالصی به گاز انجام می شود. این ناخالصی ها که فرونشان شیمیایی نامیده می شوند نور فرابنفش تولیدی هنگام تخلیه بار و انرژی جفت یون های ثانویه را جذب می کنند. مولکول های فرونشان با جذب انرژی و تجزیه خود، تخلیه بار الکتریکی را متوقف می سازند، ولی در مدت کوتاهی، بیشتر مولکول های فرونشان باز ترکیب شده به صورت اولیه بازمی گردند. بنابراین تعداد کمی از مولکول های فرونشان تجزیه می شوند. فرونشانی تخلیه بار بین 55 تا 155 میکروثانیه طول میکشد. در این مدت شمارشگر گایگر به پرتوی دیگری پاسخ نمی دهد؛ بنابراین، این مدت تقریباً زمان مرده آشکارساز است.

حداکثر آهنگ شمارش شمارشگرها معمولاً هزار شمارش در ثانیه است. آشکارساز گایگر حساسترین آشکارساز گازی است و به شکل ها و اندازه های مختلف ساخته میشود، کار با آن ها ساده و در برابر تغییرات دما و اختلاف پتانسیل الکتریکی کاملاً پایدارند، ولی قادر به اندازه گیری انرژی پرتو نمی باشند. برای آشکارسازی پرتوی بتا، پنجره کوچکی از لایه نازک آلومینیومی در انتها یا یک طرف آشکارساز تعبیه شده است. هنگام آشکارسازی پرتوی X یا γ این پنجره معمولاً بسته میشود. این شمارشگرها قابل حمل و کاربری آسان دارند. استفاده اساسی این آشکارسازها در پایش محیطی و کارهای حفاظت از پرتو X و γ است.

2) آشکارسازهای جرقه زن: برخی مواد وقتی در مسیر پرتو یونساز قرار می گیرند از خود نور مریی ساطع می کنند و چون این نور مریی به صورت جرقه مشاهده می شود لذا آن ها را مواد جرقه زن و یا سنتیالطور می نامند. این خاصیت در وسایلی به نام آشکارساز جرقه ای برای آشکارسازی پرتو مورد استفاده قرار میگیرد. آنتراسن، نفتالین، انواع پالستیک ها، بلور هالیدهای قلیایی نظیر یدید سدیم NaI، CsF و سولفیدروی نمونه هایی از مواد جرقه زن می باشند.



3) آشکارسازهای نیمه هادی: آشکارساز نیمه هادی وسیله ای است که در آن از مواد نیمه هادی برای اندازه گیری اثر برخورد ذرات باردار یا فوتون ها استفاده می شود. آشکارسازهای نیمه هادی در طول دهه های اخیر کاربرد گسترده ای به ویژه برای آشکارسازی گاما و طیف سنجی اشعه ایکس و در آشکارسازهای ذرات، پیدا کرده اند. در آشکارسازهای نیمه هادی، تابش یونساز توسط تعداد حامل های بار آزاد شده توسط تابش در ماده آشکارسازی که مابین دو الکترود قرار داده شده است، اندازه گیری می شود. تابش یونساز الکترون و حفره آزاد تولید میکند. تعداد جفت های الکترون-حفره متناسب با مقدار انرژی انتقالی از تابش به نیمه هادی است. در نتیجه انتقال تعدادی از الکترون ها از باند ظرفیت به باند هدایت، به همان تعداد، حفره در باند ظرفیت ایجاد میشود) ظرفیت و باند انتقال (تحت تأثیر یک میدان الکتریکی، الکترون ها و حفره ها به سمت الکترودها حرکت کرده، و سبب ایجاد پالسی میشود که توسط یک مدار خارجی قابل اندازه گیری است. حفره ها جای خالی الکترون ها بوده و در خلاف جهت الکترون ها حرکت می کنند. از آنجایی که مقدار انرژی لازم جهت ایجاد یک جفت الکترون-حفره مشخص بوده و به انرژی تابش برخوردی وابسته نیست، می توان با اندازه گیری تعداد جفت الکترون - حفره ها، شدت تابش برخوردی را تعیین کرد.

4) دزیمترهای فردی: به منظور رعایت بهداشت پرتو و اجرای مقررات، نیاز به اندازه گیری پرتوگیری فردی است. این اندازه گیری ممکن است هرچند دقیقه یا چند ماه به طور متناوب لازم باشد. سه نوع دزیمتر فردی مهم در پرتوشناسی تشخیصی و پزشکی هست های با مزایا و معایب خاص خود عبارتند از:

الف- فیلم

ب- دزیمتر ترمولومینسانس

ج- دزیمتر جیبی

یک دزیمتر ایده آل باید دارای ویژگی های پاسخ سریع، قابلیت تشخیص انواع پرتوهای یونساز، اندازه گیری دقیق دز پرتوهای یونساز با انرژیهای keV تا MeV و مستقل از زاویه تابش. اندازه کوچک، سبک، کاربری

آسان، محکم، ارزان و مستقل از تغییرات شرایط محیط مثلا گرما، رطوبت، فشار و منابع پرتوهای غیریونساز باشد.



دزیمر قلمی (جیبی)



مقادیر توصیه شده برای مواجهه با پرتوهای یون ساز

نوع پرتوگیری	مقدار توصیه شده
دوز مؤثر	
الف- در هر سال (فقط در طی یک سال)	۵۰ میلی سیورت
ب- میانگین دوره ۵ ساله	۲۰ میلی سیورت در سال
دوز معادل سالانه برای:	
الف : عدسی چشم	۱۵۰ میلی سیورت
ب : پوست دست‌ها و پاها	۵۰۰ میلی سیورت
دوز مؤثر تجمعی:	۱۰ میلی سیورت × سن (برحسب سال)
پرتوگیری جنین وقتی حاملگی مشخص شده باشد:	
دوز معادل ماهانه ^۱	۰/۵ میلی سیورت
دوز سطحی (ناحیه تحتانی شکم بانوان)	۲ میلی سیورت
پرتوگیری داخلی	$\frac{1}{20}$ حد سالانه پرتوگیری داخلی ^۲ (ALI)
دختران رادون ^۳	۴ ماه کاری (WLM) ^۴

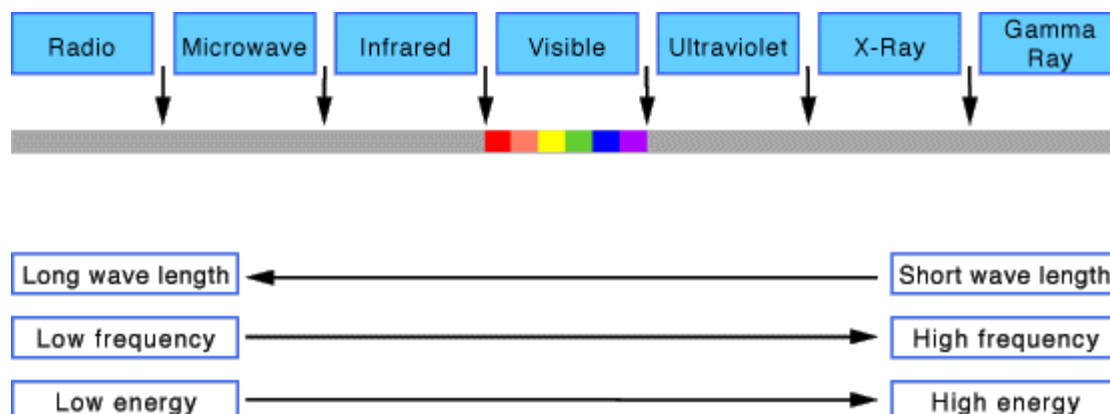
۱- مجموع پرتوگیری داخلی و خارجی به استثناء مقادیر ناشی از منابع طبیعی بر اساس توصیه‌های NCRP

2- Annual Limit on Intake

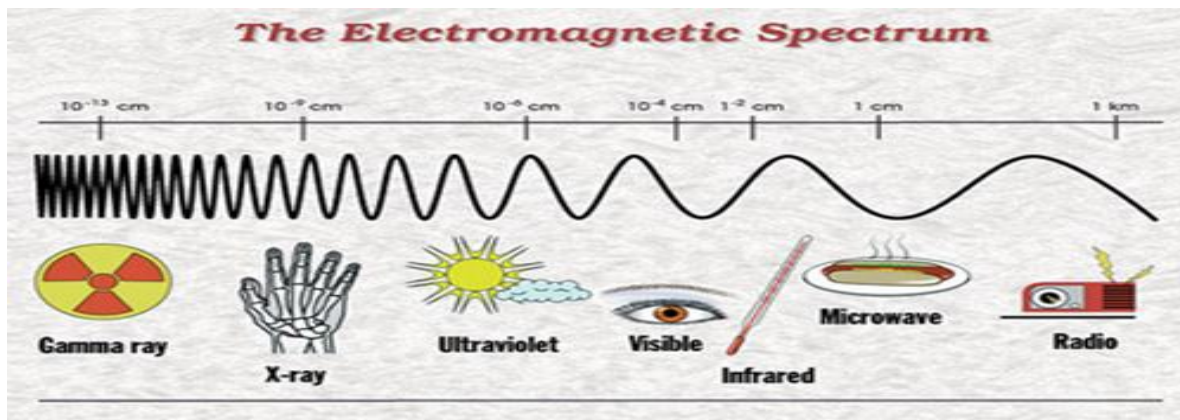
3- Radon Daughters

4- Working Level Mont

پرتوهای غیر یونساز



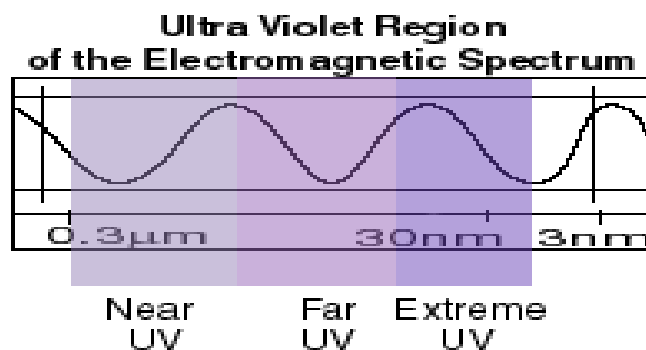
پرتوهای غیر یونساز، پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج بیشتر از 100 نانومتر هستند. انرژی فوتون این پرتوها کمتر از آن است که بتوانند در محیط بیولوژیکی یونسازی کنند و کمتر از انرژی فوتون پرتوهای ایکس و گاما می باشد. این امر بدلیل کمتر بودن فرکانس پرتوهای غیر یونساز است. پرتوهای غیر یونساز به سه محدوده اصلی پرتوهای نوری (شامل پرتوهای فرابنفش، نور مرئی و پرتوهای فروسرخ) و میدان های الکترومغناطیسی (شامل میدان های رادیویی، مایکروویو و میدان الکترومغناطیسی با فرکانس های کم) و میدان های مغناطیسی ثابت تقسیم می شوند.



نوع پرتو	(HZ فرکانس)	طول موج در هوا
پرتوهای نوری	(UV) فایرفیش	$3 \times 10^{15} - 7/50 \times 10^{14}$ nm
	(VS) نور مرئی	$7/50 \times 10^{14} - 3/84 \times 10^{14}$ nm
	(R) فایرو سرخ	$3/84 \times 10^{14} - 3/00 \times 10^{11}$ nm
میدان های الکترومغناطیسی	(MW) مایکروویو	$3/00 \times 10^{11} - 3/00 \times 10^8$ mm
	(RF) رادیویی	$3/00 \times 10^8 - 3/00 \times 10^5$ m
	(LF) بسامد کم	$3/00 \times 10^5 - 3/00 \times 10^4$ Km
	(VLF) بسامد بسیار کم	$3/00 \times 10^4 - 300$ Km
	(ELF) بسامد فوق العاده کم	$300 <$ Km
میدانهای مغناطیسی ثابت		0

پرتوهای فرابنفش:

پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج 100 الی 400 نانومتر پرتوهای فرابنفش (UV) خوانده می شود.



اثرات پرتوهای فرابنفش در طول موج های مختلف متفاوت است از این رو طبقه بندی های فرعی نیز برای این پرتوها وجود دارد. از این رو طبقه بندی های فرعی نیز برای این پرتوها وجود دارد.

- پرتو فرابنفش با طول موج 100 الی 190 نانومتر که پرتو فرابنفش خلاء نامیده می شود . این پرتوها

توسط اغلب مواد از جمله اکسیژن هوا جذب می شوند، لذا تنها در خلاء می توانند وجود داشته باشند.

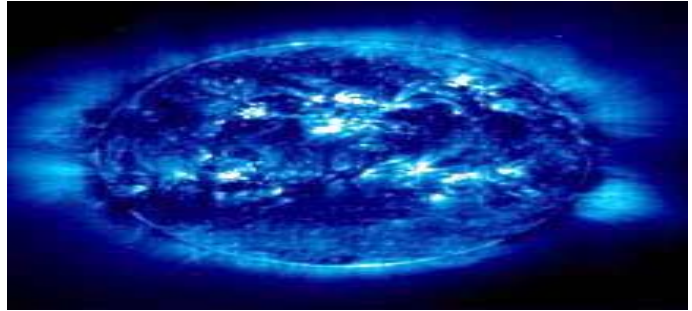
- پرتوهای با طول موج 190 الی 300 نانومتر یا پرتو فرابنفش دور

- پرتوهای 300 الی 400 نانومتر یا پرتوهای فرابنفش نزدیک

مهمترین منبع طبیعی تولید کننده پرتوهای فرابنفش خورشید می باشد. مقدار پرتوهای فرابنفش خورشید که به

زمین می رسد، توسط لایه اوزن جو زمین کاهش چشم گیری می یابد و با نازک شدن لایه اوزن شدت این پرتوها

افزایش می یابد.



پرتوهای فروسرخ:

پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج 0.78 الی 1000 میکرون، پرتوهای فروسرخ (IR) خوانده می شود. انواع پرتوهای فروسرخ:

- پرتوهای فروسرخ با طول موج های 0.78 الی 1.5 میکرون یا پرتوهای فروسرخ نزدیک

- پرتوهای فروسرخ با طول موج های 1.5 الی 1000 میکرون یا پرتوهای فروسرخ دور

هر ماده ای که دمای آن بالاتر از صفر کلوین باشد پرتو فروسرخ ساطع می کند. که خورشید یکی از منابع مهم آن بوده و لامپ های فروسرخ نیز تولید کننده این امواج می باشند.

اثرات پرتوهای اپتیکی (UV, IR)

❖ همه افراد در معرض اشعه UV ناشی از خورشید قرار دادند و تعداد روز افزونی از مردم مواجهه با منابع مصنوعی مورد استفاده در صنعت، تجارت و تفریحات می باشد تشعشعات خورشید حاوی گرما و پرتو UV می باشد.

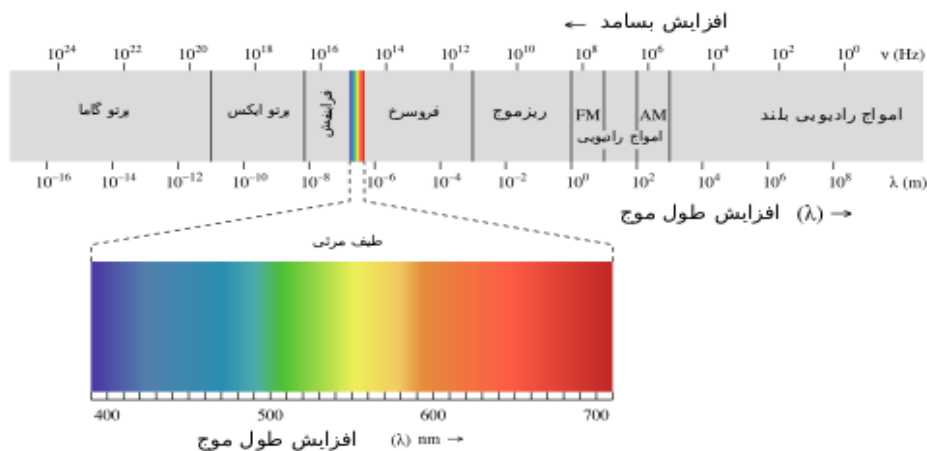
❖ اندام های بحرانی

- پوست
- چشم
- برای سوختن پوست معیار 0.03 J/cm^2 پرتو UV برای پوست نسبتا تیره میتواند راهنمای خوبی باشد.
- برای پوست های نازک عدد فوق کمتر و برای پوست های تیره تر این مقدار کمی بیشتر است

❖ در یک روز روشن (اواسط تابستان) و در عرض جغرافیائی متوسط فلوی کلی ماوراء بنفش (کمتر از 400 نانومتر) در سطح زمین تقریبا برابر 2000 J/cm^2 بوده که از این مقدار 0.00001 J/cm^2 آن در سوختگی موثر است.

- درمورد اثر بر چشم میزان آستانه پرتوگیری در 270 نانومتر تا 50 J/m^2 تشخیص داده شده است.

پرتوهای نور مرئی :



پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج 400 الی 780 نانومتر، نور مرئی (VS) خوانده می شود. نور شدید آذرخشی می تواند به چشم ها آسیب برساند و روشنایی زیاد می تواند در دراز مدت سبب تخریب شبکیه شود. در اثر واکنش طبیعی بدن، چشم ها در برابر نور خورشید محافظت می شوند که شامل پلک زدن و سربرگرداندن است.

میدان های رادیویی و مایکروویو :

این میدان ها شامل میدان های الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس 300 کیلوهرتز الی 300 گیگا هرتز هستند. این میدان ها همیشه تواما وجود دارند و میدان های الکترومغناطیسی خوانده می شوند. منابع و دستگاه های تولید کننده ی پرتوهای رادیویی و مایکروویو بسیار متنوع هستند. این منابع در دو دسته کلی قرار می گیرند: منابع باز: منابعی هستند که پرتو را مستقیما" به محیط اطراف ارسال می کنند، مانند انواع آنتن، رادار و غیره.

منابع بسته: منابعی هستند که ارسال پرتو آن ها به محیط عمدی نیست، اما هنگام کار در اطراف آن ها پرتوهای رادیویی و مایکروویو وجود دارد. مانند فرهای مایکروویو، دستگاه های جوش یا ذوب رادیویی (RF)، سیستم های فرستنده و غیره.

میدان های الکترومغناطیسی با فرکانس فوق العاده پایین:

این میدان ها شامل میدانهای الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس کمتر از 300 هرتز هستند. وسایل برقی که با برق شهر کار می کنند از مهمترین منابع تولید کننده میدان های الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم هستند. ولتاژ و جریان برق شهر متناوب هستند و فرکانس تغییرات آن ها 50 هرتز یا 50 دور بر ثانیه است و در اطراف خطوط انتقال هوایی، با افزایش فاصله از سیم مرکزی، شدت میدان الکتریکی به سرعت کاهش می یابد. خطوط انتقال محلی و خطوط سیم کشی داخل منازل، باعث افزایش مکیدان مغناطیسی در داخل منازل می شود. شدت میدان مغناطیسی حاصل معمولاً بین 0/01 و 0/2 میکروتسلا است. در مجاورت پست های برق محلی نیز شدت میدان مغناطیسی، حدود چند میکروتسلا است.

امواج الکترومغناطیس ناشی از موبایل:

این امواج خطوط نامرئی از نیروی احاطه شده در تجهیزات الکتریکی بوده و خطوط انرژی، تجهیزات و اتصالات الکتریکی همه تولید کننده EMF هستند. طیف فرکانس این امواج مقادیر 0 تا 300 گیگاهرتز را شامل می شود. این مقادیر همه فرکانسهای موجود در محیط زیست و تکنولوژی مورد مصرف را شامل می شود.

یکی از وسایلی که کاربرد همگانی دارد و افراد در گروه های سنی مختلف، از آن استفاده می کنند، تلفن همراه است. نوع و میزان مضر بودن امواج ناشی از کاربرد تلفن همراه، هنوز به صورت رسمی و کامل مشخص نشده است.

اندازه گیری پرتوهای غیر یونساز

وسایل اندازه گیری پرتو فرابنفش جهت اندازه گیری مواجهه شغلی با پرتوهای فرابنفش سه نوع وسیله اندازه گیری وجود دارد که شامل موارد زیر است.

الف- رادیومتر پرتو فرابنفش

رادیومتر مطابق با شناسنامه فنی معمولاً قابلیت اندازه گیری چگالی تابشی مؤثر در محدوده فرابنفش A، B و C را به طور مجزا دارند. برای اندازه گیری مواجهه کارگران با انواع پرتوهای فرابنفش دستگاه سنجش در ایستگاه کاری کارگر نزدیک به سطح بدن نگاه m^2/W داشته می شود و مقدار مواجهه برحسب 2 یا $cm/\mu W$ ثبت میگردد. جهت ارزیابی مواجهه الزام است مدت زمان مواجهه روزانه نیز ثبت گردد و با مراجعه به جداول فوق الذکر حد مجاز مواجهه جهت ارزیابی سطح مواجهه با پرتو تعیین نمود.

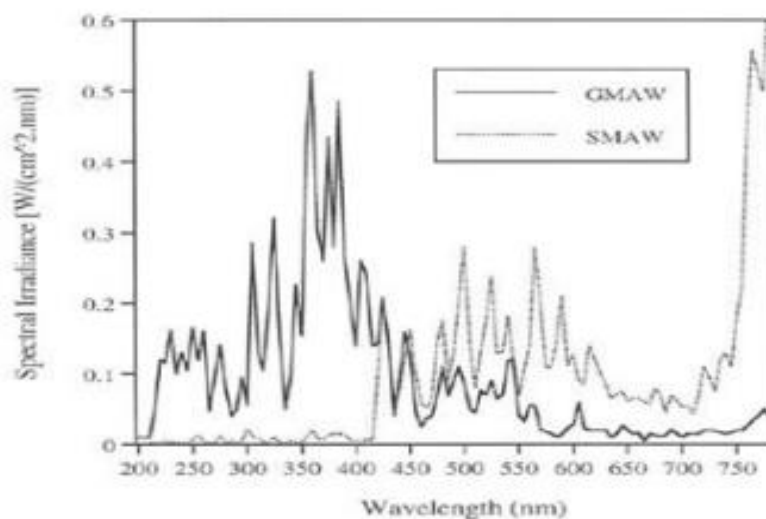


ب- اسپکترو رادیومتر پرتو فرابنفش

رادیومترهایی هستند که قابلیت اندازه گیری چگالی تابشی مؤثر در محدوده طیفی اکتینیک را دارند و مقادیر چگالی شار تابشی شدت پرتو را در تکتک طول موج ها اندازه گیری می کنند.



شکل ۱۴- نمونه دستگاه اسپکترو رادیومتر فرابنفش



شکل ۱۵- تجزیه طیفی انواع جوشکاری برق با استفاده از اسپکترو رادیومتر

ج- دزیمتر پرتو فرابنفش دزیمتر پرتو فرابنفش وسیله ای است که میتواند مقدار یا دز پرتو دریافتی در طول

زمان مواجهه را برحسب m/j تعیین نماید. این وسیله میبایست به لباس کارگر قبل از شروع فعالیت و مواجهه

با پرتو نصب گردد و در پایان کار جهت تعیین دز تحویل گرفته شود



شکل ۱۶- دزیمتری پرتو فرابنفش با استفاده از فیلم Polysuphone

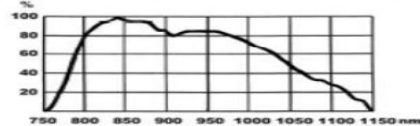
مادون قرمز

روش های اندازه گیری پرتو مادون قرمز

رادیومتر مطابق با شناسنامه فنی معمولاً قابلیت اندازه گیری چگالی تابشی مؤثر را دارند. برای اندازه گیری مواجهه کارگران با پرتو مادون قرمز دستگاه سنجش در ایستگاه کاری کارگر نزدیک به سطح بدن و فوتوسل آن رو به منبع نگاه داشته میشود و مقدار m^2/W مواجهه برحسب 2 یا $cm/\mu W$ ثبت میگردد.



شکل ۲۴- نمونه رادیومتر اندازه گیری پرتو مادون قرمز نزدیک



شکل ۲۵- منحنی حساسیت و پاسخ دستگاه رادیومتر به طیف پرتوهای مادون قرمز

یکی از مهمترین مراحل در اندازه گیری و ارزیابی امواج تعیین اهداف اندازه گیری است که روش اندازه گیری و تجهیزات مورد نیاز را مشخص میکند. اندازه گیری امواج مایکروویو و رادیو فرکانسی می تواند با اهداف زیر صورت گیرد.

الف- اندازه گیری موضعی به منظور تعیین نشت امواج از دستگاه ها و منابع مختلف

ب- اندازه گیری موضعی به منظور تعیین میزان مواجهه فردی در محیط انتشار امواج

ج- اندازه گیری محیطی به منظور تعیین نحوه توزیع و انتشار امواج در سطح محیط اولین اقدام در فرایند اندازه گیری، جمع آوری اطلاعات لازم در خصوص محیط مورد مطالعه و نحوه مواجهه افراد است. بدین منظور میبایست مشخصات فنی منابع و همچنین مشخصات امواج انتشاریافته از منابع به ویژه از لحاظ فرکانسی، مدت زمان مواجهه، تعداد افراد در مواجهه و محل های تردد و ایستگاه های کاری مشخص گردیده و در داخل برگه های مخصوص ثبت گردد.

نورسنج ها (Light meter)



وسایلی هستند که به منظور سنجش نور از چنین موقعیت هایی طرح و ساخته شده اند، نور سنج حذفی، نور سنج مقایسه ای و نور سنج فتو الکتریک نورسنج هایی هستند که بیشتر از سایر نورسنج ها به کار برده می شوند.

به خاطر رایج بودن نورسنج های فتوالکتریک به بررسی این نور سنج خواهیم پرداخت. نورسنج های فتو الکتریک امروزه بیشتر نورسنج ها از نوع فتو الکتریک هستند. این نورسنج ها بر اساس این پدیده ساخته شده اند که بعضی از اجسام در برابر تابش نور، نیروی الکتریکی تولید می کنند و یا میزان مقاومت الکتریکی آن ها تغییر می کند. معلوم شده است که نسبت بین شدت نیروی الکتریکی ایجادشده یا مقدار تغییر مقاومت الکتریکی با مقدار نوری که روی سلول فتو الکتریک می تابد به اندازه کافی خطی هست که اندازه گیری دقیق و راحت نور را ممکن سازد.

انواع سلول های فتوالکتریک

سلول های فتو الکتریک مورد استفاده در نورسنج ها اساساً بر دو نوعند. سلول های فتوولتا (photo woltic) که نور مستقیماً به جریان الکتریکی تبدیل می کند و سلول فتوکانداکتیو (photo conductive) که مقاومت الکتریکی شان متناسب با مقدار نوری که بر آن ها می تابد، تغییر می کند.

وسایل اندازه گیری میدان الکتریکی



وسایل اندازه گیری میدان الکتریکی معمولا دارای دو جزء هستند. یک پروب یا آنتن کوچک حساس به میدان الکتریکی و یک آشکارساز که سیگنال را به مقادیر دلخواه تبدیل میکند. آنتن معمولا یک دوقطبی کوچک است که از دو قطعه سیم نازک تشکیل شده است.

پایشگرهای فردی



پایش گرهای فردی معمولاً انواع ب های قابل نصب بر روی لباس افراد در محیط به منظور اعلام هشدار در خصوص سطح تابش امواج می باشد. پایشگرهای فردی، تجهیزات پیشرفت های هستند که از سنسورهای پایه یکسانی استفاده می کنند و حد مجاز را میتوان روی این دستگاه ها تنظیم نمود تا در صورت ایجاد شرایط مواجهه بالاتر از حد مجاز، هشداردهی لازم صورت گیرد.

وسایل مختلفی برای اندازه گیری جریان های القایی وجود دارد که شامل مبدل های نوع حلقه ای برای اندازه گیری جریان در قوزک یا ساق پا و مبدل صفحه موازی برای اندازه گیری در حالت ایستاده که جریان عبوری از پاها به زمین را تعیین می نماید، میباشد. جریان های القایی روی پاها در یک فرد بزرگسال در مواجهه با میدان رادیوفرکانسی می تواند مقدار جذب ویژه بزرگی را در محل هایی که سطح تماس مؤثر کوچک است ایجاد نماید.

از این رو چگالی جریان برحسب آمپر بر مترمربع در مقایسه با شرایط طبیعی که با توجه به سطح مقطع واقعی در آن محل مورد انتظار است بیشتر خواهد بود. زانو و قوزک پا مثال هایی از نواحی بدن هستند که میبایست از لحاظ میزان جذب ویژه مورد توجه بیشتری قرار گیرند. مطالعات نشان داده است که میزان جریان القایی در شرایطی که بدن در حالت راست و پاها برهنه است بزرگتر خواهد بود. جریان های القاء شده روی پا با فرکانس و مربعات قد فرد در مواجهه متناسب است. به منظور اندازه گیری جریان القایی روی بدن تجهیزات مختلفی ساخته شده است.

	دستورالعمل درس بهداشت پرتو ها در آزمایشگاه عوامل فیزیکی محیط کار	تهیه کننده : دانشگاه علوم پزشکی بـم- دانشکده بهداشت گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
	انجام آزمایش های مرتبط با موضوعات درس شامل اندازه گیری UV, IR, RF و میدان های الکتریکی و مغناطیسی و مطابقت آن ها با جداول حدود مجاز	تاریخ بازنگری: تیرماه 1401



تست UV

visible(فرا بنفش)

دستگاه اسپکتروفتومتر یا طیف سنجی

در واقع برهم کنش نور با ماده را مورد بررسی قرار می دهد. دستگاه های اسپکتروفتومتر ماوراء بنفش / مرئی به عنوان پر مصرف ترین دستگاه های اسپکتروفتومتر در آزمایشگاه بوده که در آن با توجه به میزان عبور و جذب ، غلظت مواد

در یک نمونه تعیین می گردد. عموماً منابع نوری قابل استفاده در این دستگاه یک لامپ هالوژن تنگستن، برای نور مرئی و یک لامپ دوتریم برای نور UV می باشد. اساساً این دستگاه برای اسپکتروفتومتری مایعات طراحی شده ولی نمونه های جامد را نیز می توان مورد آنالیز و بررسی قرار داد. محدوده کاری دستگاه از 195 لغایت 1100 نانومتر می باشد. همچنین دستگاه دارای قابلیت آنالیز تک طول موجی و یا طیفی است. اطلاعات خروجی که به صورت گرفته است توسط پرینتر چاپ می شود.



اسپکتروفتومتری (UV)

قسمت های مختلف دستگاه اسپکتروفتومتر

1- منابع تابش معمولی در اسپکتروفتومتری

- لامپ تنگستن برای ناحیه مرئی

- لامپ دتریوم برای ناحیه ماورا بنفش

2- منوکروماتور

- منشور

- شبکه

3- سل یا محل نمونه

- شیشه و پلاستیک برای ناحیه مرئی

- کوارتز برای ناحیه ماورابنفش

4- آشکارساز

- فتوتیوب

- فتومالیتی پلایر (PMT)

5- ثبات

- نشانگرهای عقربه دار

- نشانگرهای دیجیتالی

- مانیتور

قانون بیر لامبرت: Beer-Lambert or Bouguer-Beer

شدت نور (اشعه الکترومغناطیسی) جذب شده متناسب با غلظت ماده و طول سل (مسیری که نور می پیماید) دارد.

جذب تابش

(T/%) عبور (درصد عبور)

e: ضریب جذبی مولی ضخامت سل (طول مسیر عبور اشعه الکترو مغناطیسی)

C : غلظت 1- mol.L

طرز تعیین غلظت یک ماده توسط اسپکتروفتومتری

- 1- تهیه محلول بلانک (یا محلولی که دارای تمامی گونه‌ها بغیر از گونه مورد نظر است)
 - 2- تهیه نمونه‌های استاندارد از گونه مورد نظر با غلظت های مشخص
 - 3- قرائت جذب محلولهای استاندارد
 - 4- رسم جذب بر حسب غلظت های استاندارد و بدست آوردن نمودار کالیبراسیون
 - 5- اندازه گیری جذب محلول مجهول و بدست آوردن غلظت مجهول از روی نمودار
- در عمل ابتدا محلول بلانک در سل قرار داده شده شکاف منبع تابش بسته شده 100٪ جذب یا صفر درصد عبور تنظیم می شود
- سپس شکاف منبع تابش باز شده 100٪ عبور یا صفر درصد جذب تنظیم می شود.
- بعد از تنظیم صفر و 100 جذب محلول های استاندارد و مجهول اندازه گیری می شود.

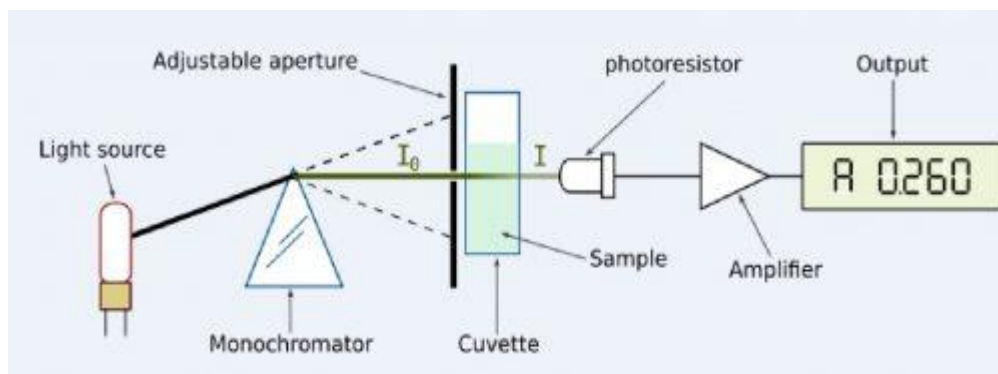
عوامل انحراف از قانون

- 1- انحراف های شیمیایی
- تفکیک، پلیمری شدن، تجمع، تشکیل کمپلکس های مختلف، حلال پوشی ترکیبات مورد اندازه گیری، تغییر pH محیط و...
- 2- انحراف های فیزیکی
- تغییر رنگ برخی از مواد متناسب با تغییر غلظت، تفاوت ضریب شکست در محلول های رقیق و غلیظ
- 3- انحراف های دستگاهی
- تکفام نبودن تابش، آلودگی سلها، خطی نبودن جریان حاصل در دکتور (فتوسل) با شدت نور تابشی، تغییر در مقدار الکتریسیته و درجه حرارت.

روش عمل:

- 1- تنظیم λ ماکس در روی اسپکتروفتومتر
 - 2- تهیه محلول های استاندارد
 - 3- تعیین جذب محلول های استاندارد و رسم نمودار کالیبراسیون
 - 4- تعیین جذب نمونه های مجهول تعیین غلظت نمونه مجهول از روی نمودار کالیبراسیون
- تعیین ثابت اسیدی سرخ متیل به روش اسپکتروفتومتری

تئوری آزمایش:



UV-VIS_NIR اسپکتروفتومتر

جذب طول موج تابش در ناحیه $UV - VIS$ توسط ترکیبات اصولاً از انتقالات الکترونی حاصل می شود که در آن ها الکترون های لایه بیرونی و یا الکترون های پیوندی به ترازهای با انرژی بالاتر ارتقاء می یابند . گونه های آلی و معدنی بسیاری این طرز رفتار را از خود بروز می دهند .

از دستگاه اسپکتروفتومتر $UV - VIS$ برای انجام تجزیه های کیفی و کمی یک یا چند گونه خاص در یک مخلوط و همچنین برای تعیین نقطه هم ارزی تیتراسیون ها و اندازه گیری ثابت های تعادل واکنش ها بکار می رود .

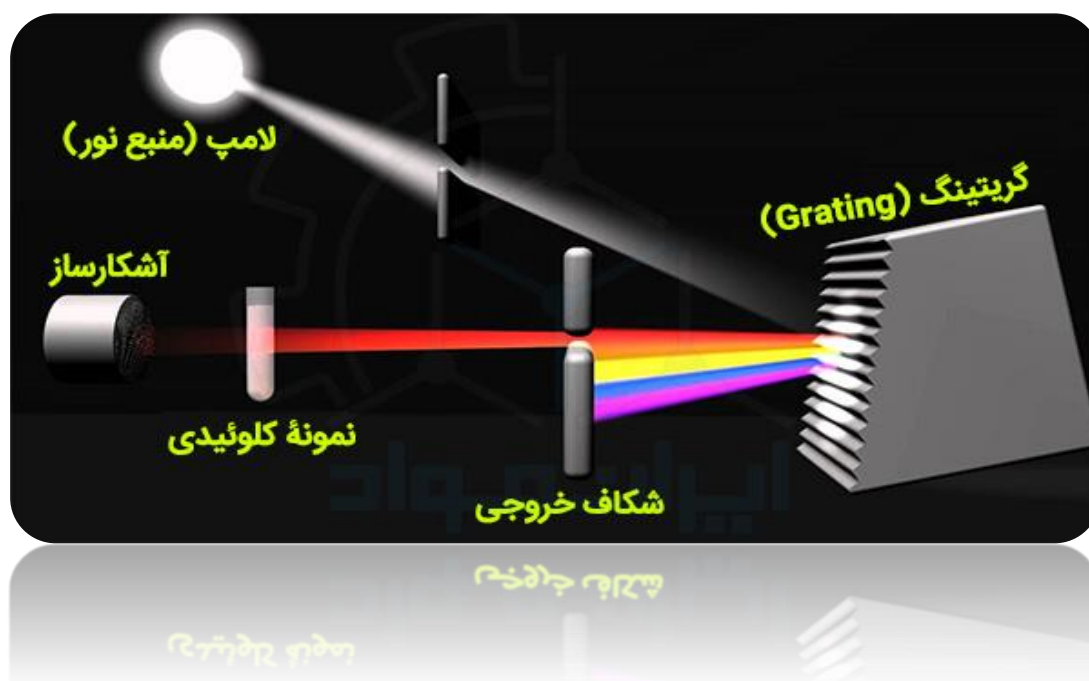
اسپکتروفتومترها، تجهیزاتی است که جذب یا عبور طول موج های مشخصی از انرژی تابشی (نور) از یک آنالیت را در یک محلول تعیین می کنند. به دلیل تفاوت در تعداد و آرایش گروه ها، پیوندهای دوگانه اتم های کربن در هر مولکول نور را در طول موج های خاص با الگوی طیف مشخص، جذب می کند. بر اساس قانون بیر - لامبرت (Beer -

(Lambert) ، مقدار نوری که در این طول موج مشخص جذب می‌شود مستقیماً با غلظت آن نمونه شیمیایی متناسب است. اسپکتروفتومترهای مرئی و فرابنفش، رایج‌ترین دستگاه‌های جذب سنجی در مراکز تشخیصی و آزمایشگاهی است.

اسپکتروفتومتر نور مرئی

در آزمایشگاه‌ها، بخش گسترده‌ای از اندازه‌گیری‌ها بر اساس واکنش‌های جذب سنجی صورت می‌پذیرد. فعالیت اکثر آنزیم‌ها، تری گلیسیرید، کلسترول، لیپو پروتئین‌ها، قند، کراتینین، اوره و . . . طیف وسیعی از آنالیت‌ها با کاربردهای بالینی و تحقیقاتی، طیف وسیعی از داروها و بخش گسترده‌ای از متابولیت‌ها با اسپکتروفتومتری قابل سنجش است. بررسی ساختمان مولکولی، شناسایی ترکیبات، مقایسه ساختمان‌ها، یافتن طول موج ماکزیمم جذب و . . . از دیگر کاربردهای اسپکتروفتومتری در مسائل تحقیقاتی است.

اجزاء دستگاه



6 قسمت اصلی در ساختمان اسپکتروفتومترها وجود دارد که عبارت است از:

منبع نور (Light Source)

تکفام ساز (Monochromator)

متمرکز کننده پرتو (Focusing Device)

محل نمونه (Cuvet)

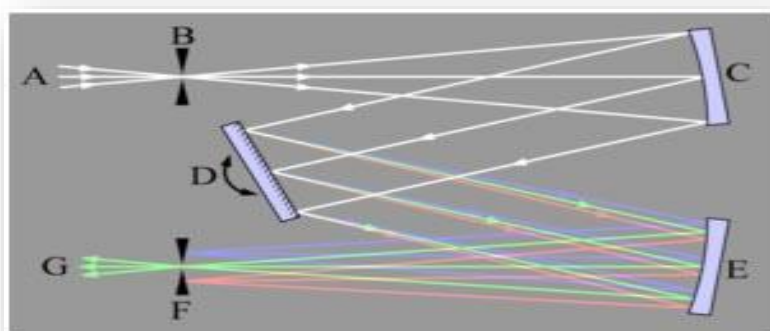
آشکارساز (Detector)

دستگاه نمایش خروجی (Display Device)

منبع نور (Light Source)

منبع نور در اثر افزایش حرارت به کمک الکتریسیته در یک لامپ تأمین می‌شود. شرایط اصلی این منبع، شدت کافی، پایداری و پیوستگی اجزای آن است. برای تأمین نور مرئی به منظور اندازه‌گیری، محلول‌های نسبتاً رقیقی که تغییر در شدت رنگشان متناسب با تغییر در غلظتشان است، معمولاً از لامپ‌های تنگستن (با طول موج تولیدی بین 900- nm (330 استفاده می‌شود.

تکفام ساز (Monochromator)



این قسمت از دستگاه پرتو چند فام را به پرتو تکفام تبدیل می‌کند. این عمل ممکن است توسط منشور یا سیستم گریٹینگ انجام شود. فیلترها شیشه‌های رنگی است که بخش وسیعی از پرتوها را جذب کرده و فقط طول موج‌های محدودی را عبور می‌دهد.

متمرکز کننده پرتو Focusing Device

با ترکیبی از عدسی‌ها، شکاف بین دو تیغه باریک فلزی و آئینه‌ها در مسیر پرتو تابش، پرتوها موازی می‌شود و با تنظیم عرض شکاف می‌توان عرض پرتو را تنظیم کرد. هر چقدر عرض شکاف نور به کار رفته کمتر باشد، کیفیت پرتوها بهتر خواهد بود.

محل نمونه

(Cuvet)

کووت‌ها قسمتی از دستگاه است که نمونه مورد نظر یا بلانک در آن قرار می‌گیرد. این بخش معمولاً به صورت استوانه یا مستطیل بوده و از شیشه، کوارتز یا پلاستیک ساخته می‌شود. کووت‌های پلاستیکی و شیشه‌ای برای محدوده مرئی به کار می‌روند.

آشکارسازها

(Detectors)

دستگاه‌هایی است که یک نوع از انرژی را به نوع دیگری تبدیل می‌کند و معمولاً به سه گروه اصلی تقسیم می‌شود: 1- فتوالکتریک، 2- فتوشیمیایی و 3- حرارتی. در دستگاه‌های اسپکتروفتومتر از آشکارسازهای فتوالکتریک استفاده می‌شود. فتوسل و فتو تیوب از ساده‌ترین آشکارسازها است. فتو ترانزیستورها و فتودیودها نیز برای این منظور استفاده می‌شود.

دستگاه نمایش خروجی

(Display Device)

این قسمت، می‌تواند یک گالوانومتر، صفحه ثابت، اسلیسکوپ یا صفحه نمایشگر کامپیوتر با نرم افزارهای متنوع باشد.

اسپکتروفتومتر فرابنفش

(Ultraviolet)

ساختمانی همانند اسپکتروفتومتر نور مرئی داشته و به طول موج‌های نور فرابنفش حساس است.

اسپکتروفتومتر نشر شعله

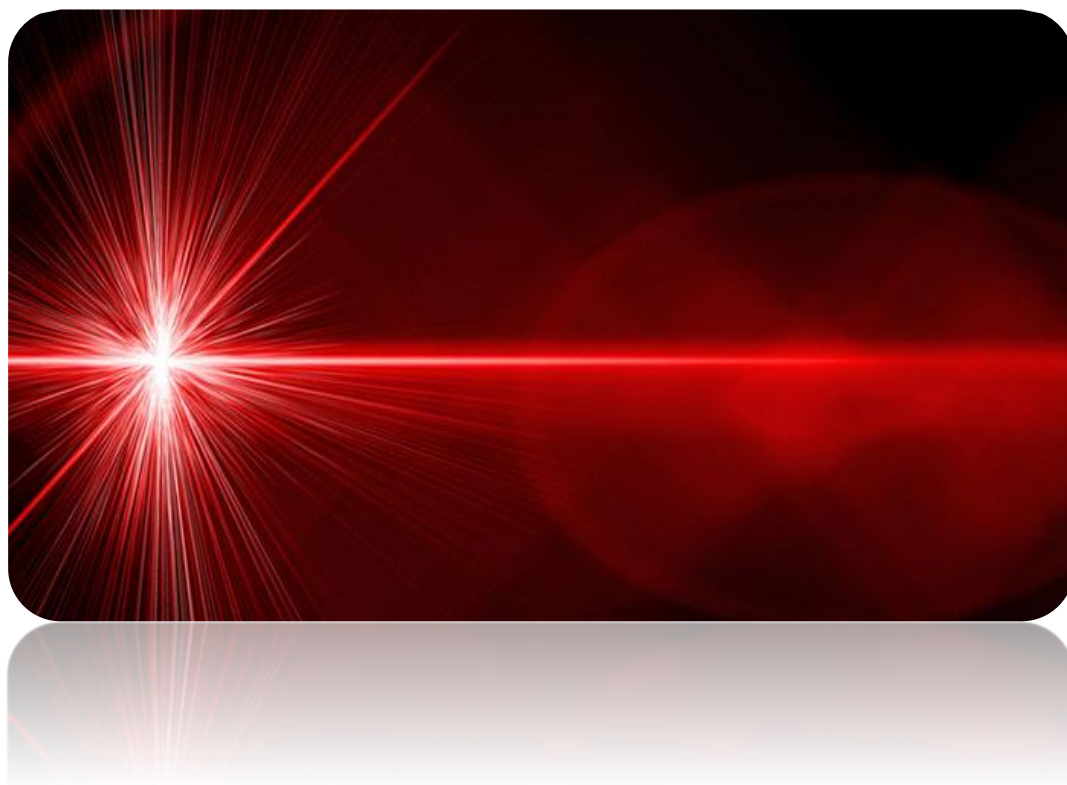
(Flame)

ساختمان این دستگاه شبیه اسپکتروفتومتر یا فتومتر ساده است با این تفاوت که در فتومتر، لامپ الکتریکی و در این دستگاه نور حاصل از سوختن ماده مورد آزمایش در درون شعله به عنوان منبع نوری در نظر گرفته می‌شود. در طیف سنجی نشر شعله، نور حاصل مستقیماً اندازه‌گیری می‌شود.

اسپکتروفتومتر جذب اتمی

(Atomic Absorption)

اسپکتروفتومترهای جذب اتمی (AAS) غلظت عناصر فلزی که از نظر پزشکی برای حفظ سلامتی مهم است را اندازه‌گیری می‌کند. در خصوص این عناصر می‌توان به کلسیم، منیزیم، مس، روی و آهن اشاره نمود. اسپکتروفتومترهای جذب اتمی همچنین برای تعیین اینکه آیا سطح درمانی داروهایی نظیر لیتیم در خون، تامین شده است یا خیر و همچنین برای آشکارسازی و تعیین کمیت سموم فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



اندازه گیری طیف عبور (یا جذب) نوری در ناحیه طیفی مادون قرمز

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

طیف سنجی مادون قرمز بر اساس جذب تابش مادون قرمز و بررسی جهش‌های ارتعاشی مولکول‌ها و یون‌های چند اتمی صورت می‌گیرد. جذب تابش مادون قرمز همانند دیگر فرایندهای جذب، فرایندی کوانتایی است به نحوی که فقط فرکانس‌های خاصی از تابش مادون قرمز توسط مولکول جذب و باعث ارتعاش پیوندهای آن می‌شود. یکتایی فرکانس جذب برای هر پیوند باعث می‌شود که بتوان از طیف‌سنجی مادون قرمز به عنوان روشی قدرتمند برای تعیین ترکیبات شیمیایی، ساختار مولکولی و شناسایی ترکیبات آلی و گروه‌های عاملی استفاده کرد.

تجهیزات آزمون

دستگاه طیف سنجی تبدیل فوریه مادون



شرایط آزمون

از نمونه های پودری به همراه ماده مرجع KBr قرصی ساخته شده و تحت تابش نور قرار می گیرد. برای هر نمونه طیف عبور نوری (و یا جذب) در ناحیه 400 cm^{-1} تا 4000 cm^{-1} اندازه گیری و بصورت یک فایل عددی در اختیار متقاضی قرار می گیرد.

شرایط نمونه

امکان اندازه گیری طیف برای نمونه هایی به صورت محلول های غیر آبی، نمونه های پودری، جامد مسطح شفاف در ناحیه IR و همچنین لایه های نازک در مد AT وجود دارد. نمونه های پودری حتما باید ساییده شده و بسیار نرم باشند.

اصول کار با دستگاه FTIR

هدف اسپکتروسکوپی جذبی اعم از مادون قرمز، ماوراء بنفش، مرئی و سایر اندازه گیری بالاترین جذب نور در هر طول موج های مختلف است. راه ساده آن اندازه گیری میزان جذب با تابیدن یک بیم تکفام شده در طول موج مشخصی (monochromatic) به یک نمونه و تکرار آن برای دیگر طول موج هاست. مانند آنچه هر دستگاه اسپکتروفتومتری کار می کند.

این نوع برداشت در دستگاه FTIR به این سادگی نیست. در دستگاه طیف سنج مادون قرمز تبدیل فوری به همان FTIR بجای تاباندن یه بیم تکفام شده به نمونه، یک بیم با هزاران فرکانس یا طول موج مختلف همزمان به نمونه تابیده می شود و میزان جذب و چگونگی آن آنالیز می شود. در مرحله بعد بیم دیگری با هزاران طول موج دیگر برای تولید نقطه بعدی به نمونه تابانده می شود و این رویه چندین بار تکرار می شود. در پایان تمامی این اطلاعات توسط کامپیوتر گردآوری شده و برای تشخیص جذب نمونه در هر نقطه طول موج تحلیل می شود.

در دستگاه FTIR بیم نوری تابانده شده بالا توسط یک منبع نور مادون قرمز که همزمان قدرت تولید همه طیف های نوری را دارد تابیده می شود. طیف تابیده بر روی یک سیستم اپتیکی متشکل از چندین آینه بنام سیستم اینترفرومتر میشلسون که یکی از آینه ها توسط یک موتور در حال حرکت است تابانده می شود. همزمان با حرکت این آینه هر طول موج از نور تابیده در آینه توسط اینترفرومتر متناوباً قطع و وصل می شود. در این پروسه تداخل طول موجی ایجاد شده و بیم خروجی در هر لحظه برآیند دوبیم از آینه ثابت و متحرک بوده و در هر لحظه بیانگر طول موج خاصی خواهد بود. این رویه تا تولید تمامی طول موج ها و پیمایش تمام بازه طول موجی ادامه پیدا می کند.

همانگونه که گفته شد یک سیستم کامپیوتری برای پردازش اطلاعات رسیده برای تبدیل اطلاعات خام (میزان جذب به ازای هر موقعیت آینه متحرک) به اطلاعات قابل استفاده (میزان جذب در ازای هر طول موج) مورد نیاز هست. این

پردازش دارای الگوریتمی می باشد که به تبدیل فوریه و یا Fourier-transform معروف است، ضمناً اطلاعات خام گاهاً بنام اینترفروگرام نیز خوانده می شود.

بخش های مختلف دستگاه FTIR

منبع نور IR

دستگاه های FTIR قدیمی از منبع نور آی آر المنتی و یا گرافیتی استفاده می شد که اخیراً منبع نور به نوع سرامیکی تغییر پیدا کرده این منبع هم نور بسیار ثابتی ارائه می دهد و هم دارای طول عمر بیشتری است.

منبع نور لیزر در FTIR

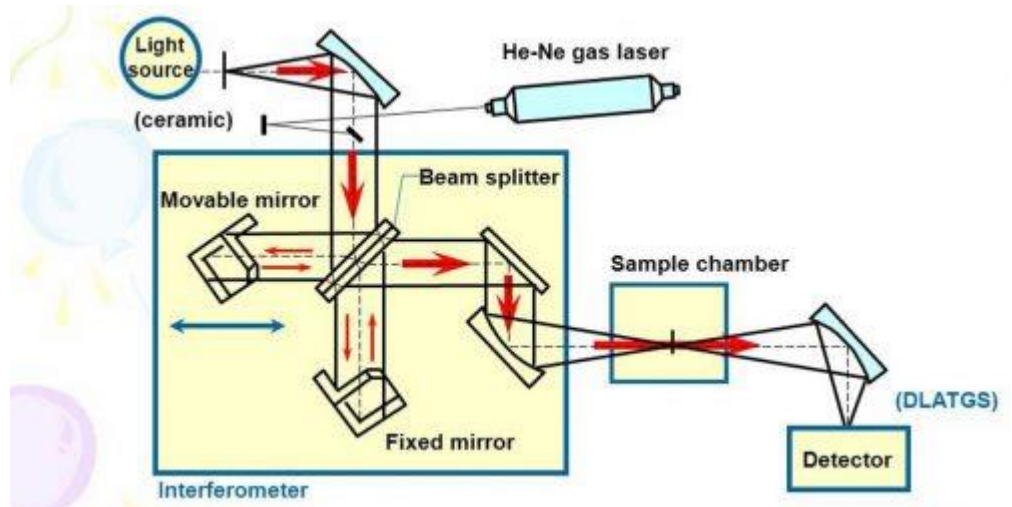
در دستگاه اف تی آی آر، نور Laser بصورت نور ثابت به عنوان شاهد در تمام مراحل و فرکانس ها و زمانی که آینه متحرک نور آی آر را با فرکانس های مختلف می سازد به دتکتور تابیده می شود و در زمان محاسبه جذب یا عبور بکار می رود.

جداکننده نور یا Beam Splitter

این بخش در دستگاه FTIR در واقع یک نیم آینه از جنس CsI و یا نمک KBr و یا CaF_2 است. بسته به بازه مورد آنالیز نوع این نیم آینه انتخاب می شود. مثلاً برای کار در بازه نانومتری 7800 تا 350 از KBr استفاده می شود. کار این بخش فرستادن نور آینه ثابت و متحرک بصورت جداگانه به سمت دتکتور است.

اینترفرومتر حاوی آینه ثابت و آینه متحرک دار

وظیفه این بخش در دستگاه طیف سنج مادون قرمز تولید نور آی آر در تمامی فرکانس ها می باشد. این بخش از چندین آینه، لنز، نیم آینه تشکیل شده است.

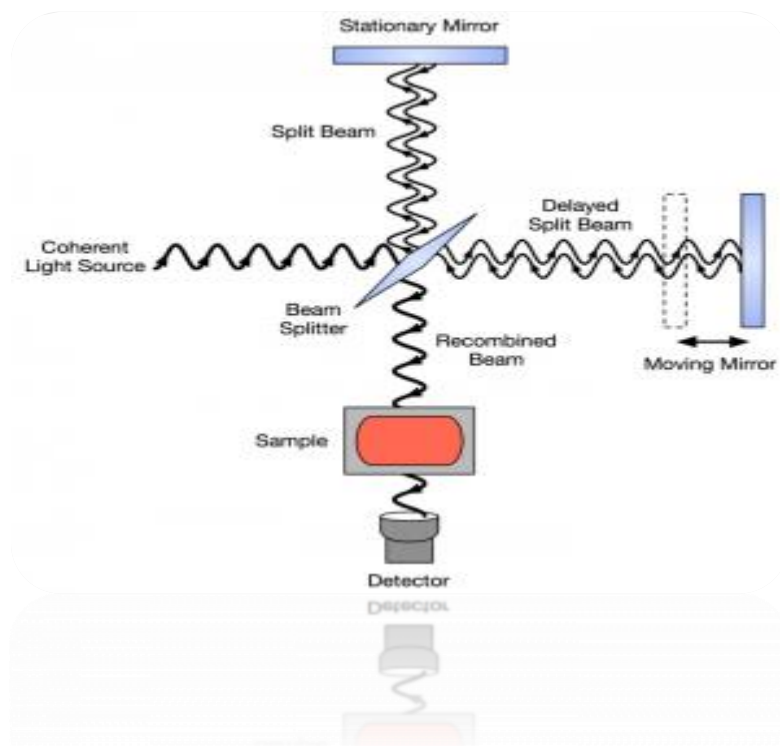


نمای داخلی از یک دستگاه تبدیل فوریه

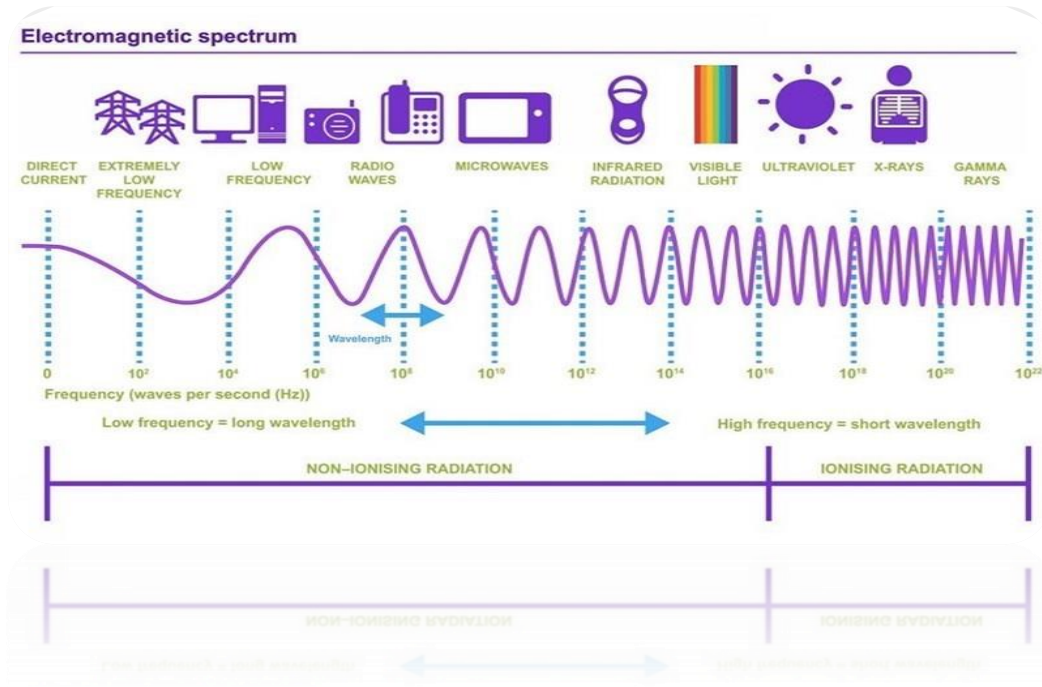
محفظه نمونه در طیف سنج FTIR

محلی در تجهیز FTIR که در آن نمونه گذاشته می شود و معمولاً درست قبل از ورود نور به داخل دتکتور و در بین دو آینه کالیمیتور قرار دارد. نمونه معمولاً بصورت شفاف در فازهای جامد بصورت فیلم و پلیمر می باشد. برای آنالیز نمونه در فاز مایع از سل مایع و یا ژل استفاده می شود. برای آنالیز گاز از یک سل به شکل بشکه استفاده می شود که گاز داخل آن حبس شده و برای آنالیز جامدات غیر شفاف از وسیله ای بنام اختصاری ATR یا Attenuated total reflectance استفاده می شود.

د تکتور دستگاه FTIR



تست RF visible (امواج فرکانسی رادیویی)



همان‌طور که اشاره کردیم، امواج رادیویی که ماهیتی الکترومغناطیسی دارند، بخشی از طیف الکترومغناطیسی بوده که فرکانسی کمتر از ناحیه مادون قرمز (Infrared) داشته و طبق رابطه $f=c\lambda$ نتیجه می‌شود که امواج رادیویی طول موجی بیشتر از امواج مادون قرمز یا فروسرخ دارند.

امواج رادیویی به صورت طبیعی نیز توسط رعد و برق یا اجرام نجومی نیز ساطع می‌شوند. این امواج به صورت مصنوعی توسط آنتن‌های فرستنده تولید و توسط آنتن‌های گیرنده دریافت می‌شوند.

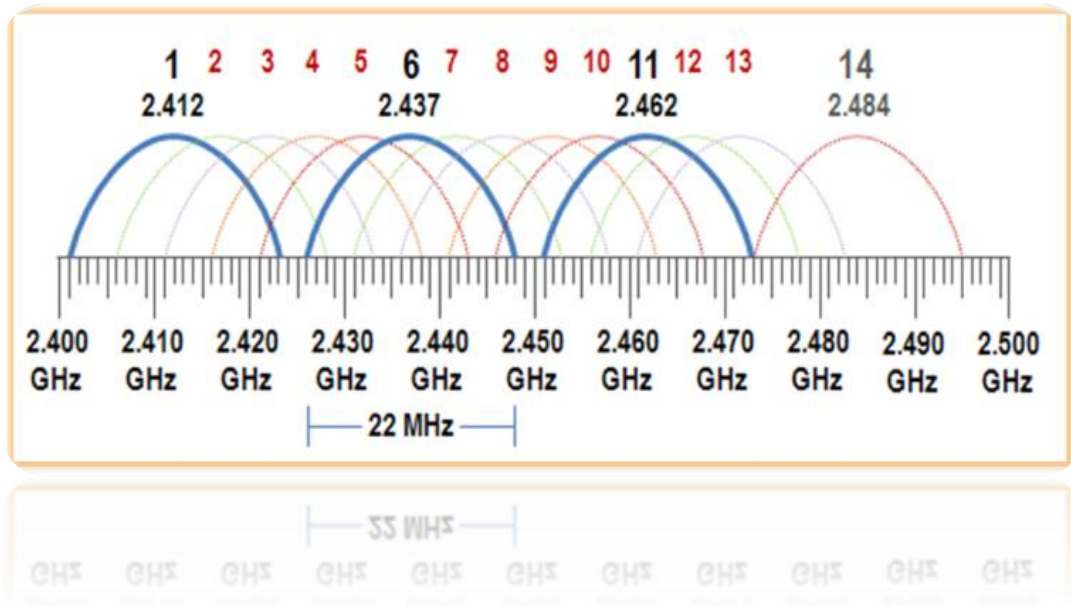


امروزه امواج رادیویی جزء جداناپذیری از زندگی روزمره انسان‌ها بوده و فناوری‌های مهم ارتباطی نظیر تلفن همراه، شبکه و اینترنت بی‌سیم، رادار، سیستم‌های ناوبری، ماهواره‌ها و ... بر پایه فیزیک امواج رادیویی کار می‌کنند. شکل زیر برخی از کاربردهای امواج رادیویی را در طیف الکترومغاطیسی نشان می‌دهد.



چگونگی انتشار امواج رادیویی در اتمسفر زمین، تابعی از فرکانس یا طول موج آن است. امواج با طول موج بلند می‌توانند از موانع بزرگ نظیر کوه‌ها پراکنده یا از طریق امواج زمین منتشر شوند. امواج با طول موج کوتاه‌تر می‌توانند از طریق یونسفر بازتاب و در فاصله‌های خیلی دوری به آنتن گیرنده فرود آیند. انتشار امواج با طول موج‌های خیلی کوتاه‌تر (فرکانس بالا) را نیز همانند نور [\(لیزر\)](#) می‌توان به صورت خطی صاف در نظر گرفت.

جهت جلوگیری از تداخل امواج بین کاربردهای مختلف، پروتکل، قوانین و استانداردهایی توسط سازمان‌های جهانی IEEE و ITU تدوین و باندهای فرکانسی خاصی برای کاربردهای مختلف اختصاص داده شده است. به طور مثال فرکانس امواج Wifi در دو فرکانس 2.4GHz و 5GHz استانداردسازی شده‌اند.



اندازه‌گیری

از آنجایی که امواج رادیویی ماهیتی الکترومغناطیسی دارند، از دو مولفه عمود برهم میدان الکتریکی با واحد سنجش

(V_m)

(و میدان مغناطیسی با واحد سنجش (A_m))

تشکیل شده‌اند. در واقع می‌توان شدت (قدرت) هر کدام از میدان‌های الکتریکی یا مغناطیسی را جداگانه توسط ابزارهایی

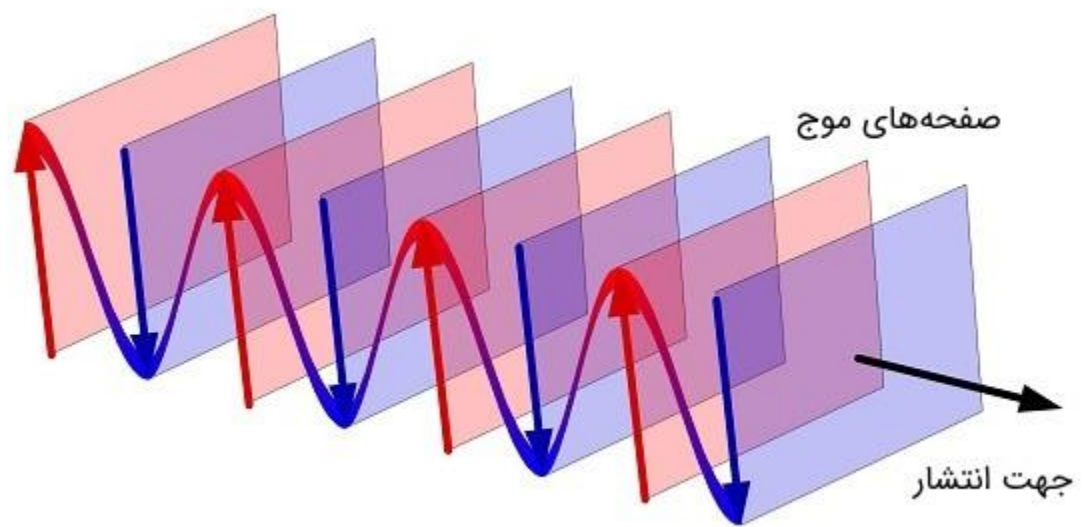
اندازه‌گیری کنیم.

یکی دیگر روش‌های سنجش میدان‌های الکترومغناطیسی (Radio Frequency : RF) ، بررسی چگالی توان

(Power Density) است. چگالی توان را غالباً در نقطه‌ای به اندازه کافی دور از آنتن (Far Field Zone) محاسبه

می‌کنند. در واقع در مکانی که به بتوان امواج را به صورت صفحه‌ای در نظر گرفت. لازم به ذکر است که می‌توان جبهه

موج امواج کروی را در نقطه‌ای دور از منبع، صفحه‌ای در نظر گرفت.



تستر امواج رادیویی و الکترومغناطیس



کاربردها:

اندازه گیری میدان های ناشی از فرستنده های رادیویی

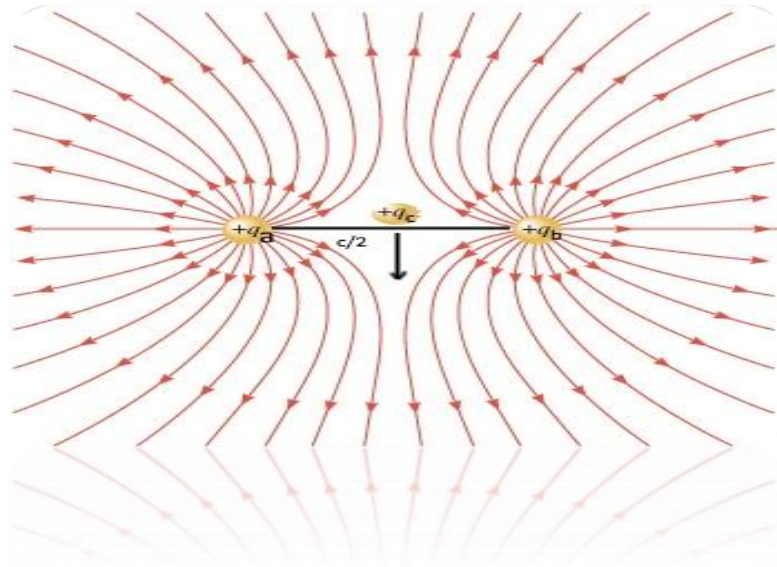
اندازه گیری میدان های ناشی از ایستگاه موبایل

اندازه گیری میدان های ناشی از CW, TDMA, GSM, DECT

اندازه گیری میدان های ناشی از ارتباطات بی سیم Wi-Fi

تشخیص انتشار تشعشعات مایکروبو

میدان های الکتریکی



نیروهای الکترواستاتیکی همانند نیروی گرانشی در امتداد یه خط مستقیم عمل می کنند. این نیروها حتی در زمانی که دو ذره در تماس با یکدیگر نباشند، نیز وجود دارند. برای توضیح این پدیده، مفهومی تحت عنوان میدان الکتریکی تعریف می شود. میدان الکتریکی خاصیتی است که هر بار الکتریکی در اطراف خود ایجاد می کند.

میدان مغناطیسی



میدان مغناطیسی، میدان به دست آمده از بار الکتریکی در حال حرکت می باشد. به سخن ساده تر، میدان مغناطیسی، حاصل تأثیر دو میدان الکتریکی بر روی هم است که به درست شدن یک میدان مغناطیسی می انجامد.

اندازه گیری میدان الکتریکی و مغناطیسی



گوس متر یا تسلامتر

که اصطلاحاً به آن میدان سنج هم می گویند، وسیله ای برای اندازه گیری میدان های مغناطیسی می باشد که این میدان سنج ها می توانند میزان شدت میدان را در یک جهت و یا سه جهت اندازه گیری نمایند. میدان سنج ها می توانند شدت میدان را با دو واحد تسلا و یا گوس اندازه گیری نمایند. هم چنین از نظر اندازه گیری شدت میدان در فرکانس های پایین و بالا هم گوس مترها به دو دسته تقسیم می شوند و برخی در فرکانس های پایین را اندازه می گیرند و برخی در فرکانس های بالا. برخی محصولات که برای اندازه گیری میدان الکتریکی و یا مغناطیسی مورد استفاده قرار می گیرند به شرح زیر می باشند:

تفاوت میدان الکتریکی و مغناطیسی:

به همان صورت که یک ذره باردار در اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد می کند، یک آهنربای کوچک نیز در اطراف خود میدان مغناطیسی ایجاد می کند. میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی هر دو بردار می باشند. همان طور که می دانیم هر آهنربا دارای دو قطب N و S است و میدان مغناطیسی در قطب ها بیشترین مقدار خود را دارا می باشد و برخلاف بارهای الکتریکی که فقط می توانند یا مثبت باشند و یا منفی آهنربا همواره دارای دو قطب مثبت N و منفی S می باشد و حتی با بخش کردن یک آهنربا نمی توان قطب های آن را از هم جدا کرد و حتی بعد از بخش کردن هم هر آهنربا مجدد یک قطب N و یک قطب S دارد. اگر بخواهیم کمی علمی تر به بحث میدان مغناطیسی بپردازیم، می توان میدان مغناطیسی را میدان اطراف یک بار الکتریکی در حال حرکت تعریف کرد. بنابراین میدان مغناطیسی می تواند توسط سیم های حامل جریان نیز ایجاد شود. همچنین روش دیگر تولید میدان مغناطیسی، تغییر میدان الکتریکی می باشد. زمین هم با توجه به خاصیت هسته خود دارای میدان مغناطیسی است و قطب های مغناطیسی آن برعکس قطب های جغرافیایی می باشند، یعنی قطب شمال زمین معادل جنوب مغناطیسی می باشد.

جداول حدود مجاز پرتوها

طول موج در هوا	فرکانس (HZ)	نوع پرتو	
Nm400-100	$7/50 \times 10^{14} - 3 \times 10^{15}$	(UV)فرا بنفش	پرتوهای نوری
Nm780-400	$3/84 \times 10^{14} - 7/50 \times 10^{14}$	(VS)نور مرئی	
Nm780 - 10^6	$3/00 \times 10^{11} - 3/84 \times 10^{14}$	(R)افرو سرخ	
mm1000-1	$3/00 \times 10^8 - 3/00 \times 10^{11}$	(MW)مایکروویو	میدان های الکترومغناطیسی
m1000-1	$3/00 \times 10^5 - 3/00 \times 10^8$	(RF)راد یویی	
Km10-1	$3/00 \times 10^4 - 3/00 \times 10^5$	(LF)بسامد کم	
Km1000-10	$300 - 3/00 \times 10^4$	(VLF)بسامد بسیار کم	
Km 1000 >	$300 <$	(ELF)بسامد فوق العاده کم	
-----	0	میدانهای مغناطیسی ثابت	

پرتوهای یونساز	پرتوهای غیر یونساز										
X-Ray	فرافش			توربینی	مادون قرمز			ماکروویو	رادیو فرکانس	زیر رادیو فرکانس	ناحیه
	UV-C	UV-B	UV-A		IR-A	IR-B	IR-C			ELF	پهنای موج
	100 nm	180 nm	280 nm	200 nm	770 nm	14 μm	3 μm	1 mm	1 m	10 km	طول موج
								300 GHz	300 MHz	30 kHz	فرکانس
پرتو یونساز	فرافش			توربینی و مادون قرمز نزدیک				رادیو فرکانس و ماکروویو		زیر رادیو فرکانس	حد مجاز شغلی کاربردی

شکل ۷- محدوده های پرتوهای غیر یونساز و میدانها و شمول استفاده از مقادیر حد مجاز مواجهه

جدول ۸- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای میدانهای مغناطیسی پاپا

مقدار سقف	TWA هشت ساعته	
۲ T	۶۰ mT	تمام بدن
۲۰ T	۶۰۰ mT	دستها و پاها
۰/۵ mT	-	افراد حامل وسایل پزشکی الکترونیکی

جدول ۱۰- حد مجاز مواجهه شغلی یا پرتوهای فرابنفش و اثر بخشی طیفی نسبی

اثر بخشی طیفی نسبی $S(\lambda)$	حد مجاز مواجهه شغلی		طول موج (nm)
	$\Delta (mj/cm^2)$	$\Delta (j/m^2)$	
۰/۰۱۲	۲۵۰	۲۵۰۰	۱۸۰
۰/۰۱۹	۱۶۰	۱۶۰۰	۱۹۰
۰/۰۳۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰
۰/۰۵۱	۵۹	۵۹۰	۲۰۵
۰/۰۷۵	۴۰	۴۰۰	۲۱۰
۰/۰۹۵	۳۲	۳۲۰	۲۱۵
۰/۱۲۰	۲۵	۲۵۰	۲۲۰
۰/۱۵۰	۲۰	۲۰۰	۲۲۵
۰/۱۹۰	۱۶	۱۶۰	۲۳۰
۰/۲۴۰	۱۳	۱۳۰	۲۳۵
۰/۳۰۰	۱۰	۱۰۰	۲۴۰
۰/۳۶۰	۸/۳	۸۳	۲۴۵
۰/۴۳۰	۷/۰	۷۰	۲۵۰
۰/۵۰۰	۶/۰	۶۰	۲۵۴*
۰/۵۲۰	۵/۸	۵۸	۲۵۵
۰/۶۵۰	۴/۶	۴۶	۲۶۰
۰/۸۱۰	۳/۷	۳۷	۲۶۵
۱/۰۰۰	۳/۰	۳۰	۲۷۰
۰/۹۶۰	۳/۱	۳۱	۲۷۵
۰/۸۸۰	۳/۴	۳۴	۲۸۰*
۰/۷۷۰	۳/۹	۳۹	۲۸۵
۰/۶۴۰	۴/۷	۴۷	۲۹۰
۰/۵۴۰	۵/۶	۵۶	۲۹۵
۰/۴۶۰	۶/۵	۶۵	۲۹۷*
۰/۳۰۰	۱۰	۱۰۰	۳۰۰
۰/۱۲۰	۲۵	۲۵۰	۳۰۳*
۰/۰۶۰	۵۰	۵۰۰	۳۰۵
۰/۰۲۶	۱۲۰	۱۲۰۰	۳۰۸
۰/۰۱۵	۲۰۰	۲۰۰۰	۳۱۰
۰/۰۰۶	۵۰۰	۵۰۰۰	۳۱۳*

اثر بخشی طیفی نسبی $S(\lambda)$	حد مجاز مواجهه شغلی		طول موج* (nm)
	$(\text{mj/cm}^2)\Delta$	$(\text{j/m}^2)\Delta$	
۰/۰۰۳	$1/0 \times 10^3$	$1/0 \times 10^6$	۳۱۵
۰/۰۰۲۴	$1/3 \times 10^3$	$1/3 \times 10^6$	۳۱۶
۰/۰۰۲۰	$1/5 \times 10^3$	$1/5 \times 10^6$	۳۱۷
۰/۰۰۱۶	$1/9 \times 10^3$	$1/9 \times 10^6$	۳۱۸
۰/۰۰۱۲	$2/5 \times 10^3$	$2/5 \times 10^6$	۳۱۹
۰/۰۰۱۰	$2/9 \times 10^3$	$2/9 \times 10^6$	۳۲۰
۰/۰۰۰۶۷	$4/5 \times 10^3$	$4/5 \times 10^6$	۳۲۲
۰/۰۰۰۵۴	$5/6 \times 10^3$	$5/6 \times 10^6$	۳۲۳
۰/۰۰۰۵۰	$6/0 \times 10^3$	$6/0 \times 10^6$	۳۲۵
۰/۰۰۰۴۴	$6/8 \times 10^3$	$6/8 \times 10^6$	۳۲۸
۰/۰۰۰۴۱	$7/3 \times 10^3$	$7/3 \times 10^6$	۳۳۰
۰/۰۰۰۳۷	$8/1 \times 10^3$	$8/1 \times 10^6$	۳۳۳
۰/۰۰۰۳۴	$8/8 \times 10^3$	$8/8 \times 10^6$	۳۳۵
۰/۰۰۰۲۸	$1/1 \times 10^4$	$1/1 \times 10^7$	۳۴۰
۰/۰۰۰۲۴	$1/3 \times 10^4$	$1/3 \times 10^7$	۳۴۵
۰/۰۰۰۲۰	$1/5 \times 10^4$	$1/5 \times 10^7$	۳۵۰
۰/۰۰۰۱۶	$1/9 \times 10^4$	$1/9 \times 10^7$	۳۵۵
۰/۰۰۰۱۳	$2/3 \times 10^4$	$2/3 \times 10^7$	۳۶۰
۰/۰۰۰۱۱	$2/7 \times 10^4$	$2/7 \times 10^7$	۳۶۵**
۰/۰۰۰۰۹۳	$3/2 \times 10^4$	$3/2 \times 10^7$	۳۷۰
۰/۰۰۰۰۷۷	$3/9 \times 10^4$	$3/9 \times 10^7$	۳۷۵
۰/۰۰۰۰۶۴	$4/7 \times 10^4$	$4/7 \times 10^7$	۳۸۰
۰/۰۰۰۰۵۳	$5/7 \times 10^4$	$5/7 \times 10^7$	۳۸۵
۰/۰۰۰۰۴۴	$6/8 \times 10^4$	$6/8 \times 10^7$	۳۹۰
۰/۰۰۰۰۳۶	$8/3 \times 10^4$	$8/3 \times 10^7$	۳۹۵
۰/۰۰۰۰۳۰	$1/0 \times 10^5$	$1/0 \times 10^8$	۴۰۰

جدول ۱۱- مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتیویته بر حسب تابندگی مؤثر

طول زمان پرتوگیری در روز	تابندگی مؤثر E_{eff} ($\mu W/cm^2$)
۸ ساعت	۰/۱
۴ ساعت	۲/۰
۲ ساعت	۰/۴
۱ ساعت	۰/۸
۳۰ دقیقه	۱/۷
۱۵ دقیقه	۳/۳
۱۰ دقیقه	۵
۵ دقیقه	۱۰
۱ دقیقه	۵۰
۳۰ ثانیه	۱۰۰
۱۰ ثانیه	۳۰۰
۱ ثانیه	۳۰۰۰
۰/۵ ثانیه	۶۰۰۰
۰/۱ ثانیه	۳۰۰۰۰

جدول ۱۲- حد مجاز مواجهه شغلی پرتوهای فرابنفش در طیف های مختلف

نوع پرتو	J/m^2	mJ/cm^2
UVA	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰
UVB	۱۰	۱
UVC	۴	۰/۴

جدول ۱۳ - مدت مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای UV در طیف‌های مختلف

طول زمان پرتوگیری در روز	UVA($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	UVB($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	UVC($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
۸ ساعت	۱۰۴/۱۶۶۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۴
۴ ساعت	۲۰۸/۳۳۳۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲۸
۲ ساعت	۴۱۶/۶۶۶۷	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۵۶
۱ ساعت	۸۳۲/۳۳۳۳	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۱
۳۰ دقیقه	۱۶۶۶/۶۶۶۷	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۲
۱۵ دقیقه	۳۳۳۲/۳۳۳	۰/۰۱	۰/۰۰۴
۱۰ دقیقه	۵۰۰۰۰	۰/۰۱۷	۰/۰۰۶۷
۵ دقیقه	۱۰۰۰۰	۰/۰۳	۰/۰۱۳
۱ دقیقه	۵۰۰۰۰	۰/۱۶۷	۰/۰۶۷
۳۰ ثانیه	۱۰۰۰۰۰	۰/۳۳	۰/۰۱۳
۱۰ ثانیه	۳۰۰۰۰۰	۱	۰/۴
۱ ثانیه	۳۰۰۰۰۰۰	۱۰	۴
۰/۵ ثانیه	۶۰۰۰۰۰۰	۲۰	۸
۰/۱ ثانیه	۳۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰	۴۰

جدول ۱۴- حدود شکافها برای تعیین حد مجاز مواجهه شغلی لیزر

گستره طیفی (نانومتر)	مدت مواجهه (ثانیه)	چشم (میلی متر)	پوست (میلی متر)
۱۸۰-۴۰۰	$1 \times 10^{-4} - 0.25$	۱	۳/۵
۱۸۰-۴۰۰	$0.25 - 3 \times 10^{-2}$	۳/۵	۳/۵
۴۰۰-۱۴۰۰	$1 \times 10^{-12} - 0.25$	۷	۳/۵
۴۰۰-۱۴۰۰	$0.25 - 3 \times 10^{-2}$	۷	۳/۵
$1400 - 1 \times 10^5$	$1 \times 10^{-14} - 0.25$	۱	۳/۵
$1400 - 1 \times 10^5$	$0.25 - 3 \times 10^{-2}$	۳/۵	۳/۵
$1 \times 10^5 - 1 \times 10^6$	$1 \times 10^{-16} - 3 \times 10^{-2}$	۱۱	۱۱

	دستورالعمل درس بهداشت پرتوها در آزمایشگاه شناسایی عوامل شیمیایی محیط کار	تهیه کننده : دانشگاه علوم پزشکی بم- دانشکده بهداشت گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
	انجام بازدید و اندازه گیری در واحد حفاظت در برابر اشعه سازمان اتمی ایران یا واحد های پرتودرمانی و پرتوکاری صنعتی	تاریخ بازنگری: تیرماه 1401



مرکز نظام ایمنی هسته ای براساس ماده 1 قانون سازمان انرژی اتمی مصوب تیرماه سال 1353 و بند 4 ماده 2 قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب فروردین سال 1368 و نامه شماره 1200770 ریاست محترم سازمان انرژی اتمی در خصوص تفویض اختیارات واحد قانونی به مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور به عنوان واحد قانونی شناخته شده و مسئولیت حفاظت کارکنان، مردم، نسل های آینده و بطور کلی محیط زیست را در برابر اثرات زیان آور پرتوهای یونساز و غیر یونساز را بر عهده دارد.

دفتر حفاظت در برابر اشعه بعنوان یکی از دفاتر مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور، مسئولیت نظارت بر مراکز کار با پرتو و فعالیت های پرتوی و حفاظت رادیولوژیکی مردم و محیط زیست کشور را برعهده دارد. به این منظور این دفتر وظیفه ارزیابی ایمنی مراکز و فعالیتهای پرتوی، صدور، اصلاح و تمدید پروانه/مجوز این مراکز و فعالیت ها، نظارت و بازرسی آن ها و اعمال اقدامات الزام آور و ارزیابی رادیولوژیکی محیط زیست؛ تخمین پرتوگیری مردم ناشی از پرتوهای طبیعی محیط و ناشی از فعالیت ها در قلمروی سرزمینی؛ کنترل و پایش مبادی ورودی و خروجی کشور برعهده این دفتر است.



1- نظارت بر مراکز کار با پرتوهای یونساز / تاسیسات پرتوی

دامنه صدور پروانه/ مجوز در این دفتر مبتنی بر ماده 3 قانون حفاظت در برابر اشعه و مشمول همه فعالیت های ذکر شده در آن و براساس ضوابط مصوب مرتبط می باشد. لذا کلیه فعالیت ها و منابع پرتویی که خارج از شمول این قانون نباشد در زمان ورود، ترخیص، واگذاری، حمل و نقل، شروع/ ادامه کار، از کاراندازی، برچیدن و مشمول اخذ مجوزها و یا پروانه های مرتبط می شوند. همچنین هرگونه تغییری در شرایط پروانه مستلزم اخذ اصلاحیه از واحد قانونی می باشد که پس از اطلاع به واحد قانونی و ارائه مستندات مرتبط این کار صورت می پذیرد. لازم به ذکر است در مورد موسسات پزشکی نیز، پروانه (مجوز کار با اشعه) توسط کمیسیون مرکب از دو نفر متخصص حفاظت در برابر اشعه از واحد قانونی و دو نفر کارشناس از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مورد بررسی و تأیید قرار گرفته و صادر خواهد شد.

2- نظارت بر مراکز کار بر پرتو غیر یونساز

نظارت بر مراکز کار با پرتو غیر یونساز نیز همانند یونساز براساس ماده 3 قانون حفاظت در برابر اشعه و مشمول همه فعالیت های ذکر شده در آن و براساس ضوابط مصوب مرتبط انجام می پذیرد. اعم مراکز تحت نظارت شامل مراکز کار با پرتورادیوئی و ماکروویو، لیزرهای پزشکی و صنعتی، پرتوهای نوری، میدان های الکتریکی یا مغناطیسی ثابت و یا الکترومغناطیسی با فرکانس کم و همچنین اپراتورهای تلفن همراه می باشد.

3- ارزیابی ایمنی هسته ای و پرتوی

به منظور حصول اطمینان از رعایت اصول ایمنی پرتوی، طراحی مراکز، تخصیص فضاها و تامین تجهیزات مطابق الزامات واحد قانونی، بررسی صحت اسناد ارایه شده و نحوه تهیه و تولید مدارک، لازم است در مراحل قبل و بعد از ساخت، بهره برداری و شروع به کار مراکز پرتوی ارزیابی ایمنی صورت پذیرد. باتوجه به اینکه ارزیابی ایمنی پایه و بنیاد صدور مجوز می باشد، لذا انجام و صحت انجام این ارزیابی ها از اهمیت به سزایی برخوردار است. همچنین با پیشرفت تکنولوژی ها، تکنیک ها و معرفی روشها و رویه های جدید، برپاسازی تاسیسات و فعالیت های نوین پرتوی و تولید تجهیزات پرتوی، به منظور تدوین الزامات و مقررات ایمنی پرتوی مرتبط و در جهت امکان صدور مجوزهای فعالیت های یادشده، نیازمند انجام ارزیابی ایمنی می باشد.

4- بازرسی از مراکز کار با پرتو در کشور

پرتوگیری مردم ناشی از منابع پرتو ساخت بشر به دلیل اجتناب ناپذیر بودن استفاده از منابع پرتو در زندگی امروزی، دامنه کاربرد وسیع منابع پرتو در زندگی روزمره و همچنین عدم وجود روش های جایگزین و بهینه می باشد. لذا به منظور کنترل فعالیت های پرتوی، قانون گذار در ماده 3 قانون حفاظت در برابر اشعه شمول مقررات این قانون را اعلام نموده و در ماده 4 همان قانون لزوم اخذ پروانه جهت فعالیتهای مرتبط ذکر شده است. همچنین قانونگذار در ماده 13 قانون نیز نظارت و بازرسی در راستای حسن اجرای قانون را بر عهده واحد قانونی قراردادده و مطابق ماده 16 دارندگان پروانه را مکلف نموده که در حوزه فعالیت شغلی خود تسهیلات لازم برای اعمال نظارت و بازرسی واحد قانونی را فراهم نموده و اطلاعات و مدارک مورد نیاز را در اختیار واحد قانونی قرار دهند. در حال حاضر دفتر حفاظت در برابر اشعه نظارت و بازرسی بر فعالیت های پرتوی در سطح کشور را در گروه های بازرسی و اقدامات قانونی و با پشتوانه قانونی فوق الذکر و با استفاده از ضوابط و دستورالعمل های مصوب در حیطه های پزشکی (فعالیت هایی نظیر پرتودرمانی، پزشکی هسته ای، پرتوتشخیصی)، صنعتی (فعالیت هایی نظیر پرتونگاری صنعتی، کمیت سنجی، چاه پیمایی و روش های آنالیز) و تاسیسات هسته ای و مراکز آموزشی و تحقیقاتی در دست اجرا دارد که به صورت برنامه های بازرسی دوره ای و با در نظر گرفتن بازه های زمانی بازرسی از مراکز (بر اساس ریسک فعالیت های پرتوی تعیین گردیده است) صورت می پذیرد.



5-اعمال

مقررات

در صورت مشاهده هر گونه عدم تطابق با الزامات تعیین شده طبق قانون و مقررات و ضوابط مصوب، اعمال مقررات مراکز خاکی براساس ماده 17 و 18 قانون حفاظت در برابر اشعه و مطابق دستورالعمل مصوب توسط واحد قانونی صورت خواهد پذیرفت.

6-پایش رادیولوژیکی کارکنان، مردم و محیط زیست

6-1 پایش رادیولوژیکی محیط زیست

مطابق بند 5 ماده 3 قانون حفاظت در برابر اشعه، حفاظت کارکنان، مردم و نسلهای آینده بطور کلی و محیط زیست در برابر اثرات زیان آور اشعه، بر عهده واحد قانونی می باشد. وظیفه نظارت بر حسن اجرای مقررات این قانون و بازرسی در زمینه های مذکور به عهده دفتر حفاظت در برابر اشعه گذاشته شده و در این راستا این دفتر طیف وسیعی از نظارت ها، پایش ها و اندازه گیری های مرتبط با حفاظت مردم و محیط زیست در برابر اثرات زیان آور اشعه ناشی از تاسیسات هسته ای و پرتوی، معادن و صنایع مرتبط با NORM، محصولات تولیدی، مواد معدنی، مواد غذایی و آشامیدنی، محیط های آبی، خاک، هوا و غیره را انجام می دهد و مرجع صدور هرگونه گواهی، گزارش و نتایج رسمی و مورد تایید به سایر ارگان ها درخصوص با پرتوزایی در حوزه های مرتبط با مردم و محیط زیست می باشد.

این مرکز در جهت اهداف نظارتی و حفاظتی خود در حوزه مردم و محیط زیست و به منظور پایش آنی و کنترل مداوم تغییرات پرتوزایی محیطی کشور، از طریق استقرار سامانه های پایشی برخط شامل شبکه هشدار آنی پایش گامای محیطی، شبکه هشدار آنی پایش آلفا، بتا، تورو و رادون محیطی و شبکه هشدار آنی پایش عناصر پرتوزای موجود در محیط های آبی، اقدامات کنترلی و نظارتی لازم را در سراسر کشور صورت می دهد.

2-6 پایش پرتوی مبادی ورودی و خروجی کشور

به منظور حصول اطمینان از عدم همراهی کالاهای وارداتی با مواد پرتوزا و آلودگی های پرتوی و جلوگیری از ورود و خروج غیر مجاز مواد هسته ای که می توانند سلامت افراد جامعه و محیط زیست را تهدید و یا در قبال سایر کشورها و مراجع قانونی بین المللی ایجاد مسئولیت و تعهد نمایند، برنامه ریزی، ایجاد ساختار و انجام پایش پرتوی مبادی کشور توسط واحد قانونی صورت پذیرفته است.

پایش پرتوی کلیه کالاهای ورودی و خروجی و افراد از نظر همراهی با چشمه های پرتوزا و یا آلودگی به مواد پرتوزا در مبادی ورودی و خروجی کشور با استفاده از سامانه دروازه پایش پرتوی مواد پرتوزا انجام می پذیرد. هدف نهایی پایش پرتوی مستمر مبادی ورودی/خروجی کشور و جلوگیری از ورود و خروج غیرمجاز مواد پرتوزا و یا هرگونه کالا یا مواد آلوده به مواد پرتوزا با استفاده از توانمندترین و به روز ترین سامانه های پایش پرتوی است.



شکل شماره 1: سامانه پایش پرتوی در یکی از مرزهای ورودی به کشور

3-6 نظارت بر پرتوگیری کارکنان

گروه نظارت بر پرتوگیری کارکنان دارای آزمایشگاه های دزیمتری با تجهیزات کافی شامل آزمایشگاه های دزیمتری فیلم بج، دزیمتری ترمولومینسانس (TLD)، دزیمتری نوترون و ذرات باردار، دزیمتری داخلی، دزیمتری بیولوژیکی و دزیمتری میدان های پرتو و کالیبراسیون می باشد و با استفاده از کارشناسان مجرب دزیمتری، مسئولیت اصلی نظارت بر ارزیابی پرتوگیری خارجی و داخلی پرتوکاران در مراکز کار با پرتو و اجرای برنامه ملی کنترل پرتوگیری شغلی در کشور را بر عهده دارد. فعالیت های بخش بطور کلی مشتمل بر بازرسی و نظارت بر مراکز ارائه دهنده خدمات دزیمتری فردی و کالیبراسیون به منظور اعمال مقررات واحد قانونی، نظارت بر ارزیابی پرتوگیری کارکنان، اجرای برنامه دزیمتری مقایسه ای در سطح ملی و بین المللی با مراکز ارائه خدمات دزیمتری، تدوین استانداردها و مقررات مرتبط با خدمات دزیمتری، بررسی پرتوگیری های بیش از حدود و آستانه بررسی پرتوکاران، بررسی پرتوگیری های مردم و محیط زیست در سوانح و حوادث پرتوی و هسته ای، نگهداری و به روز رسانی بانک اطلاعات پرتوگیری شغلی پرتوکاران کشور، انجام دزیمتری و کالیبراسیون تجهیزات اندازه گیری گاز رادن، ارائه خدمات کالیبراسیون و پرتودهی دزیمترها در میدان های استاندارد نوترون و گاما، پایش سلامت پرتوکاران و بررسی پرونده های تعیین سنوات خدمتی با پرتو، انجام طرح ملی پایش رادن در منازل مسکونی کشور و برگزاری کارگاه های آموزشی دزیمتری جهت کارآموزان داخلی و خارجی می باشد.

بررسی میزان پرتوگیری کارکنان رادیولوژی بیمارستان



مقدمه:

گسترش علم و تکنولوژی همراه با استفاده وسیع از منابع پرتوزا برای مقاصد پزشکی، صنعتی، کشاورزی، تحقیقاتی و نظامی، خطر پرتوگیری پرتوکاران و عموم جامعه را افزایش داده است استفاده از اشعه های یونیزان در پزشکی جهت امور تشخیصی، درمانی و تحقیقی امری اجتناب ناپذیر می باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان پرتوگیری کارکنان رادیولوژی بیمارستان امام رضا شهر کرمانشاه بود.

روش ها:

مطالعه حاضر از نوع توصیفی – مقطعی می باشد که با هدف اندازه گیری میزان پرتوگیری کارکنان رادیولوژی بیمارستان امام رضا (ع) شهر کرمانشاه در سال 1392 انجام گردید. ابزار مورد استفاده در این مطالعه شمارشگر گایگر – مولر مدل gamma-scout ساخت کشور آلمان بود. این دستگاه دارای صفحه نمایشگر دیجیتالی است و دز دریافتی را بر حسب میکرو سیورت در ساعت نمایش می دهد.

یافته ها:

نتایج حاصله از مطالعه حاضر بیانگر این بود که در هیچ یک از واحدهای مورد بررسی میزان پرتوگیری بیش از حد مجاز نبوده است. همچنین ماکزیمم دز دریافتی مربوط به واحد پزشکی هسته ای که دز زمان تخلیه رادیو دارو بوده و مینیمم دز دریافتی مربوط به واحد رادیولوژی در واحدی که عکس ساده می گرفتند. بیشترین میزان پرتو در بخش رادیولوژی مربوط به عکس فلورسکوپی با 55/0 میکروسیورت در ساعت و کم ترین میزان مربوط به عکس ساده با 06/0 میکرو سیورت در ساعت بود. میزان دریافت پرتو در محل قرار گیری کارکنان در بخش های سی تی اسکن 636، سنگ شکن 396، پزشکی هسته ای 360 میکرو سیورت در سال بود. به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در هیچ یک از واحد های مورد بررسی میزان پرتوگیری بیشتر از حد مجاز نبود است.

نتیجه گیری:

میزان دز دریافتی کارکنان این مرکز درمانی در حد استاندارد بود. لذا برگزاری کارگاه های ایمنی و حفاظت در برابر پرتو جهت رعایت بیشتر ملاحظات ایمنی در بخش های پرتو نگاری ضروری می باشد.

- منابع:مقاله بررسی میزان پرتوگیری کارکنان رادیولوژی بیمارستان
- دفتر حفاظت در برابر اشعه