

آزمایشگاه فیزیک پزشکی
دانشکده پزشکی
دانشگاه علوم پزشکی تبریز- واحد بین المللی ارس

دستور کار آزمایشهای فیزیک عملی برای دانشجویان
پزشکی و دندانپزشکی

شامل :

- ۱- تشخیص و اصلاح عیوب انکساری چشم
- ۲- بررسی خواص فیزیکی، شیمیایی و درمانی امواج فراصوت پزشکی
- ۳- مشاهده کاربرد امواج فرا صوت در تصویر برداری از بدن (سونوگرافی)
- ۴- مطالعه نحوه پیدایش پرتو های الکترونی و ایکس و کاربرد پرتو های ایکس در پزشکی
- ۵- تعیین ضریب تضعیف پرتو های گامای کبالت- ۶۰ در برابر سرب

سال تحصیلی ۱۳۸۸-۱۳۸۹

بسمه تعالی

کلاس فیزیک پزشکی عملی بصورت ۵/۰ واحد برای دانشجویان پزشکی و دندانپزشکی ارائه می گردد. این کلاس شامل چهار آزمایش مختلف می باشد. زمان انجام آزمایشها و آزمون عملی در جلسه اول به اطلاع دانشجویان رسانده می شود.

نمره فیزیک پزشکی عملی ۴ نمره از کل ۲۰ نمره فیزیک پزشکی را شامل می شود. این ۴ نمره شامل امتحان پایان ترم از تمامی آزمایشها، نوشتن گزارش کار، نظم و حضور در آزمایشگاه می باشد.

مواردی که ضروری است در واحد عملیات آزمایشگاهی رعایت شود.

حضور به موقع در آزمایشگاه الزامی است.

تاخیر بیش از ۱۰ دقیقه در کلاس غیبت محسوب میشود.

غیبت در هر آزمایش به منزله از دست دادن نمره آن آزمایش است.

بیش از یک جلسه غیبت منجر به حذف واحد درسی میشود.

کار در آزمایشگاه بصورت گروهی (تیمی) است و گروه در مقابل هر فرد مسئولیت دارد.

رعایت موارد ایمنی در کار با پرتوهای مختلف الزامی است.

- موارد زیر از دانشجو خواسته میشود.

- **مطالعه** گزارش کار قبل از انجام آزمایش
 - **دقت** لازم داشتن به توضیحات استاد
 - **تمرکز** لازم روی انجام آزمایش
 - **پرهیز** از کارهای متفرقه
 - **استفاده** از روپوش سفید
 - **احتیاط** و دقت در کار با دستگاههای مورد استفاده در آزمایشگاه
 - **مرتب** کردن میزکار و وسایل پس از انجام آزمایش
- تلفن همراه خود را در آزمایشگاه خاموش کنید.

با تشکر و آرزوی موفقیت

دکتر سید حسین راستا

گروه فیزیک پزشکی

به نام خداوند جان و خرد

عنوان آزمایش: تعیین ضریب تضعیف پرتو گامای (μ) کبالت ۶۰ در برابر سرب

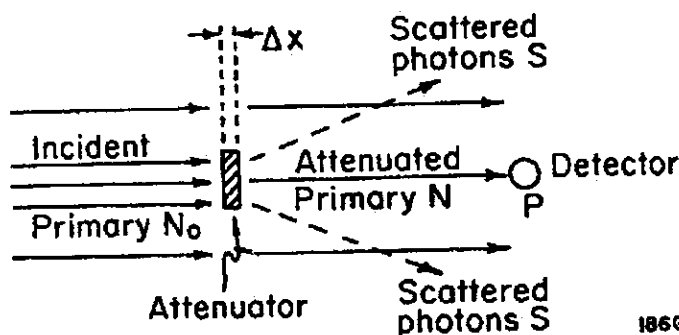
هدف آزمایش: تعیین ضریب تضعیف پرتو گامای کبالت-۶۰ و لایه نیم جذب آن در سرب.

تئوری: هنگامی که یک دسته پرتو گامای مونوکروماتیک (تک انرژی) که در آن انرژی تمام فوتون ها یکسان است با شدت معین N از محیط جاذبی عبور کند شدت پرتو عبوری از ماده جاذب بر طبق قانون نمایی زیر تعیین می گردد.

$$N = N_0 \cdot e^{-\mu x} \quad (1) \text{ رابطه}$$

در این رابطه N شدت پرتو عبوری از ضخامت X و N_0 نیز عبارت است از شدت پرتو اولیه می باشد و μ ثابت معلومی بنام ضریب تضعیف خطی (Linear attenuation coefficient) است. ضریب تضعیف خطی طبق تعریف برابر با کسری از پرتو های اولیه است که در عبور از هر واحد ضخامت ماده جاذب، جذب یا پراکنده می شود. معمولاً μ را بر حسب cm^{-1} بیان می کنند. جهت درک مطلب فوق به شکل (۱) مراجعه کنید:

Figure 5-2. Diagram illustrating how an attenuator of thickness Δx reduces the number of photons reaching P, and how scattered radiation is produced.



شکل (۱)

هر گاه از رابطه (۱) لگاریتم در پایه طبیعی بگیریم خواهیم داشت:

$$\ln N = \ln N_0 e^{-\mu x} \Rightarrow \ln N = \ln N_0 - \mu x$$

یعنی اگر نمودار $\ln N$ را بر حسب X رسم کنیم باید خط مستقیمی بدست آید که شیب آن برابر μ و قابل محاسبه است. کمیت دیگری که در این باره تعریف می شود لایه نیم جذب (Half Value Layer) (H.V.L) است که عبارت از ضخامتی از ماده است که شدت پرتو تابشی را به نصف مقدار اولیه آن کاهش می دهد و با μ رابطه ای دارد که از فرمول (۱) قابل محاسبه است: یعنی اگر طبق تعریف لایه نیم جذب، بجای N در رابطه (۱)، مقدار $\frac{N_0}{2}$ و بجای ضخامت،

$X_{1/2}$ را قرار دهیم خواهیم داشت:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\mu X_{1/2}}$$

حال از طرفین آن لگاریتم در مبنای عدد طبیعی بگیریم خواهیم داشت:

$$\ln \frac{1}{2} = \ln e^{-\mu X_{1/2}}$$

$$\ln 1 - \ln 2 = -\mu X_{1/2}$$

$$0 - 0.693 = -\mu X_{1/2}$$

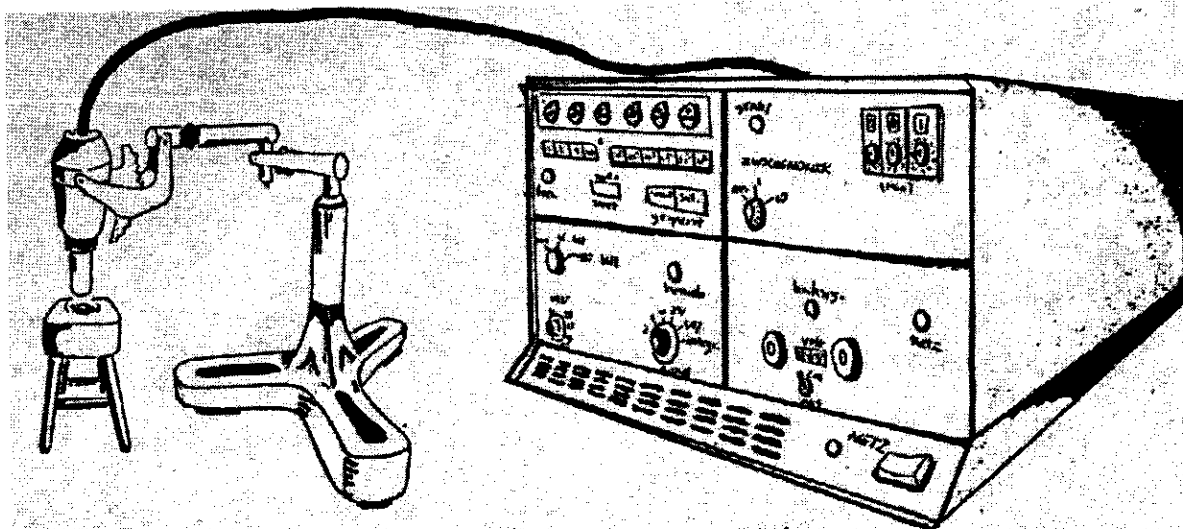
$$X_{1/2} = \frac{0.693}{\mu}$$

بنابراین با قرار دادن μ در این رابطه، مقدار لایه نیم جذب $X_{1/2}$ بدست می آید. مزیت تعیین این لایه در این است که در رادیولوژی جهت تعیین مقدار لایه محافظ و بیان کیفیت پرتو از آن استفاده می گردد. لذا با دانستن ضخامت این لایه برای هر عنصر از نظر اصول حفاظت در برابر اشعه، می توان شیلد (محافظ) مناسب را جهت جلوگیری از عبور پرتو یونساز به نواحی مجاور طراحی کرد و پرسنل و بیماران را در بخش های رادیولوژی و رادیوتراپی از تابش پرتوهای تشخیصی محافظت کرد بطوریکه طبق توصیه آژانس بین المللی انرژی اتمی با انتخاب ضخامتی در حدود $2/5$ برابر ضخامت مربوط به لایه نیم جذب می توان مطمئن شد که جلوی پرتو یونساز مربوطه سد شده است.

برای تعیین شدت پرتوهای اولیه N_0 و شدت عبوری از ماده (N) از دستگاهی بنام γ - counter (شمارنده گاما) استفاده می شود که به توضیحاتی در این مورد می پردازیم.

دستگاه شمارنده پرتوهای گاما γ - counter

جهت شمارش پرتوهای گاما در آزمایشگاه فیزیک پزشکی از دستگاهی بنام شمارنده گاما استفاده می شود این دستگاه بر اساس خاصیت جرقه زنی (scintillation) کار می کند. قسمتهای مختلف آن در شکل (۲) نشان داده شده است:



شکل ۲- دستگاه شمارنده پرتوهای گاما γ - counter

همانطوریکه در شکل ۲ مشاهده می شود پرتوهای گاما وارد آشکار ساز سنیتلاتور که از بلور سدیم تشکیل شده است می گردند. در این قسمت در اثر برخورد فوتونهای پر انرژی با مواد آشکار ساز، ابتدا اتمهای موجود با رفتن یک از الکترونها به مدار بالاتر تحریک شده و سپس در اثر برگشت الکترون به حالت اولیه نور تولید می کنند. کریستال مذکور معمولاً NaI (TI) می باشد (یعنی بلور یدور سدیم که مقداری ناخالصی از جنس تالیوم وارد شبکه کریستالی شده است). البته جهت توضیحات بیشتر در این مورد می توان به کتب مختلفی که در مورد رشد کریستال است مراجعه کرد. در اینجا تالیوم فعال کننده کریستال می باشد و عمل آن به این صورت است که با ورود پرتو گاما، این پرتو با اتمهای یدور سدیم برخوردهای مختلفی در قالب پدیده های فوتوالکتریک، کمپتون و تولید جفت انجام داده و تولید الکترونهاي ثانوي می نماید و الکترونهاي مذکور نیز باعث تهییج و تحریک اتمهای یدور سدیم می گردد.

وقتی که اتمها از حالت تحریک به حالت پایه برمی گردند (در حالت تحریک بمدت کمتر از 10^{-8} ثانیه باقی می ماند) انرژی دریافتی را بصورت فوتونهای نورانی تابش می کنند. (جرقه زنی).

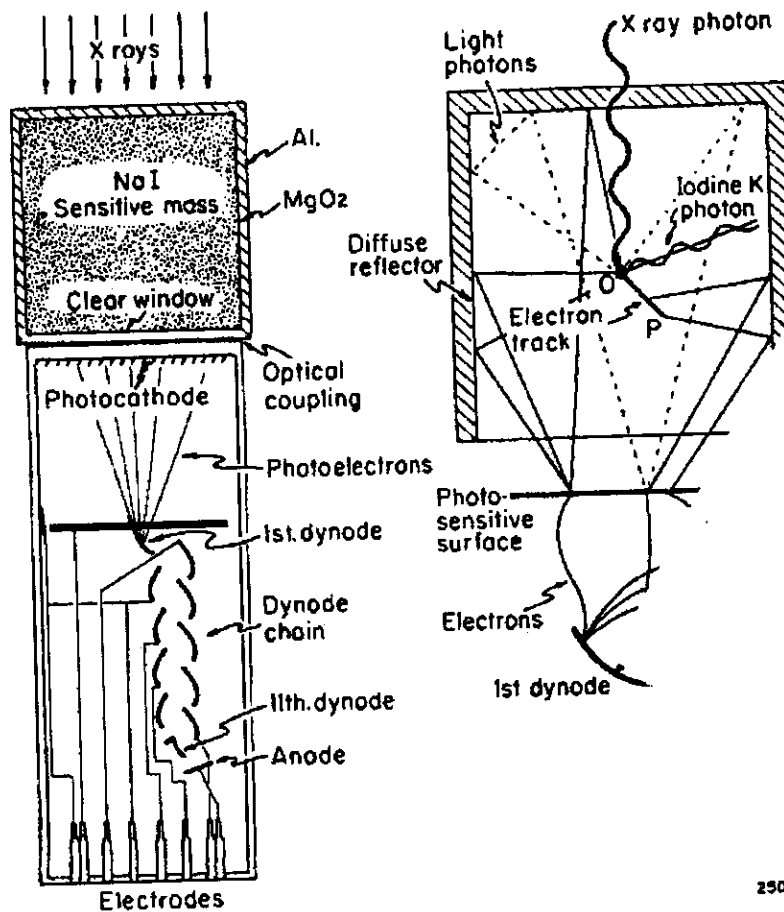


Figure 14-4. Diagram to illustrate the construction of a photomultiplier and the processes that occur within the crystal.

شکل (۳) اساس کار لامپ آشکارساز سنتیلاسیون (جرقه زن)

فوتون های نوری تولید شده به فوتو کاتد (که مابین بلوریدور سدیم و قسمت بعدی که لامپ PMT است قرار دارد) برخورد کرده و باعث خروج الکترونهايي از آن می شوند. فوتو کاتد معمولاً از جنس آنتیموان ساخته می شود و کار آن تبدیل فوتون های نوری تولید شده در بلور یدور سدیم به الکترون است. الکترونهاي تولید شده در فوتوکاتد وارد قسمت دیگری بنام لامپ تقویت کننده نوری (PMT) می گردند در این قسمت الکترون تولید شده توسط قسمت ابتدایی لامپ یعنی داینود اول جذب می گردد. بعد از داینود اول همانند شکل (۲) داینودهای متعددی که با یکدیگر اختلاف پتانسیل دارند قرار گرفته اند بطوریکه الکترون ها به طرف نخستین داینود که با صفحه فوتو کاتد حدود ۱۰۰ ولت اختلاف پتانسیل درست می کند حرکت کرده و در اثر برخورد آن به صفحه داینود اول، بین ۲ تا چند الکترون تولید می شود و این الکترونها بطرف داینود دوم که با داینود اول ۱۰۰ ولت اختلاف پتانسیل دارد کشیده می شوند. در نتیجه از برخورد این الکترونها به داینود دوم تعداد الکترونهاي بیشتری تولید شده و این الکترونها نیز بنوبه خود موجب تولید تعداد زیادی الکترون در داینود بعدی که پتانسیل آن ۱۰۰ ولت بیشتر از داینود قبلی است، شده و این کار تکرار می گردد و چون تعداد داینودها در لامپهای مذکور بین ۹ تا ۱۴ عدد است لذا به ازای هر يك الکتروني که در صفحه فوتو کاتد تولید می شود بیشتر از يك میلیون الکترون از داینود آخر (آند) خارج خواهد شد. بدینوسیله می توان با ایجاد پالسهای الکتریکی به تعداد و حتی انرژی پرتوهایی که موجب جرقه شده اند پی برد.

ولتاژ هر داینودي به طور مستقیم از طریق دستگاه شمارنده تامین می شود. به این صورت که در انتهای لامپ به تعداد داینودها پایه گذاشته شده است و هر پایه نوبه می باشد.

لامپ به ترتیب به داینودها وصل شده است. هنگام کار لامپ اختلاف پتانسیل الکتریکی هر پایه با پایه مجاورش حدود ۱۰۰ ولت است و پایه ها بترتیب روی محیط دایره ای جا داده شده اند و پایه مربوط به صفحه فوتو کاتد در مرکز دایره گذاشته شده و پتانسیل آن همان پتانسیل بدنه سیستم (صفر) است

مزیت این نوع آشکارساز نسبت به سایر آشکارسازها در این است که چون شدت نور تولیدی در جرقه زنها، به خصوص در کریستال یدورسدیم، تابع انرژی پرتو است، پس می توان با استفاده از این نوع آشکارساز طیف انرژی پرتوهای تابشی از یک ماده رادیواکتیو یا ماده پرتوزا را بیشتر کرده و در واقع اسپکترومتری کرد. در اسپکترومتری گاما بر روی یک نمونه، پالسهایی حاصل از هر پرتو که بیانگر انرژی پرتو است بطور جداگانه تشخیص داده شده و اندازه گیری می گردد. پس از مقایسه نتایج حاصله با جدول طیف پرتوهای مربوطه، به نوع هسته مختلف رادیواکتیو موجود در نمونه پی می بریم.

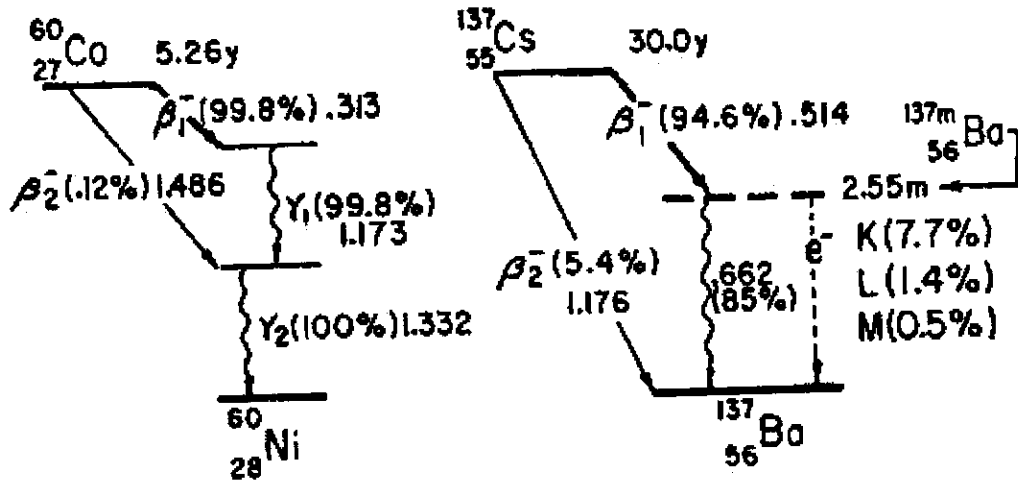
مطالبی که گفته شد همگی در تولید پالس ضعیف الکتریکی در آند لامپ تقویت کننده نوری (P.M.T) بود، حال ببینیم چگونه این پالس ضعیف قابل شمارش می گردد. جریان حاصل از آخرین داینود (آند) برای تقویت به دستگاه تقویت کننده الکترونی آورده می شود و پس از تقویت لازم به صورت جریانی که قابل اندازه گیری باشد خارج شده و وارد دستگاه شمارنده می گردد و در این دستگاه که در آزمایشگاه موجود است تبدیل به اعداد دیجیتالی می شود. اعداد نشان داده شده در صفحه نمایش دستگاه متناسب با انرژی فوتون جذبی و تعداد آنها خواهد شد.

از کاربردهای مهم شمارنده مذکور علاوه بر تعیین تعداد پرتوهای گاما یا بتا در دقیقه و اسپکترومتری پرتو گاما، در سنتیگرافی (اسکن کردن) است که در پزشکی هسته ای صورت می گیرد یعنی در این روش تشخیصی طرز توزیع ماده رادیواکتیو در داخل عضوی از بدن مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد.

به عنوان مثال در پزشکی هسته ای جهت سنتیگرافی از رادیودارویی به نام ^{99m}Tc استفاده می شود و پس از تجویز داخل وریدی یا خوراکی آن، این ماده وارد جریان خون گشته و بطور فیزیولوژیک در بعضی از اعضای بدن مانند مخاط معده، غدد بزاقی، غدد تیروئید و تومورهای مغزی تجمع می یابد. لذا پس از شمارش پرتوهای گامای مربوط به این ماده رادیواکتیو توسط شمارنده ها می توان تصویری از اندامهای مربوطه بدست آورد.

منبع پرتو زا:

ماده رادیواکتیوی که در این آزمایش به عنوان منبع گاما استفاده می شود ^{60}Co یا ^{137}Cs است. ترازهای انرژی این مواد در شکل (۴) نشان داده می شود. ماده رادیواکتیو کبالت ۶۰ با تابش پرتوی بتا و دینال آن دو پرتو گاما با انرژیهای ۱/۱۷ و ۱/۳۳ میلیون الکترون ولت به عنصر Ni تبدیل می شود. عنصر سزیم با تابش یک پرتو بتا و پرتو گاما با انرژی ۶۶۲ کیلو الکترون ولت به باریم تبدیل می شود. پرتوهای گامای توسط دستگاه آشکارساز، شمارش می گردند.



1.06d

شکل (4) ترازهای انرژی ^{60}Co یا ^{137}Cs

روش آزمایش:

نخست دستگاه را با نظارت استاد مربوطه روشن کرده و ولتاژ آن را از ۳۰۰ ولت به ۱۴۰۰ ولت افزایش می دهیم و زمان شمارش را ۱ دقیقه انتخاب می نماییم. با زدن دکمه استارت دستگاه، شمارش پرتوهای زمینه که ناشی از پرتو کیهانی و منابع زمینی موجود در محیط آزمایشگاه است شروع شده و پس از زمان تعیین شده، دستگاه به طور اتوماتیک شمارش را متوقف خواهد کرد.

اعداد را که پس از ۱ دقیقه در صفحه نمایش دیده می شود در جدول (۱) یادداشت کرده و این کار را مجدداً تکرار نمائید. سپس از دو شمارش بدست بعمل آمده میانگین گرفته و در همان جدول یادداشت می نمائید. این شمارش که بدون منبع گاما بدست آمده است شمارش زمینه نام دارد. در مرحله بعد، ماده رادیواکتیو را که در داخل محافظ سربی نگهداری می شود بیرون آورده و در جایگاه مربوطه و در مقابل آشکار ساز قرار می دهیم.

نخست دو شمارش برای تعیین تعداد فوتون های اولیه (N_0) آن انجام می دهیم و سپس صفحات سربی با ضخامتهای تعیین شده در جدول (۱) را به ترتیب در مقابل پرتوهای گامای حاصله از ماده رادیواکتیو قرار دهیم و اعداد شمارش شده را یادداشت نمائید. (N) باید یادآوری کرد که با افزایش ضخامت سرب مورد استفاده، تعداد شمارش (N) کاهش خواهد یافت (براساس رابطه ۱). پس از تکمیل جدول مذکور و با کاهش شمارش شمارش زمینه از هرکدام از آنها، نتایج حاصله را در روی کاغذ نیمه لگاریتمی ترسیم کنید.

برای رسم نمودار تغییرات پرتو گامای عبور در برابر ضخامت سرب، محور X ها را ضخامت سرب بر حسب inch و محور Y را شمارش حقیقی یا خالص واقع در ستون آخر جدول مذکور خواهد بود. ممکن است با توجه به خطای آزمایش و آماری بودن تولید و آشکارسازی پرتوهای گاما، از اتصال نقاط بدست آمده یک خط بدست نیاید. بنابراین یک خط راست را بر نقاط بدست آمده منطبق کنید بطوریکه از تمامی نقاط و یا از نزدیکترین فاصله از آنها عبور نماید. هنگام رسم خط باید توجه شود که بهترین خط را انتخاب نمائید. یعنی خطی که از اکثر نقاط منحنی عبور می کند. شیب این خط ضریب تضعیف خطی (μ) پرتو گاما در سرب خواهد بود.

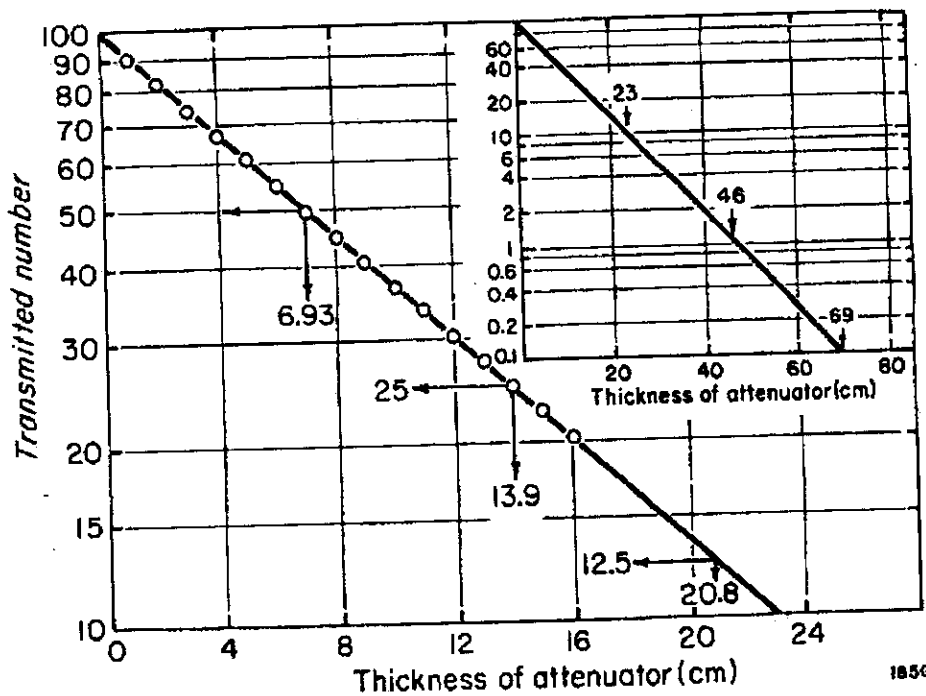
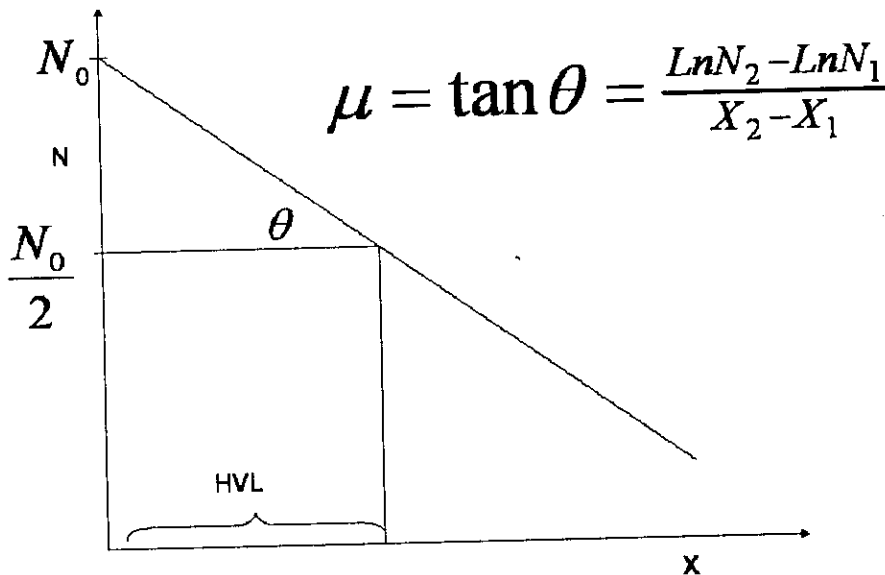


Figure 5-3. Graph showing how the number of photons is reduced by an attenuator whose linear attenuation coefficient is $\mu = 0.10 \text{ cm}^{-1}$. The transmitted number is plotted on a logarithmic scale.

یعنی مطابق شکل (۶) خواهیم داشت:



ضخامت سرب بر حسب اینج

شکل ۶: نحوه تعیین لایه نیم جذب و محاسبه شیب خط

در اینجا θ عبارت از زاویه بین خط رسم شده و محور افقی است.

سئولات :

- ۱- با استفاده از تعیین شیب خط بدست آمده ، μ را بر حسب cm^{-1} بدست آورید.
- ۲- ضخامت لایه نیم جذب $X_{1/2}$ را از جواب سئوال یک بدست آورید.

- ۳- با استفاده از تعریف لایه نیم جذب و با انتخاب $N_0/2$ در روی منحنی رسم شده، مقدار H.V.L یا $X_{1/2}$ را در روی محور X ها نیز بدست آورید.
- ۴- لایه نیم جذب محاسبه شده از سؤال ۲ را با لایه نیم جذب بدست آمده از روی منحنی (سؤال ۳) مقایسه کنید. اگر تفاوتی بین آن دو وجود دارد دلیل آن را بیان نمایید.

توجه:

۱- هنگام خاموش کردن دستگاه باید بصورت عکس عمل روشن کردن دستگاه عمل کنید.

- ۲- از نزدیک شدن به ماده رادیواکتیو (حتی المقدور) خودداری کنید.
- ۳- بدون حضور مربی اقدام به روشن یا خاموش کردن دستگاه ننمایید.

آزمایش اندازه گیری لایه نیم جذب HVL سرب

شمارش زمینه - میانگین شمارشها = شمارش حقیقی

| | ضخامت سرب (X) inch | شمارش اول | شمارش دوم | میانگین شمارشها | شمارش حقیقی |
|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------|-------------|
| شمارش زمینه | | | | | |
| شمارش بدون جذب X_0 | 0.000 inch | | | | $N_0 =$ |
| X_1 | 0.125 inch | | | | $N_1 =$ |
| X_2 | 0.250 inch | | | | $N_2 =$ |
| X_3 | 0.375 inch | | | | $N_3 =$ |
| X_4 | 0.500 inch | | | | $N_4 =$ |
| X_5 | 0.625 inch | | | | $N_5 =$ |
| X_6 | 0.750 inch | | | | $N_6 =$ |
| X_7 | 0.875 inch | | | | $N_7 =$ |
| X_8 | 1.000 inch | | | | $N_8 =$ |

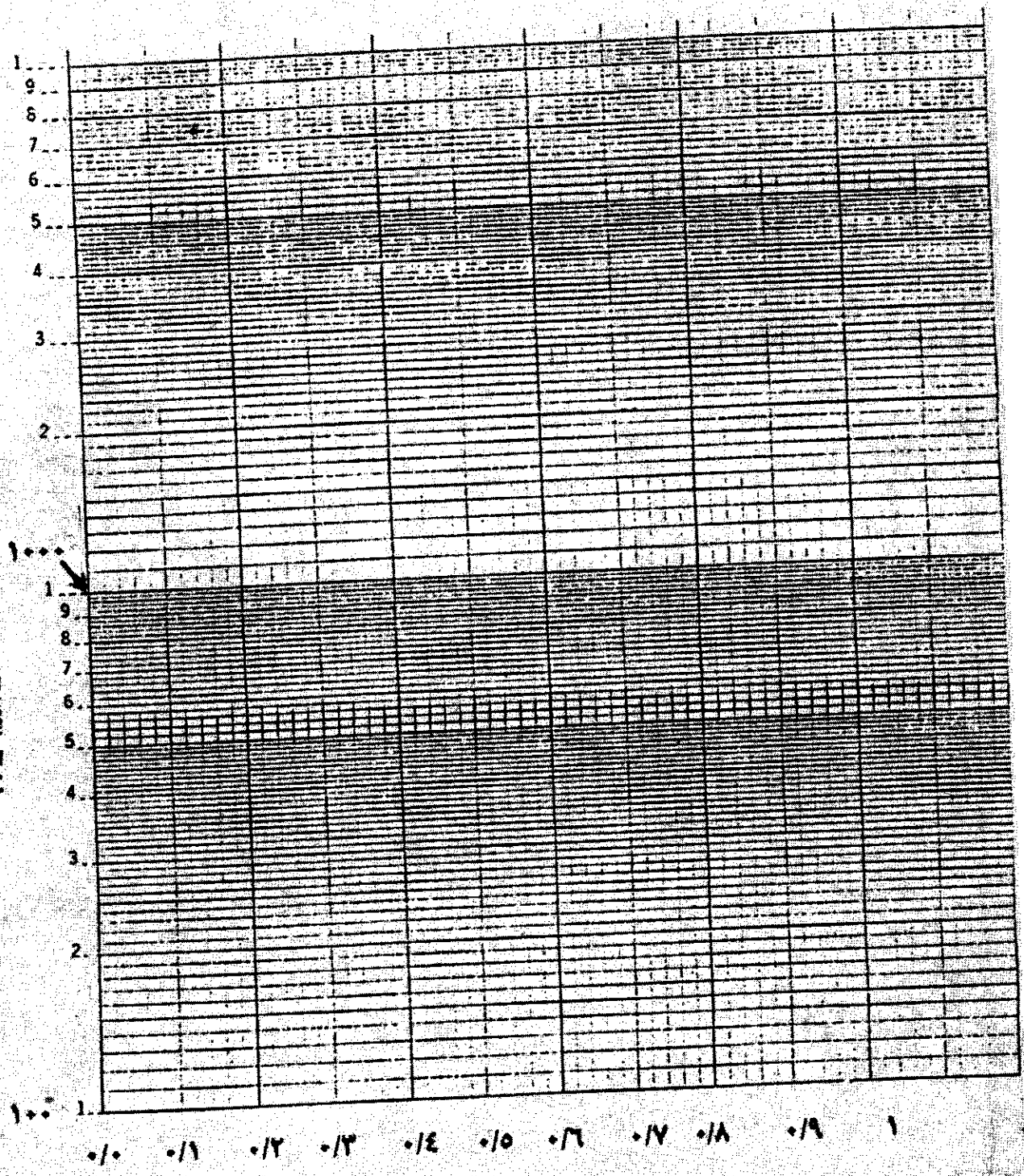
جدول ۱

↑
محور X کاغذهای لگاریتمی

↑
محور Y های کاغذ لگاریتمی

محور مختصات برای نمودار لگاریتمی

SEMI-LOGARITHMIC SHEETS & DIVISIONS
KEUFFEL & ESSER CO. NEW YORK



عنوان آزمایش: بررسی خواص فیزیکی ، شیمیایی و درمانی امواج فراصوتی پزشکی

نویسنده : دکتر پریناز محنتی

تئوری :

صوت: عبارت است از جابجایی ذرات جسم بصورت فشرده شدن و یا از هم باز شدن و در مجموع لرزش مکانیکی ماده موجب تولید صوت می گردد.

فرکانس شنوایی انسان بین ۲۰۰۰۰ ~ ۱۶ هرتز می باشد.

امواج فرا صوت: امواجی که فرکانس این امواج از حد شنوایی انسان فراتر (ultrasound) است. اجسامی که قابلیت تولید فرا صوت را دارند بنام اجسام پیزوالکتریک می باشند.

امواج فرو صوت: امواجی که فرکانس این امواج از حد شنوایی انسان پایین تر (Infra sound) است.

با توجه به پارامترهای فرا صوتی قابل اندازه گیری مانند طول موج _ دامنه _ فرکانس _ پریود _ سرعت _ امپدانس _ شدت موج فرا صوتی _ رفتار موج در هر محیط و چگونگی استفاده از آن متفاوت خواهد بود.

کاربرد امواج فراصوتی در پزشکی

۱- کاربرد تشخیصی Diagnostic

۲- کاربرد درمانی Therapeutic

۱- **کاربرد تشخیصی** همان تصویر برداری از اندامهای داخل بدن خصوصا نسوج نرم بدن بدون در برداشتن عوارض اشعه ایکس کاربردی در رادیوگرافی است. تصویر در مانیاتور دستگاه سونوگرافی قابل مشاهده و توسط حافظه دستگاه و یا کاغذ مخصوص قابل ثبت و نگهداری است. بررسی آناتومی عضو مورد نظر از نظر ابعاد، حجم و ناهنجاریها و همچنین اندازه گیری میزان سرعت و حرکت اجسام متحرک نیز از جمله کاربردهای سونوگرافی است.

۲- **کاربرد درمانی** از خاصیت جنبشی- مکانیکی و حرارتی امواج فرا صوت جهت درمان درد مفاصل _ التیام زخمهای کهنه، التیام زخم جراحی های سخت و استفاده می شود.

کاربردهای غیر پزشکی فراصوت عبارتند از:

۱) دریانوردی یا علوم نظامی در علمی بنام سونار Sonar که برای ردیابی زیر دریایی دشمن ، اندازه گیری عمق آب و همچنین ماهیگیری و اهداف دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

۲) صنعت، اندازه گیری ضخامت فلزات و دیگر اجسام ، تشخیص ترکهای بسیار ریز در دستگاههای بزرگ و گرانقیمت مانند قسمت های مختلف هواپیما و راکتورهای اتمی ، همچنین ریخته گیری و جوشکاری های دقیق کاربرد دارد.

۳) در آزمایشگاهها مانند استفاده از میکروسکوپیهای آکوستیک اپتیک جائیکه تصویر برداری از قسمت های عمیق جسم و مناطقی که نور قابلیت نفوذ ندارد، همچنین انجام هولوگرافی آکوستیک از اجسام ریز که تصویر برداری بصورت سه بعدی انجام می گیرد.

دستگاه مولد امواج فراصوت

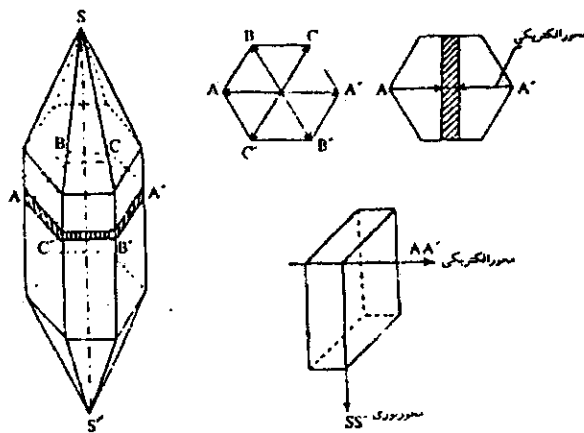
در دستگاه فراصوتی اجسام پیزوالکتریک به عنوان منبع یا سر چشمه تولید امواج فراصوتی بوده و در داخل وسیله ای بنام ترانسدیوسر یا پروب قرار گرفته اند. پروب کار تبدیل سیگنال الکتریکی به امواج فرا صوتی و بالعکس را بعهده

دارد. در سال ۱۸۸۰ خاصیت پیزوالکتریسیته توسط جاکوز و پیرکوری کشف شد. خاصیت پیزو الکتریک بدان معنا ست که بلور پیزوالکتریک در اثر میدان الکتریکی در دو سوی آن قادر به ارتعاش می باشد که فرکانس این نوسان بالاتر از حد شنوایی انسان و در محدوده فراصوت می باشد. از طرفی این مواد قادر هستند که در اثر ایجاد فشار مکانیکی در دوسوی خود جریان الکتریسته تولید نمایند. چنین خصوصیتی در بلور کوارتز وجود دارد.

خاصیت پیزوالکتریک در کریستال کوارتز:

در داخل میدل یا ترانسدیوسر (تبدیل کننده امواج الکتریکی به مکانیکی و برعکس) از بلور کوارتز که بین دو صفحه فلزی از جنس نقره قرار دارد استفاده می شود. بلور کوارتز را بصورت یک منشور در نظر بگیرد که قاعده آن شش ضلعی منظم بوده و هر قاعده آن یک مربع است. جهت

رئوس آنها S و S' می باشد. بلور دارای دو محور نوری و الکتریکی می باشد. هرگاه پرتو نورانی را از S' بتابانیم از S خارج می شود و بالعکس ولی نقاط دیگر آن این خاصیت را ندارند. (با توجه به شکل زیر)



- شکل بلور کوارتز

برای تهیه بلور کوارتز که دارای خاصیت پیزوالکتریکی بالایی باشد ابتدا برشی عمود بر محور نوری با یک ضخامت خاص داده و از بلور جدا می کنیم. این برش بصورت یک منشور با قاعده شش ضلعی است که در شکل دیده می شود و قاعده آن دارای سه قطر می باشد: AA' - CC' - BB' که محورهای الکتریکی بلور نامیده می شوند.

حال اگر یک برش دیگر عمود بر یکی از این سه قطر بدهیم قطعه ای از بلور کوارتز بشکل مکعب مستطیل در می آید. بلور در جهت محورهای الکتریکی خاصیت الکتریکی دارد. قطعه مستطیلی شکل کوارتز دارای خاصیت پیزوالکتریکی می باشد. این خاصیت بواسطه داشتن شبکه کریستالی خاص در آن می باشد. کریستال کوارتز که از اتمهای اکسیژن و سیلیسیم تشکیل شده و بین اکسیژن و سیلیسیم پیوند قوی شیمیایی برقرار شده است. چون قدرت الکترون گیری اکسیژن بیشتر است باعث جمع شدن الکترون بیشتری به دور اکسیژن می گردد و در نتیجه اکسیژن حالت منفی و سیلیسیم حالت مثبت به خود می گیرد.

اثرات فیزیولوژیک اولتراسوند در درمان

هنگام عبور امواج فراصوت از بدن تغییرات فیزیکی و شیمیایی گوناگونی ایجاد می شود که می تواند باعث بروز اثرات فیزیولوژیک گردد. میزان این اثرات به بسامد و دامنه صوت بستگی دارد. در شدتهای بسیار پایین که در کار تشخیص از آنها استفاده می شود (توان میانگینی 0.01 W/cm^2 و توان حداکثر 20 W/cm^2) هیچ اثر زیانباری مشاهده نشده است. در سطحهای شدت پیوسته نزدیک به 1 W/cm^2 ، اولتراسوند می تواند مانند یک عامل گرم کننده عمقی عمل کند. در سطحهای شدت برابر 10^3 W/cm^2 به عنوان یک عامل تخریب بافت از آن استفاده می شود. اثرات فیزیکی اولیه حاصل از اولتراسوند عبارتند از: افزایش گرما و تغییرات فشار.

اثر اولیه ای که در درمان کاربرد دارد افزایش گرمای حاصل از جذب انرژی صوتی در بافت است. گرما درمانی اولتراسوند تکمیل کننده گرما درمانی الکترومغناطیسی است. اولتراسوند با استفاده از یک کریستال پیزوالکتریک که سطح تابشی برابر 10 cm^2 دارد به بدن وارد می شود. برای مقابله با مقاومت (تطابق مقاومت) می توان مقداری ژل یا پارافین میان پوست و ترانسدایوسر قرار داد. پیش از درمان برای ارزیابی شدت میانگین و کل توان خروجی باید پروب را در آب واسنجی و تنظیم کرد. یک برنامه درمانی می تواند در برگزیده روش بکار گیری شدتهایی در حدود چندین وات بر سانتی متر مربع به مدت ۳ تا ۱۰ دقیقه از یک دو بار در روز تا سه بار در هفته باشد. در بسیاری از موارد پروب به آرامی در جهت جلو و عقب حرکت داده می شود تا در بافت نقاط سوختگی ایجاد نشود. هنگام درمان یک مفصل می توان پروب را روی تمام سطح بیرونی آن حرکت داد. اولتراسوند انرژی خود را به ماهیچه ها و بافتهای عمیق تر بدن منتقل می کند و این در حالی است که دمای لایه های بافتی سطحی چندان افزایش نمی یابد. از پژوهشهای انجام شده چنین برمی آید که اولتراسوند موثرترین گرم کننده است که استفاده از آن

مفاصل است. گرما درمانی با اولتراسوند در درمان بیماریهای مفصلی از جمله سفتی مفصل موثر است. از گرما درمانی در درمان مفصلهای دارای رسوبهای کلسیم نیز استفاده شده است. نشانه هایی وجود دارد که ثابت می کند اولتراسوند در دفع رسوب موثر است. از این امواج در قسمت هایی از بدن از جمله چشم و گونه ها استفاده نمی شود زیرا افزایش دما در این نواحی می تواند خطر آفرین باشد. امواج اولتراسوند از امواج الکترومغناطیسی کاملاً متمایزند بر هم کنش آنها با بافت در اصل به حرکت میکروسکوپی ذره های بافتی است. با عبور یک موجی صوتی از بافت مناطق تراکم و انسیباط باعث ایجاد اختلاف فشار در نواحی مجاور بافت می شود که خود عامل ایجاد کشش در این نواحی است اگر کشش بیش از اندازه کشسانی بافت باشد با گسیختگی روبرو می شویم. پارگی پرده گوش یا یک منبع بسیار شدید صوتی نیز به همین علت است در درمان فیزیکی معمولاً شدت در حدود $1 \text{ تا } 10 \text{ W/cm}^2$ و بسامد تقریباً 1 MHz است. محاسبات نشان می دهد که با شدتی برابر 10 W/cm^2 دامنه جابجایی A در بافت حدود 10^{-6} cm^2 خواهد بود بیشترین فشار دامنه F_0 در حدود 5 atm است. بخاطر بیاورید که تغییر فشار از بیشترین به کمترین در فاصله ای برابر نصف طول موج رخ می دهد برای موجی با بسامد 1 MHz در بافت $\lambda/2 = 0.7 \text{ mm}$ است بنابراین برای یک فاصله کوتاه تغییر فشار بسیار زیادی وجود دارد. پرتوی از اولتراسوند با شدت 35 W/cm^2 می تواند تغییر فشاری در حدود 10 اتمسفر ایجاد کند در بسامدهای بسیار بالا انرژی با چنان سرعتی به مولکول ها منتقل می شود که انتقال آن به بافتهای مجاور از راه نوسانهای مولکولی امکان پذیر نیست انرژی دریافت شده توسط مولکول ها می تواند باعث شکستن پیوندهای شیمیایی شود. امواج اولتراسوند شدید میتوانند آب را به H_2O_2 تجزیه و مولکول های DNA را نیز پاره کنند.

فشار منفی موجود در بافت هنگام انسیباط می تواند باعث خروج گاز محلول و تشکیل حباب شود پدیده تشکیل حبابها که حفره سازی نام دارد می تواند سبب شکستن پیوندهای مولکولی میان گاز و بافت گردد از آنجا که ترکیدن حبابها با آزد شدن انرژی همراه است این پدیده نیز می تواند باعث شکستن پیوندها شود. رادیکالهای آزادی که هنگام شکستن پیوندها تولید می شوند واکنشهای اکسیداسیون را پدید می آورند. در توانهایی برابر 10^3 W/cm^2 با استفاده از یک پرتو التراسوند کانونی تخریب انتخابی بافت در عمق دلخواه امکان پذیر است. از آزمایشهای انجام شده بر مغز گربه ها چنین بر می آید که مکانیسم تخریب بافت بیوشیمیایی است و فقط مربوط به گرم شدن منطقه ای نیست.

شاید برخی چنین نتیجه بگیرند که یک موج اولتراسوندی قوی می تواند عامل ایده آلی برای تخریب بافت سرطانی باشد. برخی بررسی ها نشان داده است که در برخی از مناطق تومورهای درمان شده سلولهای سلولهای سرطانی تخریب می شوند ولی در عوض رشد برخی دیگر از سلولهای سرطانی در این تومورها سرعت می گیرد. روشن است که بکار گیری این روش به پژوهش بیشتری نیاز دارد. زمان کاربرد اولتراسوند در درمان بیماری پارکینسون موفقیت آمیز بود. با این وجود فرستادن صوت متمرکز به منطقه ویژه ای از مغز مشکل بود بعلت آسیبهای حاصل از هدف گیریهای نامناسب امروزه از اولتراسوند در درمان این بیماری استفاده نمی شود. درمان بیماری منیر که باعث سرگیجه و از دست رفتن شنوایی می شود با اولتراسوند شدید حدود 90% موفقیت آمیز بوده است اولتراسوند بافتهای مجاور گوش میانی را تخریب می کند.

مشخصات دستگاه فراصوت آزمایشگاه فیزیک پزشکی:

دستگاه فرا صوت بنام Sonopulse یک دستگاه درمانی است. دستگاه مورد استفاده مولد امواج فراصوتی در آزمایشگاه یک دستگاه درمانی است که با برق شهر ولتاژ 220 و فرکانس $60 \sim 50$ هرتز کار می کند اما فرکانس فراصوت تولید شده در این دستگاه 1 مگا هرتز می باشد. دستگاه توانایی تولید فراصوت یک پالسی و چند پالسی را در شدت های 1 تا 3 وات بر سانتی متر مربع را دارد.

آزمایش ۱: بررسی حرکات ذرات آب در امواج یک و ده پالسی فراصوت با شدت ۱ و ۲ وات بر سانتی متر مربع

تئوری آزمایش: امواج یک و ده پالسی چگونه می توانند در محیط مایع باعث حرکات جنبشی گردند.

روش آزمایش: توسط پیپت چند قطره آب بر روی رویه جلویی پروب طوری که سرریز نشود می ریزیم. با مشاهده دقیق، حرکات را در دو وضعیت موج یادداشت می کنیم.

سئوالات:

(۱) نوع حرکات امواج یک پالسی با افزایش شدت چگونه است؟

(۲) نوع حرکات امواج ده پالسی با افزایش شدت چگونه است؟

(۳) فرق بین حرکات در امواج یک و ده پالسی چیست؟

آزمایش ۲: بررسی خاصیت حرارتی امواج فرا صوت در دو ماده آب و گلیسرین

تئوری آزمایش: امواج فراصوتی موجب افزایش دما در مواد می شوند. **روش آزمایش:** در دو لوله آزمایش جداگانه و یکسان از لحاظ جنس و حجم و شرایط محیطی از دو مایع آب و گلیسرین به یک اندازه ریخته و آزمایش را با شدت ۲ و زمان ثابت ۵ دقیقه انجام می دهیم. نتایج را مطابق جدول پایینی برای امواج پیوسته و ناپیوسته یادداشت می کنیم.

تغییرات درجه حرارت (°C) بعد از دریافت امواج فراصوتی یک پالسی و ده پالسی بمدت ۵ دقیقه

| شدت امواج فراصوتی | | مواد مورد آزمایش گلیسرین |
|---------------------|--------------|-----------------------------|
| 3 w/cm ² | | |
| موج ده پالسی | موج یک پالسی | آب |
| | | |

سئوالات:

(۱) آیا تفاوت گرمایی در شدت ۲ برای آب محسوس است؟

(۲) آیا تفاوت بین امواج یک و ده پالسی در تغییرات حرارتی ماده وجود دارد؟

۲- تفاوت گرمایی بین آب و گلسیرین را چگونه مقایسه می کنید؟

آزمایش ۳: بررسی خاصیت کاونتاسیون یا حباب سازی در آب

تئوری آزمایش: امواج فراصوت توانایی افزایش قطر حبابهای گازی محلول در آب را دارند طوری که بتوان با چشم معمولی آنها را مشاهده نمود.

روش آزمایش:

در یک لوله آزمایش تا مقدار معینی آب می ریزیم و تشکیل حبابها را از پایین لوله بطرف سطح آب مشاهده می کنیم. در شدت ۳ و پالسی یک و ده تغییرات مربوط به اندازه و تعداد و سرعت حباب ها را مشاهده و نتایج را یادداشت کنید.

سئوالات:

۱- تغییرات در امواج یک و ده پالسی را چگونه ارزیابی می کنید؟

۲- آیا وجود خاصیت کاونتاسیون خطر ساز بودن استفاده از امواج فراصوت را موجب می گردد؟

آزمایش ۴: بررسی خاصیت شیمیایی امواج فراصوت

تئوری آزمایش:

اثر کاتالیزری یا خاصیت افزایش جنبشی مولکولی توسط فراصوت می تواند باعث انجام ویا تسریع واکنشهای شیمیایی گردد.

روش آزمایش: مقداری آب در یک لوله آزمایش ریخته (تا ارتفاع دو سانتی متر) ویک قاشق آزمایشگاه یدید پتاسیم به آن اضافه می کنیم و آن را هم میزنیم تا یدید پتاسیم کاملاً در آب حل شود سپس توسط پیپت چند قطره تتراکلرید کربن به آن اضافه می کنیم که بصورت یک فاز جداگانه در ته لوله دیده می شود. تغییرات مشاهده شده را قبل از فراصوت و بعد از آن یادداشت نموده و فرمول مربوط به انحلال دو ماده را بنویسید. فراصوت را با شدت ۳ و پالس یک به لوله اعمال می کنیم تا زمانیکه تغییرات شیمیایی آغاز مشخص شوند.

سئوالات:

۱- تاثیر فراصوت بر روی تتراکلریدکربن را چگونه مشاهده می شود؟

۲- حل شدن دو ماده تتراکلریدکربن و یدید پتاسیم را از نظر تغییرات ظاهری چگونه است؟

۳- کاربرد این خاصیت فراصوت را ذکر کنید.

آزمایش ۵: تجربه آستانه حسی فراصوت درمانی با دو روش حرکتی

تئوری آزمایش:

امواج فراصوتي با توجه به اثر گرمایي باعث سرعت بخشي در مرحله التیام دردها، ترمیم زخمها و افزایش کشسانی کولاجن ها می گردند. افزایش سنتز پروتئین در بکارگیری فراصوت، سرعت مرحله بازسازی بافت را افزایش می دهد.

روش آزمایش:

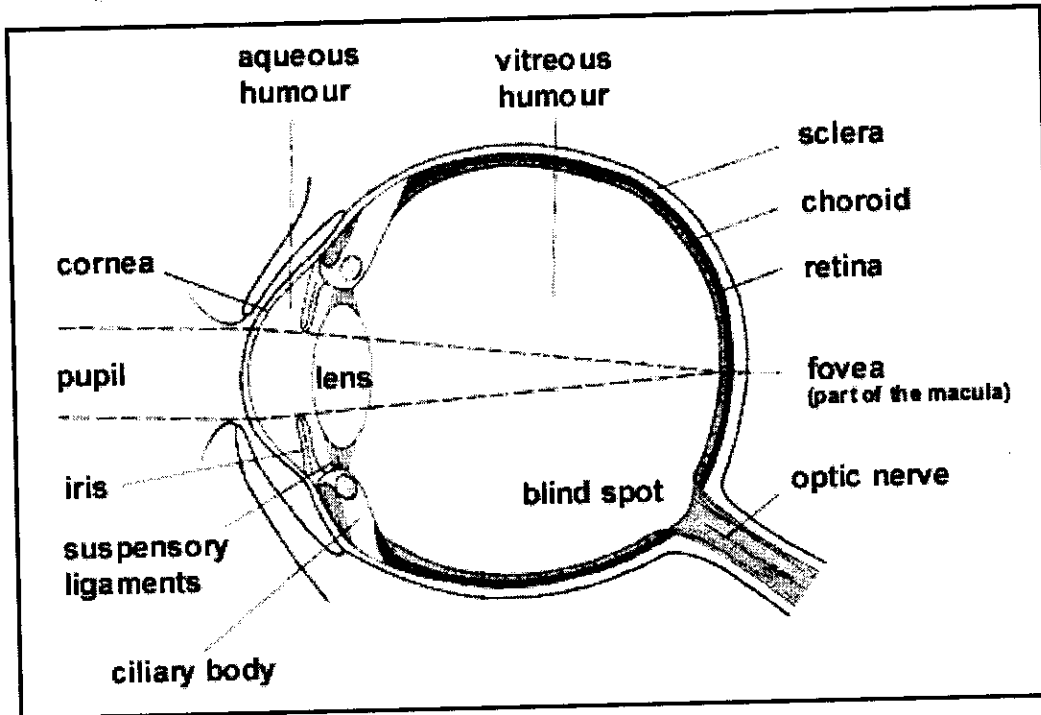
ابتدا قسمت معینی از ساعد را زل اندود می نمایم. سپس پروب سونوگرافی را با شدت ۳ و یک پالسی بصورت رفت و برگشتی حرکت داده و با توجه به حس نمودن فراصوت یا عدم آن توسط فرد، زمان را افزایش داده و وزمان آستانه حسی برای گرمای ناشی از فراصوت را یادداشت کنید. همین آزمایش را دوباره برای حرکت دورانی تکرار نموده و نتایج را با هم مقایسه کنید.

سئوالات:

- ۱) گرمای توليدي توسط فراصوت را در دو نوع حرکت چگونه ارزیابی می کنید؟
- ۲) کاربرد زل سونوگرافی چیست؟
- ۳) مکانیسم اثر سرعت بخشي در مرحله بازسازی بافت و ترمیم را توضیح دهید؟

عنوان آزمایش: تشخیص و اصلاح عیوب انکساری چشم

نهیة و تنظیم: دکتر راستا- دکتر احمد کشتکار



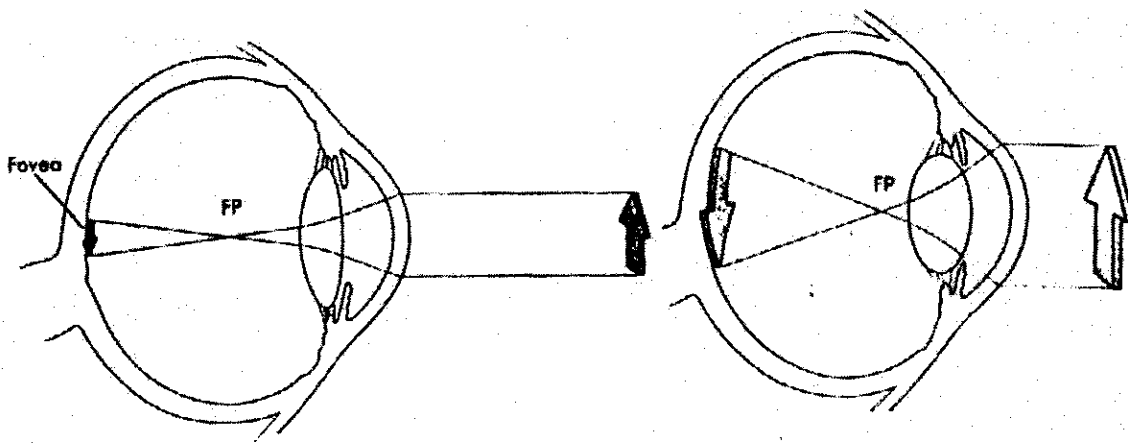
هدف آزمایش: در این آزمایش، ناهنجاریهای کروی و غیر کروی چشم تشخیص داده می شود و سپس اصلاح آنها توسط عدسی های مناسبی صورت می گیرد. در نهایت نیز عدسیهای کروی و استوانه ای را مورد مطالعه قرار می دهیم.

۲ تئوری آزمایش:

چشم انسان تقریباً کروی شکل بوده و نور بعد از عبور از قرنیه و مایع زلالیه به عدسی چشم رسیده و توسط این عدسی و مایع زجاجیه چشم، پرتوهای نورانی طوری خمیده می شوند که در نهایت بر روی پرده شبکیه چشم تصویر واضحی از اجسام تشکیل می گردد. این عمل چشم را که باعث می شود پرتوهای نورانی پس از شکست در محیطهای شفاف داخل کره چشم بر روی شبکیه و در یک نقطه متمرکز گردند، عمل تطابق گویند. لذا اگر چشم بدون عمل تطابق بتواند تصاویر اشیاء واقع در فاصله دور (بیش از ۵ متر) را واضح ببیند آن چشم را سالم گویند وگرنه دوربین یا نزدیک بین خواهد بود:

چشم سالم:

هر چشمی که بدون تطابق بتواند اجسام واقع در دور را به وضوح ببیند یعنی تصویر جسم بر روی شبکیه بیافتد چشم سالم نامیده می شود مطابق شکل زیر



ب

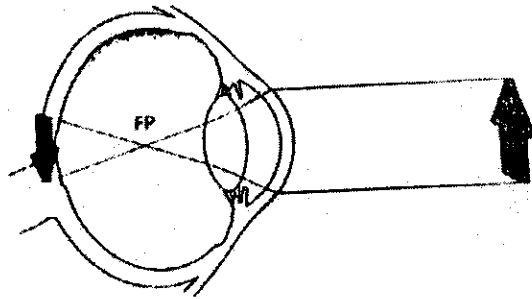
الف

شکل (۱-۲۲): چشم سالم: در قسمت الف، جسم در نزدیکی چشم و در قسمت ب،

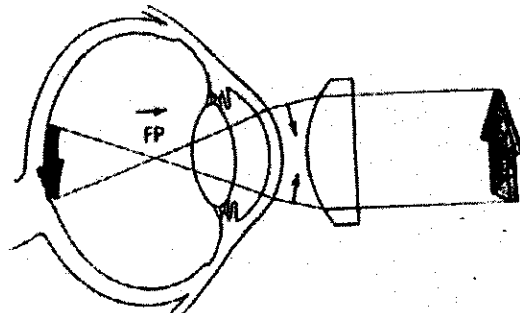
جسم دورتر از چشم قرار دارد. به اندازه تصویر توجه کنید.

چشم دوربین:

در چشم دوربین تصویر اشیای نزدیک در پشت شبکیه چشم تشکیل می شود (شکل زیر) و تصویر اشیای نزدیک واضح دیده نمی شود در حالی که در مشاهده اشیای دور مشکلی وجود ندارد.

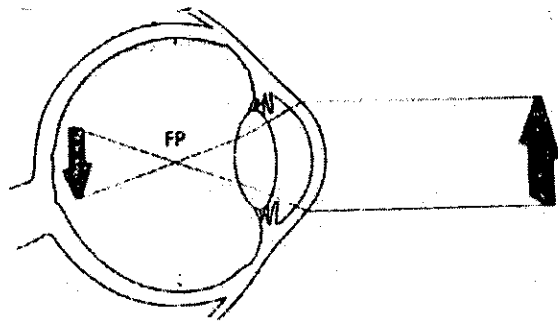


جهت اصلاح چشم دوربین يك عدسي همگرای مناسبی در مقابل این چشم قرار می دهیم تا پرتوهای نورانی پس از شکست در قسمت‌های مختلف چشم بر روی شبکیه همدیگر را قطع کنند و تصویر را تشکیل دهند (مطابق شکل زیر):

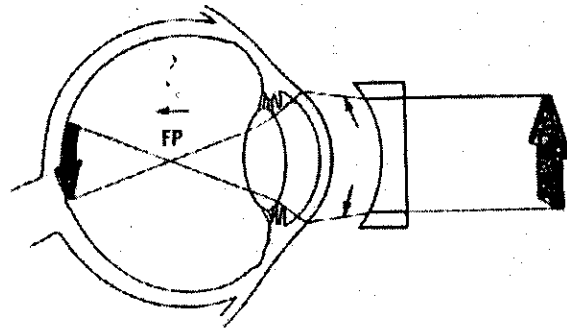


چشم نزدیک بین:

در این چشم تصویر اشیای دور در جلوی شبکیه تشکیل خواهد شد (شکل زیر) و اشیای دور ناواضح دیده می شود. اما شخص اشیاء نزدیک را براحتی می بیند.



برای اصلاح نزدیک بینی از عدسی واگرا مطابق شکل زیر استفاده می شود:

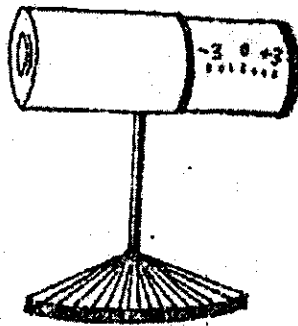


در این آزمایش جهت تشخیص و اصلاح ناهنجاری های کروی و غیر کروی چشم به قرار زیر عمل می شود:

الف) روش اسکایسکوپی (سایه بینی)
ب) روش استفاده از عینک، جعبه عینک و صفحه Snellen

الف) روش اسکایسکوپی (سایه بینی)

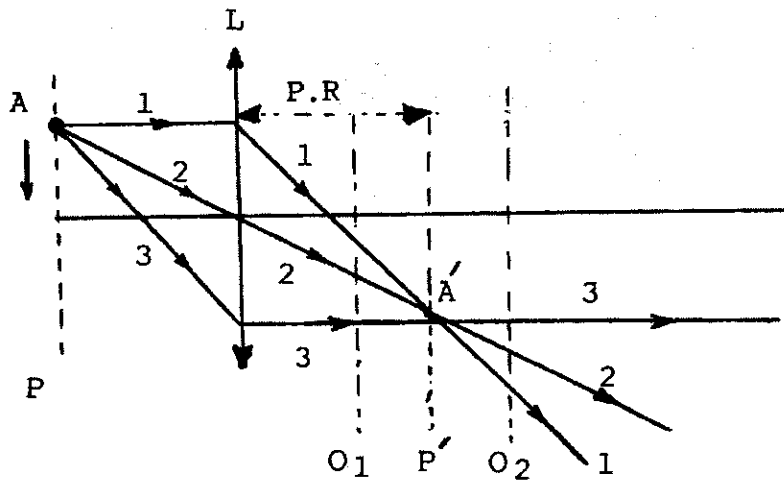
در این روش، بیمار در مقابل چشم پزشک می نشیند و فاصله دور را بدون تطابق چشم (در حالت استراحت چشم) نگاه می کند. چشم پزشک با استفاده از وسیله ای که افتالموسکوپ نامیده می شود چشم او را مورد مطالعه قرار می دهد و با استفاده از چراغ قوه، نوری را بدخل چشم بیمار می اندازد و با حرکت دادن افتالموسکوپ، جهت حرکت لکه نورانی در شبکیه چشم بیمار را تعقیب کرده و با در نظر گرفتن جهت و سرعت حرکت این لکه، نوع ناهنجاری (کروی یا آستیگمات) و سپس نوع ناهنجاری کروی (نزدیک بین یا دور بین) چشم او را تشخیص داده و با گذاشتن عدسیهای مناسب (همگرا و یا واگرا) با قدرت مناسب این عدسیها، چشم بیمار را اصلاح می نماید. لذا در این آزمایش (روش اسکایسکوپی)، از وسایلی استفاده می شود از جمله: منبع نور یا لامپ معمولی که دارای یک دیافراگم قابل تنظیم نور می باشد. یک آینه دوار سوخت دار که جهت انعکاس نور و متمرکز کردن آن در داخل چشم بیمار (در اینجا فانئوم چشم) بکار می رود.



شکل ۷- نمایی از فانتوم چشم

(فانتوم چشم وسیله ای است که همانند چشم واقعی عمل می کند یعنی در قسمت جلوی این وسیله، سوراخی قرار دارد که نور از آن وارد شده و پس از عبور از قسمت‌های مختلف آن، شبکه فانتوم چشم را به رنگ نارنجی درمی آورد لذا هنگام دیدن ته چشم (فانتوم)، یک کره نارنجی رنگی در شبکه چشم خواهیم دید. (در شبکه چشم، رگهای خونی باعث می شوند که مقداری خون که نارنجی رنگ است دیده شوند ضمناً بر روی فانتوم چشم درجاتی وجود دارد که آنرا ناهنجار می نماید) $(-3, 0, +3)$.

در این روش سعی می شود که چشم مورد مطالعه در فاصله یک متری چشم پزشک باشد. با بیان مطالبی از اپتیک کلاسیک، درک این آزمایش خیلی ساده خواهد بود: فرض می کنیم که یک لکه نورانی در مقابل یک عدسی همگرا، تصویری بوجود آورد (O/A') :



حال اگر فرض کنیم که OA در شبکه چشم بیمار (در اینجا فانتوم چشم) واقع شده باشد و عدسی نیز کل چشم بیمار باشد. در این صورت در نقطه ای از فضای مقابل چشم بیمار، تصویر O/A' بوجود خواهد آمد. لذا با مطالعه محل این تصویر میتوان ناهنجاری چشم را تشخیص و اصلاح کرد. برای این کار، نخست یک تعریف را مطرح می کنیم:

تعریف نقطه دید دور چشم: نقطه دید دور چشم، دورترین نقطه از چشم است که آنرا بدون تطابق و در حالت استراحت چشم، واضح می بینیم (این فاصله برای چشم سالم، بینهایت و در واقع بیشتر از ۵ متر می باشد) به همین خاطر بیمار را در فاصله ۵ متری از صفحه اسنلن قرار می دهند.

بنابراین در شکل بالا، محل تشکیل تصویر (O/A') همان نقطه دید دور چشم بیمار (یا فانتوم چشم) می باشد. زیرا اگر طبق اصل بازگشت نور، جسم را در O/A' در نظر بگیریم، تصویر آن در شبکیه یا محل OA واقع خواهد شد. به روایت دیگر، هرگاه تصویر جسمی که در شبکیه چشم افتاده و واضح دیده می شود آن جسم در بینهایت یعنی در نقطه دید دور چشم واقع می شود. بنابراین نتیجه می گیریم که محل تشکیل تصویر در مقابل چشم بیمار (یا فانتوم چشم)، همان نقطه دید دور بیمار می باشد. حال اگر در فاصله یک متری چشم بیمار (فانتوم چشم) قرار بگیریم و از آینه دوار سوراخدار بطرف چشم بیمار نگاه کنیم و این عمل را در تاریکی انجام دهیم که ته چشم بهتر دیده شود با بالا و پایین بردن دست خودمان، حرکتی در لکه نورانی در ته چشم بیمار خواهیم دید که جهت و سرعت حرکت این لکه بیانگر، اولاً نوع ناهنجاری (کروی یا آستیگماتیسمی) چشم و ثانیاً میزان ناهنجاری می باشد که برای تشخیص و اصلاح آن به قرار زیر عمل خواهیم کرد:

۱- اگر لکه در ته چشم (فانتوم) موافق دست حرکت کند یعنی اگر دست ما بالا می رود لکه نیز بالا برود و بالعکس. در این صورت مثل این است که ما در حالت O_1 قرار گرفته ایم که اول بالای عدسی، سپس وسط و نهایتاً پایین عدسی را خواهیم دید. بنابراین در این صورت با در نظر گرفتن فاصله ما تا چشم بیمار یا فانتوم که ۱ متر می باشد نقطه دید دور بیمار (Punctum Remotum = P.R) بیشتر از ۱ متر خواهد بود ($P.R > 1m$) که در این صورت سه حالت ممکن است اتفاق بیفتد، چشم سالم است، نزدیک بین و یا دوربین است که نخست عدسی واگرا از قدرت پایین تر ($0/5 -$ دیوپتر) شروع کرده و بتدریج قدرت آن را افزایش می دهیم و آنرا در مقابل فانتوم چشم قرار می دهیم و هر بار با حرکت دادن لکه نورانی در ته چشم بیمار، حرکت مربوطه را تعقیب نموده تا اینکه حرکت لکه نورانی بحالت حرکت آنی تبدیل گردد در این صورت، هر عدسی که در مقابل چشم فانتوم گذاشته باشیم، بعلاوه ۱- نمره عینک چشم مربوطه خواهد بود.

هرگاه به حرکت آنی نرسیم، به جای عدسی واگرا از عدسی همگرا استفاده خواهد شد و در این صورت نیز به ترتیب قدرت عدسی را افزایش می دهیم تا رفته رفته به حرکت آنی برسیم، در این حالت باز هم نمره عینک این چشم، قدرت عدسی مربوطه بعلاوه ۱- خواهد بود. (علت افزودن ۱- این است که ما فاصله خود تا مریض را ۱ متر انتخاب کرده ایم و عملاً چشم را ۱ دیوپتر نزدیک بین کرده ایم)

۲- لکه در چشم بیمار یا فانتوم، مخالف دست حرکت می کند که در این صورت، مثل این است که ما در حالت O_2 قرار گرفته ایم یعنی نخست پائین عدسی، سپس وسط و نهایتاً بالای عدسی را می بینیم لذا در این صورت نیز با در نظر گرفتن فاصله ما تا بیمار (1m)، نقطه دید دور بیمار بین ما و بیمار قرار خواهد گرفت که در این صورت $P.R < 1m$ بوده که در واقع نقطه دید دور بیمار کمتر از ۱ متر است یعنی بیمار حتماً نزدیک بین بیشتر از ۱ دیوپتر می باشد که جهت تشخیص و اصلاح این چشم، از عدسیهای واگرای بیشتر از ۱ دیوپتر استفاده خواهد شد که با افزایش قدرت آن، رفته رفته حرکت لکه نورانی بطرف حرکت آنی خواهد بود، نمره عینک چشم برابر با شماره عدسی مربوطه بعلاوه (۱-) خواهد بود.

۳- لکه نورانی در شبکیه چشم بیمار یا فانتوم بصورت آنی دیده می شود (سریعاً لکه محو و ظاهر می شود O_3) که در این صورت با در نظر گرفتن اینکه (۱-) دیوپتر را باید مجدداً به نمره عدسی مربوطه (۰) اضافه نماییم، در واقع نمره عینک بیمار ۱- دیوپتر خواهد بود. در این صورت چون فاصله ما تا بیمار ۱ متر ثابت نگه داشته شده است و حرکت آنی را می بینیم لذا نقطه دید دور بیمار ۱ متر بوده و بنابراین بیمار نزدیک بین است با نمره عینک (۱-) دیوپتر.

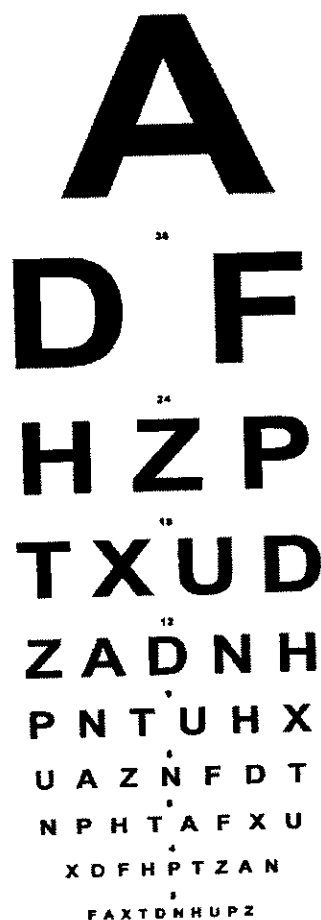
سوال:

۱= در مورد چشم سالم وضع چگونه خواهد بود؟ توضیح دهید.
 ۲- دوربینی و نزدیک بینی را تعریف کنید.

جهت انجام آزمایش در روش اسکياسکوپي، نخست نوع حرکت (مخالف، موافق یا آنی) را در حالتهاي مختلف فانتوم از ۳- تا ۳+ مورد مطالعه قرار داده و آنها را در گزارش کار خود یادداشت کنید. سپس فانتوم چشم را در حالت ۲- با عدسی های مناسب اصلاح نمائید.

ب) روش استفاده از عینک، جعبه عینک و صفحه اسنلن

در این روش تشخیص و اصلاح ناهنجاری کروی و آستیگماتیسمی چشم، ابتدا بیمار در فاصله ۵ متری مقابل صفحه اسنلن قرار می‌گیرد (به شکل زیر مراجعه شود) و در حالیکه صفحه اسنلن روشن است به تمامی حروف و علائم آن نگاه می‌کند در این روش نیز بیمار سعی می‌کند که در حالت بدون تطابق چشم (نگاه کردن در حالت استراحت چشم) قرار داشته باشد ضمناً جلو چشم بیمار، قاب عینک (Frame) گذاشته می‌شود بطوریکه جلوی یکی از چشمها توسط صفحه مات (opaque) پوشانده شده و چشم دیگر مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در این روش (جهت تعیین ناهنجاری کروی چشم) دو حالت کلی می‌تواند اتفاق بیفتد: ۱- بیمار همه صفحه را واضح می‌بیند. ۲- بیمار صفحه را واضح نمی‌بیند (تار می‌بیند)، یعنی معمولاً قسمتهای پائین صفحه اسنلن را واضح نمی‌بیند. بنابراین در هر دو حالت بطور جداگانه باید ناهنجاری را تشخیص و اصلاح نمود.

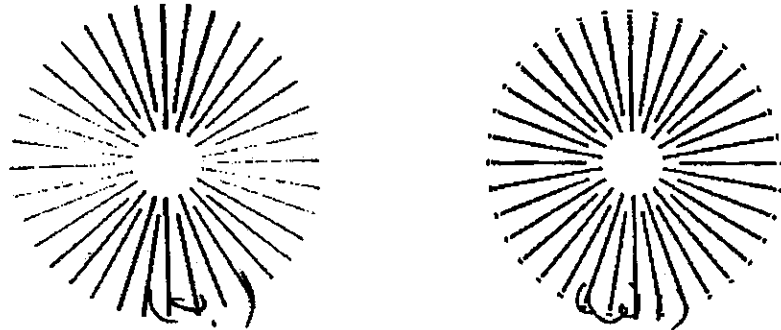


Snellen chart

حالت ۱: چون بیمار همه صفحه اسنلن را واضح می‌بیند بنابراین چشم او سالم است و یا دوربین. لذا برای متمایز کردن این دو وضعیت، یک عدسی همگرای ± 1 دیوپتر را مقابل چشم او قرار می‌دهیم اگر دید او بهتر شود پس چشم او دوربین بوده است و لذا نمره عینک را بتدریج زیاد می‌کنیم تا بهترین دید او حاصل گردد که این نمره عینک او خواهد بود اما اگر دید او بدتر شود، در این صورت چشم او سالم است (که عمداً او را نزدیک بین کرده ایم).

حالت ۲: بیمار قسمتی از صفحه (معمولاً قسمت پائین که ریزتر هستند) و یا همه صفحه را واضح نمی‌بیند و آنرا تار می‌بیند در این حالت با احتمال زیاد چشم او نزدیک بین است.

اصلاح ناهنجاري چشم او، نخست عدسي واگرا از $0/5$ - ديوپتر به بالا در مقابل چشم او استفاده مي گردد و بتدريج قدرت عدسي را افزايش مي دهيم تا بهترين ديد او حاصل گردد. در صورتيكه ناهنجاري چشم بيمار با عدسي هاي واگرا اصلاح نشد، به سراغ عدسيهاي همگرا از $+0/5$ ديوپتر به بالا مي رويم كه در اين صورت چشم او دوربين بوده و اصلاح خواهد شد. در هر حال، وقتي كه ناهنجاري كروي چشم بيمار با استفاده از عدسيهاي كروي همگرا و يا واگرا تشخيص و اصلاح شد، به سراغ ناهنجاري غير كروي يا آستيگماتيسمي چشم او مي رويم. براي تشخيص و اصلاح آستيگماتيسم، بيمار در حالي مقابل صفحه ساعت (كه از خطوط يکنواخت با زواياي يكسان تشكيل شده است) قرار مي گيرد كه چشم او از نظر ناهنجاري كروي (نزديك بيني و يا دوربيني) اصلاح شده باشد. (در اين حالت هم فاصله بيمار تا صفحه، در حدود ۵ متر است).



شكل (۱-۲۷): صفحه ساعت جهت تشخيص چشمهای آستيگمات

الف) در چشم سالم، خطوط متقاطع ساعت همگی مشابه هم و واضح دیده می شوند.
ب) در چشم آستيگمات، برخی از خطوط واضح دیده می شوند و ضخيم هستند يعنی تصاویر آنها در روی شبکيه متمرکز شده اند درحاليکه بقيه خطوط دارای تصاویری در جلو يا پشت شبکيه می باشند.

دو حالت اتفاق خواهد افتاد:

- ۱- بيمار همه خطوط را يكسان مي بيند يعني همه خطوط يک رنگ مي باشند پس چشم او آستيگمات نيست.
- ۲- برخي از خطوط را واضح (پر رنگ) و بعضي از آنها را تار يا كمرنگ خواهد ديد كه در اين صورت چشم او آستيگمات مي باشد. (معمولا واضحترين خط بر تارترين آنها عمود مي شود) در اين صورت، عدسيهاي استوانه اي همگرا و واگرا را بترتيب از قدرت كم به بالا طوري در مقابل چشم او قرار مي دهيم كه محور اين عدسي عمود بر خطي باشد كه بيمار واضح مي بيند (محور عدسي استوانه اي برروي آن ديده مي شود) در اين صورت بيمار همه خطوط را واضح خواهد ديد و بدین ترتيب آستيگمات چشم او نيز اصلاح خواهد شد. در نهايت، جلوي چشمهاي بيمار و در مقابل قاب عينك، عدسيهاي اصلاح شده كروي و غير كروي را گذاشته و بيمار همه صفحه اسنلن را واضح خواهد ديد.

سوال: کداميك از روشهاي تشخيص و اصلاح ناهنجاريهاي چشم (اسكياسكوبي يا قاب عينك و جعبه عينك) دقيق تر است؟ چرا؟ توضيح دهيد.
با استفاده از مطالب فوق (روش استفاده از عينك، جعبه عينك و صفحه اسنلن و صفحه ساعت)، ناهنجاريهاي كروي و غير كروي چشم خودتان را اصلاح كنيد و نتايج آنها را در گزارش كار خود يادداشت نماييد).

* تمایز عدسيهاي مختلف كروي و غير كروي از همدیگر

۱) در اين قسمت از آزمایش، نخست يك عدسي كروي (همگرا و يا واگرا) را انتخاب کرده و با يك عدسي غير كروي (آستيگمات) كه عدسي استوانه اي نيز نامیده مي شود مقایسه می کنیم.

اگر عدسی کروی را در لابلای انگشتان خود قرار دهیم و بچرخانیم و از داخل آن به اجسام نگاه کنیم، اجسام نخواهد چرخید اما اگر بجای آن از عدسی استوانه ای استفاده کنیم، تصویر اجسام حول محور عدسی خواهند چرخید. لذا برای جدا ساختن عدسی های کروی و غیر کروی از این روش استفاده می گردد. (این عمل را برای چندین عدسی کروی و استوانه ای تکرار کرده و نتیجه را یادداشت نمایید).

۲) حال، یک عدسی همگرا و یک عدسی واگرای کروی انتخاب می کنیم تا عدسیهای همگرا و واگرا را از همدیگر متمایز نماییم.

چند حالت پیش می آید:

الف) عدسی را بصورت افقی روی نوشته ای حرکت می دهیم اگر تصویر آن با جهت حرکت عدسی هم جهت باشد در این صورت عدسی واگرا و اگر خلاف جهت همدیگر باشند عدسی همگرا است (و اگر حرکت نکند، شیشه است). ضمناً سرعت حرکت تصویر بیانگر قدرت عدسی خواهد بود.

ب) هرگاه عدسی مربوطه را بطور عمودی روی نوشته قرار دهیم یعنی بتدریج فاصله آنرا از نوشته زیاد کنیم، تصویر در عدسی همگرا بتدریج بزرگتر و در عدسی واگرا بتدریج کوچکتر خواهد شد. (البته سرعت بزرگتر و کوچکتر شدن تصویر بستگی به قدرت عدسی دارد).

ج) وسط عدسی واگرا نازک و وسط عدسی همگرا کلفت می باشد. باز هم میزان نازک و کلفت بودن وسط عدسیها بستگی به قدرت آن عدسی دارد.

د) هرگاه شخصی که عینک زده است دوربین باشد، چشم او پشت عینک بزرگتر از اندازه واقعی چشم او دیده خواهد شد. اگر چشم این شخص نزدیک بین باشد در این صورت نیز، چشم او کوچکتر از مقدار واقعی دیده خواهد شد. لذا از این طریق نیز می توان نوع عدسی را شناخت البته میزان بزرگتر یا کوچکتر کردن اندازه واقعی چشم توسط عدسیهای کروی (همگرا و یا واگرا) متناسب با قدرت عدسی خواهد بود.

در حالتیهای مختلف از الف تا د، عدسیهای کروی و غیر کروی را مورد مطالعه قرار داده و نتایج حاصله را در گزارش کار خود یادداشت نمایید. لذا در پایان این قسمت از آزمایش، قادر خواهید بود تا اولاً تفاوت عدسی های کروی و غیر کروی را یاد گرفته و سپس تفاوت های عدسیهای همگرا و واگرای کروی را بیاموزید.

سوال: اگر یک عدسی مجهول کروی داشته باشیم (عدسی همگرا)، چگونه می توان قدرت آنرا تعیین کرد؟

عنوان آزمایش : مطالعه نحوه پیدایش پرتوهای الکترونی و ایکس و کاربردهای پرتو ایکس در پزشکی تهیه و تنظیم: دکتر اصغر مصباحی

تئوری آزمایش: پرتوهای ایکس و یا رونتگن نقش بسیار مهمی را در تشخیص و درمان بیماریها داشته اند. روشهای تصویر برداری متعددی بر پایه پرتو ایکس بوجود آمده اند که هر کدام در نوع خود از لحاظ تشخیصی، ویژه و ارزشمند می باشند. با کشف پرتو ایکس توسط رونتگن این تصویر برداری نیز در همان ابتدا بوجود آمد. پرتو نگاری با پرتو ایکس در حال حاضر نیز یکی از روشهای اساسی در تشخیص بسیاری از بیماریها می باشد. گرچه روشهای مبتنی بر رایانه نظیر برش نگاری رایانه ای یا CT Scan و رادیوگرافی دیجیتال، چگالی سنجی استخوان bone densitometry توسعه یافته اند اما آنچه که نقش اساسی در این روشها بازی می کند همان پرتو ایکس می باشد. همچنین استفاده از پرتوهای ایکس برای درمان سرطان یکی از روشهای مقابله اساسی با این بیماری است و هم اکنون بخش قابل توجهی از بیماران سرطانی توسط این روش درمان می شوند. برای درک عمیق نحوه تولید اشعه ایکس و روند تاریخی آن به یک سری از آزمایش هایی خواهیم پرداخت که در حقیقت پیش آهنگ کشف پرتو X بودند.

آزمایش ۱ : مطالعه پدیده تخلیه الکتریکی در هوا تئوری آزمایش:

پدیده تخلیه الکتریکی، پدیده ای منحصر به آزمایشگاه نیست و در طبیعت می توان آن را بصورت رعد و برق در روزهای بارانی مشاهده کرد. پدیده تخلیه الکتریکی در گازها یا هوا بدین جهت مورد بررسی قرار می گیرد که بدنبال آن آزمایشهایی صورت گرفت که منجر به کشف الکترون و در نهایت پرتو ایکس گردید.

در شرایط عادی فشار و دما، گازها از نظر الکتریکی تقریباً عایق هستند و تمام مولکولها و یا اتمهای آنها در پایین ترین حالت انرژی و یا در تراز انرژی پایه هستند و هیچ الکترون آزادی در آنها وجود ندارد. اما در طی تخلیه الکتریکی به سبب برخورد الکترونها با اتمهای خنثی اتمها یا یونیزه شده و یا برانگیخته می شوند و وجود یونها در مخلوط گازی باعث ایجاد رسانایی در گازها می گردد. اتمهای یونیزه بعد از مدت کوتاهی با جذب یک الکترون به حالت اولیه برمی گردند و در ضمن جذب الکترون توسط اتم یونیزه یک فوتون نوری آزاد می شود. نور ساطع شده از هر اتم ممکن است دارای بیناب خاصی است که به انرژی لایه های الکترونی بستگی دارد و از این نور در بیناب سنجی استفاده می شود. در این روش می توان با استفاده از نور خروجی به نوع اتمهای تشکیل دهنده گازها و مواد در حالت گازی پی برد. در تخلیه الکتریکی الکترونهاي خروجی از کاتد باعث یونیزاسیون و ایجاد الکترونهاي آزاد می شود و حرکت این الکترونها بطرف قطب مثبت باعث ایجاد یونیزاسیون بیشتر می گردد، الکترونهاي آزاد توسط قطب مثبت جذب شده و بدین طریق جریان از داخل گاز عبور می کند اما باید گفت که در حین عبور الکترونها و ایجاد یونیزاسیون قسمتی از الکترونها جذب یونهای مثبت شده و بدین وسیله یونهای مثبت به اتمهای خنثی تبدیل می شود و طی آن نور آزاد می شود. در یک پدیده تخلیه الکتریکی شدت یونیزاسیون و در نهایت شدت جریان عبوری از گاز تحت تاثیر ولتاژ و فشار گاز که نشانگر تعداد اتمهای موجود در گاز است قرار می گیرد.

الف- بررسی تاثیر فاصله الکترونها و ولتاژ بر تخلیه الکتریکی در هوای آزاد
وسایل و مواد:

۱- منبع جریان الکتریکی

۲- بوبین رومکروف (ترانسفورماتور افزایشده)

۳- سیم های رابط

۴- گیره های کروکودیل

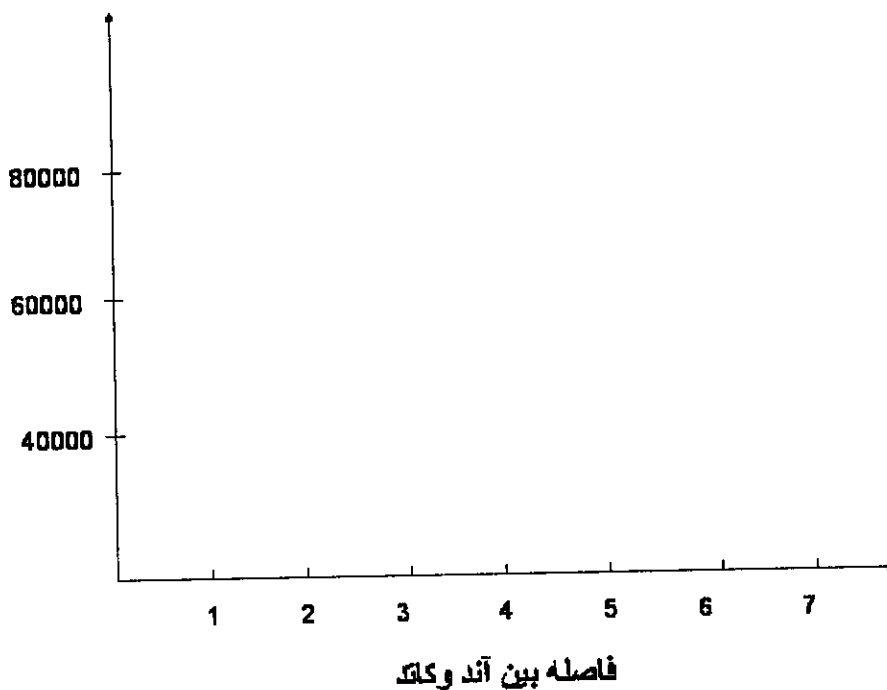
۵- ترانسفورماتور کاهشده

روش آزمایش:

در این آزمایش تخلیه الکتریکی بین دو الکتروند در هوای آزاد بررسی می گردد. (شکل ۱)
ولتاژهای ۴۰۰۰۰، ۶۰۰۰۰ و ۸۰۰۰۰ توسط بوبین رومکروف از برق خروجی از ترانسفورماتور کاهشده ایجاد می شود. سپس برای هر ولتاژ فاصله ای که در آن تخلیه الکتریکی شروع شده و

فاصله ای که در آن مسیر یونیزاسیون به یک خط تبدیل می شود، اندازه گیری می گردد. این کار برای هر سه ولتاژ صورت می گیرد. در نهایت با استفاده از مقادیر بدست آمده جدول زیر پر می شود. سپس با استفاده از مقادیر فوق نمودار زیر رسم می گردد. در این نمودار یک منحنی با استفاده از نقطه های مربوط برای فاصله آغاز و منحنی دیگر مربوط به شروع حالت خطی رسم می شود.

| فاصله شروع حالت خطی | فاصله شروع تخلیه | ولتاژ * |
|---------------------|------------------|---------|
| | | ۲۰۰۰۰ |
| | | ۶۰۰۰۰ |
| | | ۸۰۰۰۰ |



سئوالات:

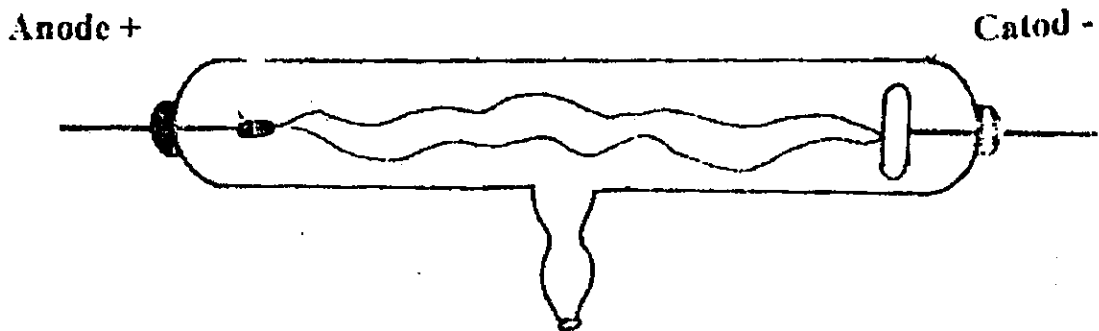
- ۱- منحنی ها چه وضعیتی دارند، آیا می توان آنها را بصورت یک خط راست در نظر گرفت؟
- ۲- شیب منحنی نشانگر چه کمیتی است، آیا مقدار کمیت ثابت است؟
- ۳- اگر شیب خط ثابت است، آیا می توانید دلیلی برای توجیه آن بیاورید.

ب- بررسی تغییرات کیفیت تخلیه الکتریکی با کاهش فشار وسایل مورد نیاز:

پمپ تخلیه هوا (Oil-fed air pump) لوله تخلیه الکتریکی (Discharge Tube) بوبین رومکرف (Induction) پنسه‌های کروکدیل (Crocodil Clip) شیر رابط شیشه‌ای (piece) (Intermediate) سیم‌های رابط لوله های تخلیه (Vacume Scale)

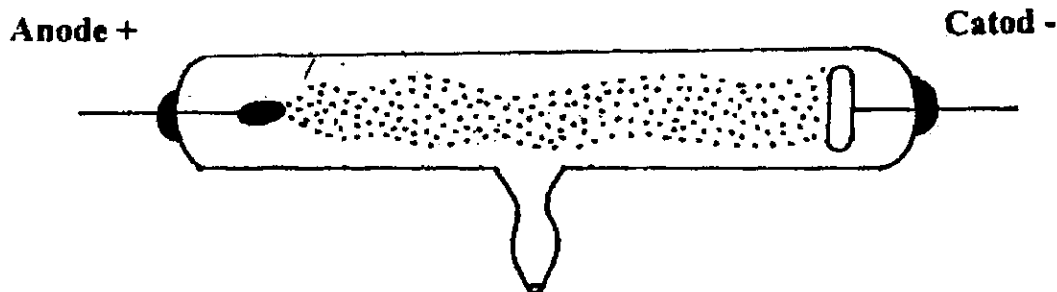
روش آزمایش:

لوله تخلیه را توسط سیم رابط و گیره به بوبین رومکرف وصل نمائید و دو سر بوبین را به ولتاژ ۵-۶ ولت وصل نمائید کلید پمپ را روشن نمائید و نیز بوبین را بکار اندازید:
 ۱- وقتی که فشار داخل حباب شیشه معادل فشار هوای خارج و جو است مقاومت هوا و فشار آن مانع عبور جریان الکتریسیته است.
 ۲- بتدریج که تخلیه صورت می گیرد و فشار هوای لوله کم می شود عبور جریان الکتریسیته سهل تر می شود جرقه هائی با فواصل زمانی کوتاه تولید می شود و بتدریج که تخلیه بیشتر شود جرقه های متوالی ایجاد خطی نورانی می نماید. (شکل ۲-الف)



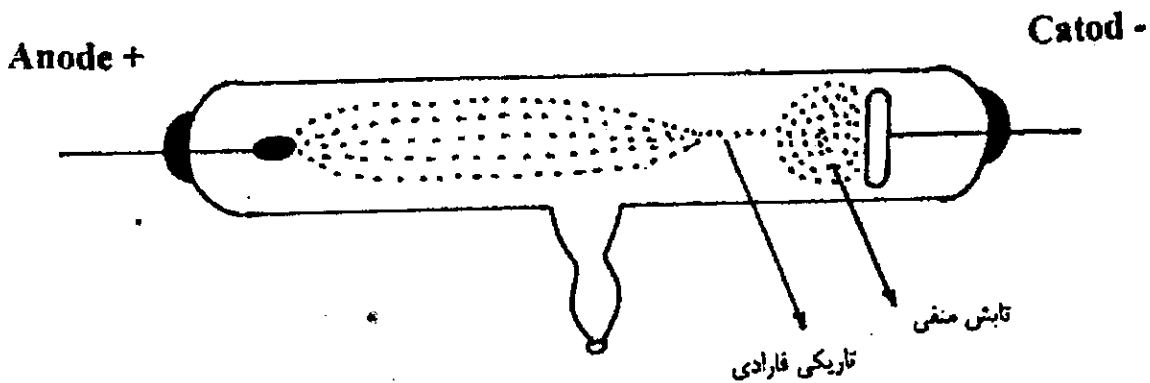
(شکل ۲ - الف)

۳- همینکه فشار به حدود چند ده میلیمتر جیوه رسید جرقه های بین دو الکترود بصورت رشته های آبی رنگ ظاهر می شود.
 ۴- وقتی که فشار به حدود ۵ یا ۶ میلیمتر جیوه برسد نور آبی رنگ بدل به نور سرخ رنگی می شود و تمام فضای لوله را می گیرد. (شکل ۲ - ب)



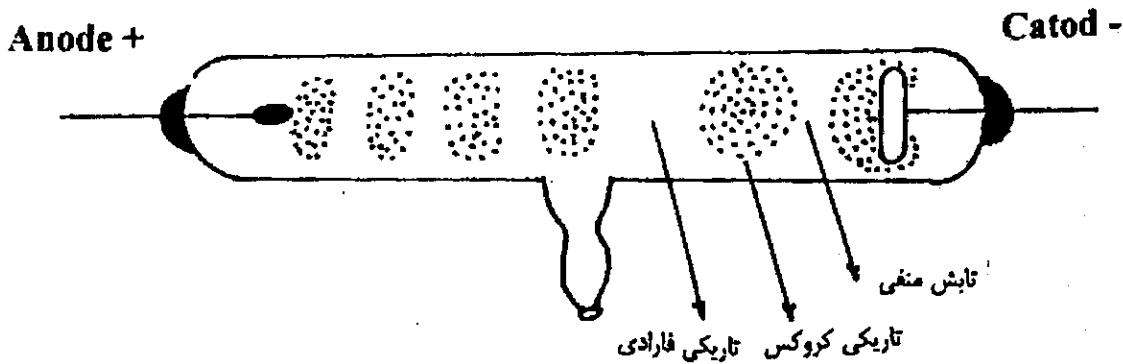
(شکل ۲ - ب)

و این نور اختصاصی گاز داخل حباب شیشه ای است که آنرا پر نموده است. در فشار پایین تر حدود ۲ میلیمتر جیوه ناحیه تاریکی موسوم به (فضای تاریک فارادیک) از ناحیه کاتد دیده خواهد شد که روشنایی دشوارتر را به دو بخش تقسیم می کند با بخش بلند تر به نام (ستون مثبت) و بخش کوتاهتر بنام (تابش منفی) است. (شکل ۲ - ج)



(شکل ۲ - ج)

اگر فشار باز هم کاهش یابد فضای تاریک فارادی افزایش یافته تابش منفی نیز از کاتد دور می شود و فضای تاریکی بین آنند و کاتد بوجود خواهد آمد. با ظهور ناحیه تاریک دوم که به فضای کروکس موسوم است، ستون مثبت به تعدادی لایه های مساوی و مجزا تقسیم می شود. (شکل ۲ - د) در این حال میدان الکتریکی در سرتاسر لوله یکنواخت نبوده بلکه دارای تغییرات زیادی است.



(شکل ۲ - د)

هرگاه عمل تخلیه ادامه یابد ناحیه خط دار مثبت و تابش منفی کم کم نصف شده و فضای تاریک کروکس گسترش می یابد تا اینکه بالاخره در فشار حدود 0.1 mm تمام لوله را پر می کند. در این حالت تمامی لوله شیشه ای با نور ضعیف سبز رنگی شروع به تشعشع خواهد کرد.

رنگ لوله نسبت به گازی که در آن وجود دارد فرق می کند مثلاً اگر لوله هوا باشد رنگ آن بنفش سرخ می شود و اگر انیدرید کربنیک باشد آبی سبز رنگ، جیوه آبی روشن، اکسیژن قرمز و نئون نارنجی رنگ می شود در این موقع و با این فشار به این لوله گیسلر (Geissler tube) می گویند. در ادامه آزمایش، سری شش تایی لوله ها بنام Vacuum scale را که محتوی گاز با فشار تقریبی ۴۰ و ۱۰ و ۶ و 0.3 و 0.15 و 0.03 میلیمتر جیوه می باشد مورد آزمایش قرار داده و با اعمال پتانسیل لازم به هر یک از لوله ها پدیده های مربوط را مورد بررسی قرار دهید و در گزارش کار خود با رسم شکل بنویسید.

روش آزمایش:

ولتاژ لازم توسط بوبین رومکرف ایجاد شده و بوسیله سیم های رابط به دو سر لوله گیسلر متصل می شود. پس از زدن کلید ترانس کاهنده، پمپ تخلیه روشن شده و کیفیت و چگونگی تخلیه الکتریکی در هوا بررسی می شود. نحوه تغییرات تخلیه الکتریکی با کاهش فشار را مرحله به مرحله ثبت کنید و مناطق نورانی موجود در لوله را بنویسید. در ادامه ولتاژ ۶۰۰۰۰ را به سری شش تایی لوله

های خلاء وصل کنید. فشار گاز آنها روی لوله ها نوشته شده است. پس از مشاهده تغییرات تخلیه با کاهش فشار برای هر کدام از لوله ها تغییرات اتفاق افتاده را با رسم شکل بنویسید.

سئوالات:

۱- چرا زمانی که پمپ تخلیه روشن نیست و ولتاژ اعمال شده است، تخلیه الکتریکی اتفاق نمی افتد؟

۲- کاهش فشار هوا همانند کاهش چه کمیت دیگری در آزمایش قبلی عمل می کند؟

۳- در سری شش تایی، سه لوله اول با سه لوله دوم چه تفاوتی دارند؟

آزمایش ۲: بررسی خصوصیات پرتو کاتدی

تئوری آزمایش:

پرتوهای کاتدی در حقیقت همان جریان الکترونها از کاتد می باشد که تحت تاثیر اختلاف پتانسیل بین کاتد و آند از سطح کاتد کنده شده و در جهت عمود بر سطح کاتد حرکت می کنند. در این قسمت ابتدا يك تفاوت عمده بین پدیده و تخلیه الکتریکی و اشعه کاتد مورد بررسی قرار می گیرد. این کار با استفاده از حباب شیشه ای که در یکی از آنها تخلیه الکتریکی و در دیگری اشعه کاتدی اتفاق می افتد انجام می گیرد و در آزمایش دوم با استفاده از تفنگ الکترونی یا لامپ اشعه کاتدی به خصوصیات پرتو کاتدی می پردازیم.

الف- تفاوت بین اشعه کاتدی و تخلیه الکتریکی

وسایل:

- ۱- ترانس کاهنده
- ۲- بوبین رومکروف
- ۳- سیم های رابط
- ۴- انبرکهای کروکودیل
- ۵- حبابهای شیشه ای

نحوه آزمایش:

بوسیله بوبین رومروف پتانسیل ۶۰۰۰۰ را ایجاد کرده و اختلاف پتانسیل را به حبابهای شیشه ای کروی که دارای يك کاتد و سه آند هستند وصل می کنیم. سیم کاتد یکبار وصل می شود در حالیکه سیم آند بطور نوبتی به سه آند مذکور متصل می گردد. این حالت برای هر دو حباب تکرار می شود.

سئوالات:

- ۱- کدام یکی از حبابهای تخلیه الکتریکی و کدام يك اشعه کاتدی است؟
- ۲- تفاوت مهم بین این دو در چیست؟

ب- تاثیر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر اشعه کاتدی

تئوری آزمایش:

اگر فرض کنیم که برای اولین بار با اشعه کاتدی برخورد کرده ایم و از ماهیت و جنس آن اطلاع نداریم، می توان با تحت تاثیر قرار دادن اشعه کاتدی با میدانهای الکتریکی و مغناطیسی به ماهیت آن پی برد. برای این آزمایش از لامپ اشعه کاتدی استفاده خواهد شد.

وسایل و مواد لازم:

- ۱- ترانس کاهنده
- ۲- بوبین رومکروف
- ۳- سیم های رابط
- ۴- انبرکهای کروکودیل
- ۵- حبابهای شیشه ای

نحوه آزمایش:

ابتدا ولتاژ ۶۰۰۰۰ را به آند و کاتد لامپ اشعه کاتد وصل می کنیم. با وصل کردن کلید برق، جریان الکترونی ایجاد شده و روی صفحه فلورسانس بصورت لکه سبز رنگ دیده می شود. با گذاشتن

دست خود روی صفحات موجود روی بدنه لامپ می توان آن را در معرض میدان الکتریکی بدن قرار داد. در مرحله بعد با استفاده از آهنربای نعلی شکل، میدان مغناطیسی را به اشعه کاتد نزدیک کرده و اثرات آن را مشاهده می کنیم.

سئوالات:

- ۱- اشعه کاتدی چه واکنشی به میدان الکتریکی نشان می دهد.
- ۲- اشعه کاتدی چه واکنشی به میدان مغناطیسی از خود نشان می دهد.
- ۳- با استفاده از قانون دست چپ، قطب شمال و جنوب آهن را بیابید
- ۴- شکل لامپ اشعه کاتدی را رسم کرده و قسمتهای مختلف آن را توضیح دهید.

آزمایش ۲: تولید اشعه X و کاربردهای تشخیصی آن - تئوری آزمایش:

لامپ اشعه ایکس اولیه ساختمانی شبیه لامپ پرتوکاتدی یا الکترونی دارد چون منشا تولید اشعه ایکس، برخورد الکترونها با مواد دارای عدد اتمی بالا می باشد. اگر الکترونهای سریع با اتمهای فلزاتی چون سرب و تنگستن و ... برخورد کنند، ۹۹/۹٪ از انرژی جنبشی آنها به گرما و درصد کمی به پرتو ایکس تبدیل می شود. نحوه تبدیل پرتو ایکس به دو روش ترمزی و اختصاصی صورت می گیرد. کاربردهای پرتو ایکس شامل رادیوگرافی و فلورسکوپی در آزمایشگاه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. تئوری این آزمایش را از منابع فیزیک پزشکی مطالعه فرمائید.

مواد و وسایل لازم:

- ۱- ترانس کاهنده
- ۲- سیم های رابط
- ۳- بوبین رومکروف
- ۴- انبرکهای کروکودیل
- ۵- جعبه فلورسکوپی

نحوه آزمایش:

ابتدا قسمتهای مختلف یک لامپ پرتو ایکس اولیه را مشاهده کرده و شکل آن را در گزارش کار خود رسم نمایید. عملکرد هر بخش را توضیح دهید. در قسمت بعدی به بررسی نحوه انجام فلورسکوپی می پردازیم. از جعبه فلورسکوپی استفاده کرده و نحوه تشکیل تصویر را مشاهده می کنیم. ابتدا سیم های رابط لامپ پرتو ایکس به بوبین رومکروف متصل شده و اختلاف پتانسیل ۸۰۰۰۰ ولت را ایجاد می کنیم. سپس تصویر اشیاء موجود داخل جعبه را روی صفحه سفیدی که در دیدگاه جعبه قرار دارد مشاهده می کنیم. اشیاء موجود در داخل جعبه از جنس سرب می باشند.

سئوالات:

- ۱- تفاوت بین رادیوگرافی و فلورسکوپی چیست؟
- ۲- گیرنده های تصویر در فلورسکوپی و رادیوگرافی چیست؟
- ۳- تصویر رادیوگرافی با فلورسکوپی چه تفاوتی دارند.
- ۴- ساختمان جعبه فلورسکوپی را رسم کرده و اجزاء آن را توضیح دهید.