

آزمایش 1:

تعیین عدد ژول

تئوری آزمایش :

برای انرژی گرمایی دو واحد سنجش استاندارد بیش از همه در مسائل فیزیکی کاربرد دارند: کالری و ژول.

همانطور که می دانیم یک ژول مقدار گرمای (کار) تولید شده توسط به بزرگی یک آمپر در عبور از مدارى به مقاومت یک اهم در مدت یک ثانیه می باشد و یک کالری مقدار گرمایی است که اگر به یک گرم آب داده شود دمای آن را از 14.5 درجه به 15.5 درجه می رساند.

البته ژول واحد متداول کار و انرژی است ولی کالری بیشتر در زمینه گرما و ترمودینامیک کاربرد دارد. آقای ژول با انجام آزمایش مقدار عددی معادل مکانیکی حرارت را حساب کرد. وی نتیجه آزمایش خود را چنین بیان کرد: نسبت کار مکانیکی و حرارت تولید شده مقداری است ثابت بعداً این نسبت یا این مقدار ثابت را معادل مکانیکی و یا ثابت ژول نامیدند. ثابت ژول مانند عدد π از ثابت است, واحد آن cal / J می باشد. در این آزمایش روشی ساده برای یافتن رابطه بین ژول (واحد انرژی الکتریکی) و کالری (واحد انرژی گرمایی) را مورد آزمایش قرار خواهیم داد.

در روش الکتریکی حرارت توسط عبور جریان الکتریسته از هیتر تولید می شود. در این کالری متر مقداری آب ریخته و به جریان الکتریسته وصل می کنیم, اگر جریانی که از سیم پیچ می گذرد I و اختلاف پتانسیل v باشد انرژی الکتریکی که در زمان t در المنت ایجاد می شود عبارت است از: $W = VIt$ این انرژی سبب بالا رفتن دمای آب می گردد پس مقدار گرمائی که دمای m گرم آب را از θ_1 به θ_2 درجه بالا می برد از رابطه $Q = mc (\theta_2 - \theta_1)$ حساب می شود پس با در نظر گرفتن ارزش آبی کالری متر برای عدد ژول می توان نوشت:

$$J = W / Q = VIt / (mc + A)(\theta_2 - \theta_1)$$

ابزار و وسایل مورد نیاز:

منبع تغذیه، کالری متر، ترمومتر (دماسنج)، ولت متر، آمپر متر و بشر.

شرح آزمایش :

ابتدا جرم بشر خالی را به کمک ترازو اندازه گیری کنید. سپس مقداری آب داخل بشر بریزید و جرم بشر حاوی آب را نیز اندازه گیری کنید. تفاضل این دو جرم آب داخل بشر خواهد بود (m) سپس مقدار m گرم آب در داخل کالری متر بریزید و پس از مدتی دمای اولیه آب و کالری متر θ_1 را از روی ترمومتر (دماسنج) بخوانید. در داخل کالری متر یک المنت (گرم کن) وجود دارد که نقش مقاومت الکتریکی را ایفا می کند. کالری متر را مطابق شکل در مدار قرار دهید. همزمان با روشن کردن منبع تغذیه، کرونومتر را به کار بیاندازید. ولتاژ و شدت جریان اولیه را در همان ابتدای زمان یادداشت می کنیم و با گرفتن زمان 20 دقیقه توسط کرونومتر، با فاصله زمانی 1 دقیقه مقدار ولتاژها و شدت جریانها را در مدت آزمایش یادداشت می کنیم و سپس میانگین هر دو را حساب می کنیم و پس از تمام شدن زمان مورد نظر منبع تغذیه را خاموش می کنیم و بعد از 1 دقیقه دمای نهایی θ_2 را از دماسنج می خوانیم در ضمن در حین آزمایش آب داخل کالری متر را با هم زن تا پایان رسیدن زمان مورد نظر باید هم بزنیم.

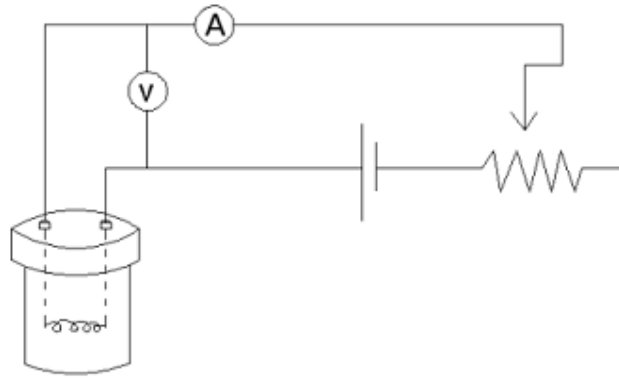
ردیف اول جدول مربوط به ولتاژ (V) و ردیف دوم مربوط به جریان (I) است

زمان

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

$c = 1 \text{ cal/ gr } ^\circ$ ارزش آبی کالری متر $A=24$

$$\text{عدد ژول} = \text{نسبت کار مکانیکی} / \text{حرارت تولید شده} = (\bar{V} \times \bar{I} \times t) / (mc + A)(\theta_2 - \theta_1)$$



شکل (۱)

آزمایش 2:

تعیین ظرفیت گرمایی ویژه فلزات

تئوری آزمایش :

یکی از ویژگی های منحصر به فرد اجسام ، ظرفیت گرمایی آن ها می باشد. ظرفیت گرمایی برابر است با مقدار گرمایی که یک جسم می گیرد تا دمای آن به اندازه ی ΔT افزایش یابد. به عبارت دیگر :

$$C = \Delta Q / \Delta T$$

ظرفیت گرمایی واحد جرم یک جسم که ظرفیت گرمایی ویژه جسم نامیده می شود، عبارت است از مقدار گرمایی که واحد جرم جسم می گیرد تا دمای آن به اندازه ی یک درجه بالا رود. به عبارت دیگر:

$$c = \Delta Q / m \cdot \Delta T$$

ظرفیت گرمایی (C) و ظرفیت گرمایی ویژه (c) هیچ یک برای یک جسم ثابت نیستند و به دما بستگی دارند:

$$C = C(T) \quad \text{و} \quad c = c(T)$$

پس معادلات بالا مقدار متوسط این کمیت ها را در یک بازه دمایی نشان می دهند. در محاسبات معمولی و در دماهای معمولی ظرفیت گرمایی ویژه را می توان به عنوان یک ثابت برای جسم در نظر گرفت. پس می توان نتیجه گرفت :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

اگر گرما به سیستمی متشکل از اجسام مختلف داده شود این گرما به نسبت جرم ها و ظرفیت های گرمایی هریک از اجسام در هر یک از آن ها جذب می شود.

ابزار و وسایل مورد نیاز :

دماسنج، کالری متر، هیتر، بشر، نمونه های سربی و مسی ، ترازو، انبر

آشنایی با ابزار:

کالری متر :

کالری متر ظرفی است دو جداره که مابین دو جداره آن را از ماده عایقی پر کرده اند. جنس جداره داخلی ممکن است از شیشه یا پلاستیک و یا فلز باشد. کالری متر دارای درپوشی شامل سوراخ هایی برای عبور هم زن ، دماسنج و میله های گرم کن می باشد. میله هم زن کالری متر برای هم زدن و مخلوط کردن مواد داخل کالری متر به کار می رود. از میله های گرم کن برای گرم کردن و یا سوزاندن مواد داخل کالری متر استفاده می شود. از کالری متر برای اندازه گیری گرمای ویژه اجسام و نیز گرمای ایجاد شده از سوختن غذاها و مواد غذایی استفاده می شود.

شرح آزمایش :

الف) تعیین ظرفیت گرمایی کالری متر (ضریب کالری متر)

ضریب گرمایی کالری متر ، مقدار گرمایی است که کالری متر از محیط می گیرد تا دمای آن به اندازه یک واحد افزایش یابد. برای این کار ابتدا داخل کالری متر را تمیز و خشک کنید. سپس مقداری آب سرد را داخل بشر ریخته و جرم آن را با استفاده از ترازو اندازه گیری کنید (m_1) و بعد آب را به داخل کالری متر منتقل کنید. اندکی صبر کنید تا کالری متر و آب داخل آن هم دما شوند. حال به وسیله ی ترمومتر (دماسنج) دمای آب داخل آن را اندازه گیری کنید (T_1). سپس مقداری از آب جوش روی هیتر را داخل بشر ریخته و جرم آن را نیز به کمک ترازو اندازه گیری کنید و سپس دمای آن را نیز اندازه گیری کنید (T_2) و بلافاصله مقداری از آب داخل بشر را به داخل کالری متر منتقل کرده و درب آن را محکم کنید. حال جرم آب گرم باقی مانده در بشر را به همراه بشر اندازه گیری کنید. تفاضل این دو جرم ، جرم آب جوش داخل کالری متر خواهد بود (m_2). حال پس از برقراری تعادل دمایی ، دمای آب داخل کالری متر را به کمک دماسنج بخوانید (T) و با استفاده از رابطه ی زیر ضریب کالری متر را بدست آورید:

$$m_2 \cdot c \cdot (T_2 - T) = m_1 \cdot c \cdot (T - T_1) + A \cdot (T - T_1)$$

که A ضریب کالری متر و c ظرفیت گرمایی ویژه آب است.

ب) تعیین ظرفیت گرمایی ویژه نمونه مسی :

ابتدا جرم نمونه مسی را به کمک ترازو اندازه گیری کرده (m_2) و سپس آن را داخل آب جوش روی هیتر قرار دهید تا با آن هم دما شود. حال مقداری آب سرد را پس از اندازه گیری جرم آن (m_1) به داخل کالری متر منتقل کنید. پس از برقراری تعادل دمای آن را بخوانید (T_1). حال دمای آب جوش را به وسیله ی دماسنج بخوانید (T_2). این دما هما دمای نمونه مسی است. حال نمونه را به کمک انبر و به سرعت از داخل آب بیرون آورید و آن را داخل کالری متر قرار دهید و درب آن را محکم کنید. اندکی صبر کنید و پس از برقراری تعادل گرمایی ، دمای آب داخل کالری متر را بخوانید (T).
با استفاده از رابطه زیر ظرفیت گرمایی ویژه نمونه مسی را تعیین کنید:

$$m_2 \cdot c_2 \cdot (T_2 - T) = m_1 \cdot c \cdot (T - T_1) + A \cdot (T - T_1)$$

که در آن c_2 ظرفیت گرمایی ویژه مس است.

سوال ها:

1- آیا ضریب کالری متر را می توان به عنوان یک فاکتور کیفیت برای کالری متر به حساب آورد؟

چگونه؟

2- آیا می توانید نسبت توان عایق بندی دو ماده را به وسیله کالری متر اندازه گیری کنید؟ چگونه؟

عوامل دخیل در ضریب کالری متر را بیان کنید.

3- عوامل ایجاد خطا در این آزمایش را بیان کنید.

آزمایش 3:

ضریب انبساط طولی اجسام

تئوری:

اثرات معمولی تغییر دما عبارت اند از تغییر در ابعاد جسم و تغییر در حالت آن. تغییر در ابعاد جسم بدون تغییر در حالت آن را انقباض یا انبساط ماده می نامند. اتم های یک ماده در یک دمای ثابت دارای انرژی جنبشی معینی می باشند که با انرژی گرمایی کل جسم متناسب است. می توان گفت که اتم های تشکیل دهنده جسم، طبق مدل گلوله و فنر، در فواصل معینی از هم قرار دارند. زمانی که دمای جسم را بالا می بریم (به آن انرژی گرمایی می دهیم) این انرژی گرمایی به اتم های جسم منتقل می شود و باعث بالا رفتن انرژی جنبشی اتم ها می شود و در نتیجه دامنه نوسانی آنها بزرگتر می شود و در نتیجه فاصله بین اتم ها بیشتر می شود. این افزایش میکروسکوپی در فاصله اتمی باعث افزایش ماکروسکوپی در ابعاد جسم می شود. یعنی جسم منبسط می شود. تغییر اندازه هر بعد خطی از جسم مانند طول، عرض و ارتفاع را یک انبساط خطی می نامند. اگر طول این بعد خطی باشد، تغییر طول ناشی از تغییر دمای برابر خواهد بود. تجربه نشان می دهد که اگر تغییر دما به قدر کافی کوچک باشد، تغییر طول، با تغییر دما و طول اولیه متناسب خواهد بود یعنی:

$$\Delta L = a.L.\Delta T$$

که a ضریب انبساط خطی نام دارد و برای مواد مختلف دارای مقادیری متفاوت است ضریب انبساط خطی (طولی) عبارت است از تغییر نسبی طول جسم به ازای یک درجه تغییر دمای آن در تغییرات معمولی دما می توان از وابستگی ضریب انبساط طولی جسم به دما چشم پوشی کرد و آن را به عنوان یک ثابت در نظر گرفت اگر جامد همسانگرد باشد، ضریب انبساط خطی آن در تمام ابعاد ثابت خواهد بود یعنی کافی است جسم مورد آزمایش را طوری در نظر گرفت که بتوان از دو بعد آن در مقابل بعد سوم آن صرف نظر کرد. ضریب انبساط سطحی برابر با دو برابر ضریب انبساط معمولی آن است و ضریب انبساط حجمی برابر با سه برابر این مقدار است یعنی:

$$\Delta A = 2a.A.\Delta T$$

$$\Delta V = 3a.V.\Delta T$$

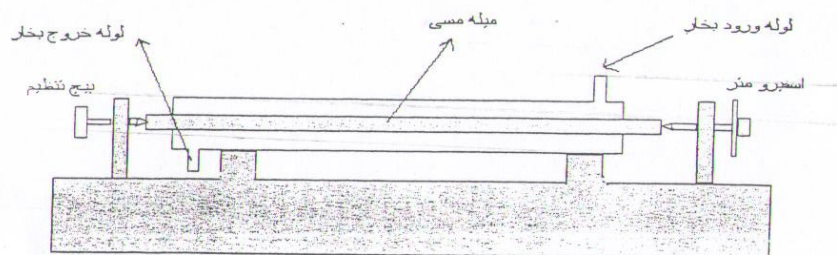
ابزار و وسایل مورد نیاز:

دستگاه انبساط سنج - ترانس فورماتور کاهنده 6 ولتی - اسفیرومتر با دقت 0.01 میلی متر - خط کش میلی متری -

ارلن- هیتر- لوله رابط- ترمومتر- میله های مسی و آلومینیومی.

آشنایی با ابزار:

انبساط سنج دستگاهی است مطابق شکل که از دو تکیه گاه و یک استوانه که از دو طرف باز است، تشکیل شده است. در یک طرف لوله انبساط سنج یک پیچ نصب شده است که به یک پایه لامپ متصل شده است و به عبارت یک کلید عمل می کند. طرف دیگر دارای یک پیچ اسفرومتر می باشد که هرگام آن به صد قسمت تقسیم شده است. و هرگام آن یک میلی متر است با طرز کار اسفرومتر در آزمایشگاه فیزیک پایه 1 آشنا شده اید.



شرح آزمایش:

ابتدا ارلن را روی هیتر قرار دهید و مقداری آب در داخل آن بریزید و در پوش سوراخ دار آن را محکم کنید لوله رابط را به درپوش ارلن وصل کنید و سر دیگر آن را به استوانه وصل کنید. میله مسی را پس از اندازه گیری طول اولیه آن L0 آن را از درپوش های استوانه رد کنید و استوانه را در محل خود محکم کنید ترمومتر را در محل خود سوار کنید. هیتر را به برق وصل کنید و پس از به جوش آمدن آب منتظر شوید تا دمای استوانه تا حدی بالا رود که از سر دیگر استوانه بخار آب بیرون آید. در این حال دما دیگر تغییر نمی کند. دما را در این حالت یادداشت کنید. T1 اسفرومتر را به قدری بچرخانید که لامپ متصل به دستگاه روشن شود. هرگز پیچ اسفرومتر را محکم نکنید. در این حالت عددی که اسفرومتر نشان می دهد را بخوانید L1 لوله رابط حاصل بخار آب را از دستگاه جدا کنید و پس از خاموش شدن لامپ دستگاه پیچ اسفرومتر را به آرامی بچرخانید تا لامپ دوباره روشن شود. در این زمان فوراً دما را از روی ترمومتر بخوانید T2 عددی که اسفرومتر نشان می دهد را دوباره بخوانید L2 این کار را برای چند بار انجام دهید و نتایج را در جدولی یادداشت کنید از روی جدول به دست آمده معادله خط رگرسیون و شیب آن را به دست آورید با استفاده از روابط زیر ضریب انبساط طولی مس را به دست آورید:

$$A=1/L0.\delta L/ \delta T$$

که $\delta L / \delta T$ شیب خط رگرسیون است.

همین آزمایش را با میله آلومینیومی نیز تکرار کنید.

هشدار: مراقب باشید لوله های رابط پاره شدگی نداشته باشند. از سفت بستن پیچ اسفرومتر بپرهیزید.

سوال:

آیا اینکه طول میله را در ابتدا در چه دمایی اندازه گیری می کنید تأثیری در نتایج دارد؟

آیا می توانید انبساط سنجی با دقت بالاتر طراحی کنید؟

آیا جنس استوانه تأثیری در دقت نتایج به دست آمده دارد؟

آیا می توانید عوامل ایجاد خطا در این آزمایش را برشمارید؟

آزمایش 4:

اندازه گیری طول موج نور یک منبع تکفام به کمک نوارهای تداخلی

تئوری:

در فیزیک دو نظریه در زمینه نورشناسی حائز اهمیتند. اپتیک موجی و اپتیک خطی (هندسی) در اپتیک خطی نور به صورت پرتوهای بسیار باریک فرض می شود که در امتداد یک خط راست سیر می کنند و پدیده های نوری از شکستن این خطوط با بازتابش آن ها طبق قوانین شکست و بازتابش نور انجام می شود. این نظریه در مورد نورشناسی گرچه بسیار مفید است ولی قادر نیست بعضی از پدیده های مشاهده شده در مورد نور را توضیح دهد. نظریه دوم یعنی نظریه موجی نور قادر است هم آثار کلاسیکی نور را به نحو احسن توجیه کند هم اینکه همه آثار نورشناسی جدید از جمله تداخل و پراش را توضیح می دهد. اگرچه نظریه موجی کلاسیکی پدیده هایی مانند تداخل و پراش را به خوبی توجیح می کند، ولی این نظریه کامل ترین نظریه نیست. جدیدترین نظریه در مورد نور نظریه کوانتومی می باشد.

تداخل:

پدیده تداخل برای همه انواع موج صادق است و بستگی به نوع موج (نوری یا صوتی و ...) ندارد. وقتی دو موج هم بسامد با اختلاف فازی که با گذشت زمان ثابت می ماند در یک سو حرکت می کنند، توزیع انرژی در فضای شامل دو موج یکنواخت نبوده و در برخی نقاط بیشینه و در برخی نقاط کسینه (و حتی صفر) می شود. این اثر که از ترکیب دو موج حاصل می شود را تداخل می نامند. اگر دو موج دارای اختلاف فاز 360.0 ، ... درجه باشند یا اینکه اختلاف مسیر آنها مضرب صحیحی از طول موج باشد تداخل را سازنده و در غیر این صورت تداخل را ویرانگر می نامند. اولین بار یانگ این پدیده را به وسیله آزمایشی با امواج نوری خورشید نشان داد. هرگاه دو چشمه موج دارای بسامد یکسان باشند و اختلاف فازشان ثابت باشد، دو موج را همدوس می نامند ولی اگر بسامد نامنظم تغییر کند و یا اگر اختلاف فاز آنها با زمان تغییر کند، دو موج را ناهمدوس می نامند شرط مشاهده آثار تداخلی به کار بردن منبع موج همدوس می باشد.

پراش:

اگر نور تکفامی بر روی شکافی که پهنای آن در حدود طول موج نور است بتابد دیده می شود که نور در عبور از

این شکاف متفرق می شود که این پدیده را پراش گویند. اولین آزمایش پراش توسط فرانسیسکو گریمالدی (قرن هفدهم) انجام شد. این اثر پدیده ای مشترک بین همه انواع موج می باشد. اگر دامنه یا فاز ناحیه ای از جبهه موجی، در برخورد به مانعی کدر یا شفاف تغییر کند پراش رخ خواهد داد.

قسمت های مختلف جبهه موج که در پشت مانع انتشار می یابند با هم تداخل انجام می دهند و توزیع چگالی انرژی ویژه ای را به وجود می آورند که آن را نقش پراش می نامند.

بین پراش و تداخل اختلاف مهم فیزیکی وجود ندارد ولی آن گونه که مرسوم شده، هنگام بحث از چند موج، تداخل مطرح می شود در حالی که در بحث از تعداد زیادی موج از پراش سخن گفته می شود.

انواع پراش:

در حالت کلی همه پراش ها را می توان تحت دو مجموعه کلی در نظر گرفت: پراش فرنیلی و پراش فرانهورفر. ولی حالت های جزئی و کاربردی تری نیز وجود دارند. پراش تک شکافی، پراش دو شکافی، پراش چند شکافی و پراش توسط یک روزنه.

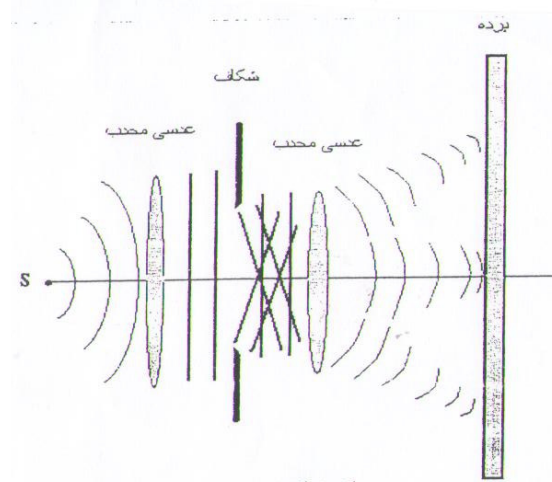
پراش فرنیلی: در این نوع پراش فاصله چشمه نور و پرده ای که پراش روی آن دیده می شود از روزنه پراشنده، محدود و معین است و سطوح موج تابیده شده روی روزنه تخت نیستند و پرتوهای مربوط به آنها موازی نیستند.

پراش فرانهورفری: در حالتی که چشمه نور و پرده از روزنه به حدی دور هستند که پرتوهای مربوط به تابش موازی همند و نیز پرتوهای مربوط به نور عبوری از روزنه به صورت پرتوهای موازی هستند پراش را فرانهورفری می

نامند. سطوح موج تابشی در پراش فرانهورفری سطوح تخت هستند. پراش فرانهورفری حالت حدی از پراش فرنیلی است و محاسبات مربوط به آن به نسبت ساده تر هستند. در ضمن این نوع پراش کاربردی ترین نوع پراش است.

برای ایجاد شرایط پراش فرانهورفری در آزمایشگاه می توان نور تابش با یک منبع نور واگرا را به وسیله یک عدسی همگرا کننده که در بین منبع و شکاف قرار می گیرد، موازی کرد و نیز پرتوهای موازی خروجی از شکاف را به

وسیله یک عدسی همگرا کننده دیگر، روی پرده، کانونی کرد.



پراش به وسیله یک تک شکافی: اگر نور را به یک تک شکافی که پهنای شکاف آن a است بتابانیم در طرف دیگر، روی پرده، یک بیشینه روشنایی در وسط و دو کمینه روشنایی (بیشینه تاریکی) در د طرف آن دیده می شود می توان گفت اثر پرتوی که از نیمه بالایی شکاف عبور می کند، توسط پرتوی که از نیمه پایینی شکاف عبور می کند خنثی می شود و فریزهای تاریک را تشکیل می دهند.

اگر پهنای فریز از روشن وسطی $2x$ باشد، و فاصله شکاف از پرده D باشد:

$$\sin T = x / D$$

$$a \sin T = \lambda$$

این معادله نشان می دهد که هرچه شکاف باریک تر باشد، فریز روشن مرکزی پهن تر می شود و اگر پهنای شکاف با طول موج برابر شود، فریز روشن همه سطح پرده را می پوشاند در حالت کلی اگر n تعداد فریزهای تاریک از مرکز فریزها باشد:

$$a \sin T = n\lambda$$

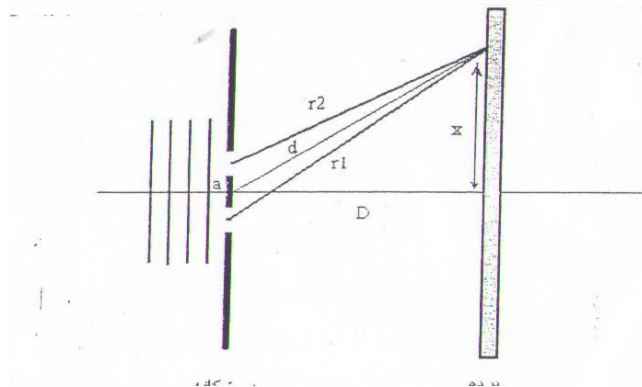
پراش به وسیله یک روزنه گرد: بررسی ها نشان می دهد که در یک روزنه گرد به قطر d ، نقش های پراش انجام می شود. این نوع پراش بیشتر در لبه های عدسی ها رخ می دهد و اثر لبه عدسی که در عکاسی باعث چندتایی شدن تصویر می شود از این پدیده ناشی می شود این اثر موقعی اهمیت پیدا می کند که دو جسم نقطه ای دور، که فاصله زاویه ای آن ها از هم کم است را به وسیله یک عدسی از هم تمیز دهیم.

محل نخستین فریز تاریک با شرایط فرانهوفری، از رابطه زیر به دست می آید:

$$\sin T = 1.22\lambda / d$$

به این ترتیب برای یک عدسی معیاری برای توان تفکیک آن تعریف می شود که به معیار رایلی معروف است. اگر T_R حداقل فاصله زاویه ای دو جسم نورانی که دارای شدت نور مشابه هستند، باشد که عدسی مورد نظر قادر به تفکیک آن دو از هم می باشد:

$$T_R = 1.22\lambda / d$$



برای مطالعه دقیق پراش های دو شکافی و چندشکافی می توانید به کتاب فیزیک هالیدی (جلد چهارم) مراجعه نمایید.

ابزار و وسایل مورد نیاز:

تک شکافی - پایه تک شکافی - منبع نور لیزر - کاغذ شطرنجی - متر نواری یا خط کش - میکروسکوپ

آشنایی با ابزار:

لیزر: این کلمه از حروف اختصاری عبارت انگلیسی زیر به دست آمده است:

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

لیزر نوری است که از پرتوهای کاملاً هم‌دوس در گسترده طول موج های مادون قرمز تا ماورای بنفش تشکیل شده است. فرایند تشکیل لیزر از کوانتیدگی انرژی در ماده و میدان های الکترومغناطیسی سرچشمه می گیرد. اتم های ماده لیزری در اثر تحریک برانگیخته می شوند و الکترون های ظرفیتی آنها به ترازهای بالا می جهد در بازگشت به حالت اولیه (حالت پایه) هر اتم یک فوتون گسیل می کند که این فوتون ها پس از هم‌دوس شدن به خارج محفظه هدایت می شوند. پرتو خروجی همان لیزر است مهمترین خاصیت لیزر، واگرایی بسیار ضعیف آن می باشد. لذا

هرجا که نیاز به منبع نور موازی باشد می توان از لیزر استفاده کرد. اولین لیزر توسط نویمان به وسیله بلور یاقوت ساخته شد. نخستین لیزر گازی توسط یک دانشمند ایرانی به نام علی جوان با استفاده از مخلوط گازهای هلیوم و نئون ساخته شد. لیزرها را می توان به سه گروه عمده زیر تقسیم بندی کرد:

1- لیزر اجسام سخت یا بلورها 2- لیزرهای گازی 3- لیزرهای نیمه رسانا یا دیودی

شرح آزمایش:

ابتدا تک شکافی را روی سینی میکروسکوپ قرار دهید و آن را طوری تنظیم کنید که لبه های شکاف قابل رویت باشند. سپس با استفاده از پیچ های تنظیم روی میکروسکوپ یکی از لبه ها را بر محیط دایره دید مماس کنید و در این حالت عددی که خط کش کنار سینی نشان می دهد را بخوانید. سپس سینی را آن قدر حرکت دهید که لبه های دیگر بر محیط دایره مماس شود. در این حالت دوباره عدد را از روی خط کش بخوانید. قدر مطلق تفاضل این دو عدد عرض تک شکاف (میزان گشودگی شکاف) مورد نظر را نشان می دهد آن را d بگیرید.

حال تک شکافی را روی پایه آن سوار کنید و آن را بین منبع لیزر و پرده (در این جا دیوار) که فاصله آنها تا حدودی زیاد است (حدود $1/5$ متر) قرار دهید. منبع لیزر را به برق وصل کنید و محل شکاف را طوری تغییر دهید که شفاف ترین نقش پراش ظاهر شود. سپس فاصله تک شکاف را تا پرده (دیوار) اندازه بگیرید و آن را D بگیرید. حال از روی نقش پراش روی پرده از وسط روشن ترین فریز (فریز روشن وسطی) شروع به شمردن فریزهای روشن کنید. دقت کنید که تعداد فریزها را باید طوری انتخاب کنید که روشنایی فریزها حفظ شود. تعداد فریزها را n بگیرید. فاصله وسط آخرین فریز روشن را از وسط فریز روشن مرکزی، از روی کاغذ شطرنجی روی پرده بخوانید و آن را x بگیرید با استفاده از روابط زیر طول موج منبع لیزر (λ) را به دست آورید:

$$\begin{aligned} \sin T &= x / D & d \sin T &= n \lambda \\ \lambda &= dx / (nD) \end{aligned}$$

طول موج به دست آمده را با طول موج استاندارد برای نور قرمز مقایسه کنید.

سوال:

آیا می توانید پدیده یا پدیده های مورد مطالعه در این آزمایش را تشریح کنید؟ (آیا پدیده تداخل رخ داده است یا پراش؟ چرا؟)

آیا می توان به جای منبع نور لیزر در این آزمایش منبع نور دیگری به کار برد؟ این منبع باید دارای چه ویژگی هایی

باشد؟ چرا؟

آیا میتوانید آزمایشی ترتیب دهید که در آن توسط ابزارهای ساده نوری از نور خورشید یک منبع نور تکفام ایجاد

کنید؟

آیا می توانید روش دیگری برای بدست آوردن طول موج منبع لیزر پیشنهاد کنید؟ (از شکاف باریک تر و طول

اولین فریز استفاده کنید)

دلیل استفاده از عدسی های با قطر زیاد در تلسکوپ های نجومی را بیان کنید (حداقل دو دلیل)

چرا در میکروسکوپ های پیشرفته از منبع نوری فرابنفش استفاده می شود؟

آیا میتوانید دلیل توان بسیار بالای میکروسکوپ های الکترونی را بیان کنید؟ (میکروسکوپ های الکترونی تصاویری

ارائه می دهند که چند صد هزار برابر واضح تر از تصویر قوی ترین میکروسکوپ های نوری است).

عوامل ایجاد خطا در این آزمایش را برشمارید؟

هشدار: هرگز به طور مستقیم به منبع نور لیزر نگاه نکنید.

آزمایش 6:

مشاهده دمای بحرانی یک سیال (مایع)

تئوری:

هنگامی که یک مایع در ظرف بازی گرما داده شود، مولکول‌ها از سطح مایع تبخیر می‌شوند در دمایی که فشار بخار مایع با فشار محیط خارج برابر می‌گردد، تبخیر در سراسر مایع صورت می‌گیرد و بخار به آزادی در محیط منبسط می‌شود. حالت تبخیر در سراسر مایع را «جوش» و دمایی که در آن فشار بخار مایع با فشار محیط خارج برابر می‌شود را دمای جوش می‌نامند در مورد خاصی که فشار خارج برابر یک اتمسفر باشد، دمای جوش را دمای جوش نرمال می‌نامیم. اما موقعی که مایع در ظرف در بسته ای گرم شود، جوش اتفاق نخواهد افتاد. بلکه به جای آن فشار بخار و در نتیجه چگالی بخار به طور پیوسته افزایش می‌یابد. به طور همزمان نیز چگالی مایع در اثر انبساط به طور جزئی کاهش می‌یابد. لحظه ای فرا می‌رسد که چگالی بخار با چگالی خود مایع برابر می‌شود و سطح بین دو فاز محومی شود. دمایی که در آن سطح بین دو فاز محو می‌شود، «دمای بحرانی» و فشار بخار را در این دما «فشار بحرانی» می‌نامیم. در این دما و در دماهای بالاتر از آن یک فاز همگن تمام ظرف را اشغال می‌کند که «سیال فوق بحرانی» نام دارد و دیگر هیچ سطح ممیزی وجود ندارد. ویژگی مشخصه نقطه بحرانی این است که ای نقطه دارای بالاترین دما و فشاری است که در آن یک ماده شیمیایی خالص ممکن است در تعادل بخار-مایع وجود داشته باشد. همچنین در این نقطه نمی‌توان فاز گاز و مایع را از هم تشخیص داد.

وسایل و ابزار مورد نیاز:

ترمو متر حرارتی (1دستگاه) - منبع نوری - عدسی - منشور - هیتر (گرم کن) - لوله های رابط لاستیکی - ظرف بسته محتوی مایع.

(CF_6) هگزا فلونورید کربن

آشنایی با ابزار:

ترمو متر مقاومتی: بسیاری خواص فیزیکی سنجش پذیر وجود دارند که در اثر تغییر دما، تغییر می‌کنند. از جمله این خواص می‌توان به حجم یک مایع، طول یک میله، مقاومت الکتریکی یک سیم، فشار یک گاز در حجم ثابت، حجم یک گاز در فشار ثابت و رنگ نور یک لامپ الکتریکی اشاره کرد.

اساس کار ترمومتر مقاومتی که در این آزمایش به کار می رود تغییر مقاومت الکتریکی در اثر تغییر دما می باشد. اگر فرض کنیم که R مقاومت یک جسم (معمولاً پلاتین) در دمای TR , $R(tr)$ مقاومت همان جسم در نقطه سه گانه آب باشد، در این صورت دما یا مقاومت جسم را می توان از روابط زیر به دست آورد:

$$T(R)=(273.16K)R/R(tr)$$

$$R(T)=T.R(tr)/273.16K$$

شرح آزمایش:

مقداری آب در داخل ظرف روی هیتر ریخته و پس از بستن درب ظرف آن را به برق وصل کنید و لوله خروجی آن را به یکی از ورودی های ظرف حاوی مایع (هگزا فلونورید کربن) وصل کنید. لوله دیگر را به روزنه دیگر ظرف محتوی مایع متصل کرده و سر دیگر لوله را در داخل یک بشر قرار دهید تا بخارهای اضافی از آن خارج گردد. منشور، عدسی، منبع نور و ظرف حاوی مایع را طوری روی پایه ها سوار کنید که منبع نور، نور را از یک طرف به ظرف بتابانید و در طرف دیگر آن عدسی و بعد از عدسی نیز منشور قرار گرفته باشد. سپس سنسور ترمومتر را نیز در محل مخصوص خود در روی ظرف قرار دهید. اگر از منشور به مایع بنگرید، ابتدا با افزایش دما در داخل مایع حباب هایی تشکیل می شود ولی در این حال نیز یک مرز مشخص بین مایع و فضای بالای آن وجود دارد. با افزایش دما میزان حباب های داخل مایع افزایش می یابد تا جایی که در یک لحظه مرز بین مایع و بخار بالای آن از بین می رود در این لحظه آشفستگی روی مرز به حداکثر میزان خود رسیده است.

دمایی که ترمومتر در این لحظه نشان می دهد همان دمای بحرانی مایع داخل محفظه می باشد توجه نمایید که برای بالا بردن دقت آزمایش اگر هیتر دارای درجه تنظیم حرارت می باشد، پس از رسیدن دما به حدود 40-45 درجه میزان حرارت هیتر را کم کنید تا افزایش دما به کندی انجام شود برای تکرار دوباره آزمایش محفظه را با احتیاط کامل باز کرده وزیر شیر آب سرد آن را سرد کنید دقت شود که در دفعات دوم به بعد ممکن است بی نظمی هایی در دماهای پایین تر نیز مشاهده شود که این حالت دلایل مختلفی از جمله سرد شدگی تا یکنواخت مایع داخل محفظه دارد که با سرد کردن کامل محفظه می توان این ایراد را از بین برد.

سوال:

آیا می توانستید در داخل محفظه مایع دیگری غیر از هگزا فلونورید کربن به کار ببرید؟ شرایط را باید چگونه تغییر می دادید؟

آیا می توانید عوامل خطا را در این آزمایش برشمارید؟

هشدار: مراقب باشید که ظرف روی هیتر خالی نباشد. هنگام جدا کردن لوله های اتصال مراقب باشید که بخار

دستتان را نسوزاند.

آزمایش 5:

آشنایی با میکروسکوپ

تئوری:

چشم انسان توانایی محدودی در تشخیص و درک اجسام و تصاویر دارد. عوامل محدود کننده دامنه دید انسان، بزرگی اجسام و فاصله آنها از چشم و در حالت کلی بزرگی زاویه ای (زاویه دید) آنها می باشد. ما معمولاً برای افزایش گستره بینایی خود برای فواصل دور از وسیله ای به نام تلسکوپ و برای اجسام نزدیک از وسیله ای به نام میکروسکوپ استفاده می کنیم. تلسکوپ های عدسی دار با افزایش زاویه دید ناظر، روی اجسام دور باعث بزرگنمایی آنها می شوند. در مقابل میکروسکوپ ها با ارائه تصاویر مجازی و بزرگتر، از اجسام نزدیک، ما را قادر به دیدن آنها می کنند. میکروسکوپ ها انواع گوناگونی دارند که هر کدام مورد استفاده بخصوصی دارد. امروزه میکروسکوپ های الکترونی، با استفاده از باریکه های الکترونی تصاویری با وضوح بسیار بالا، از اجسامی فوق العاده ریز به دست می دهند. البته میکروسکوپ های اسکن تونل زنی و اسکن نیروی اتمی، جدیدترین نسل میکروسکوپ ها می باشند که به ترتیب، با استفاده از پدیده تونل زنی و نیروی الکتریکی رانشی بین هسته ها کار می کنند.

ابزار و وسایل مورد نیاز:

میکروسکوپ دوچشمی - توری پراش یا صفحه شیشه ای خط کشی شده - ریز سنج - تعدادی لام.

آشنایی با ابزار:

میکروسکوپ وسیله ای است که از دو عدسی تشکیل شده است. عدسی چشمی و عدسی شی. عدسی چشمی وظیفه بزرگنمایی تصویر عدسی شی را برعهده دارد و در اکثر میکروسکوپ ها مانند یک ذره بین مطالعه عمل می کند. این عدسی از جسمی (در این جا از تصویر ناشی از عدسی شی) که روی کانون آن قرار می گیرد، تصویری بزرگ تر تولید می کند. عدسی شی یک عدسی محدب یا بزرگ نمایی بسیار بالا می باشد. این عدسی از جسم حقیقی (شی ریز مورد مطالعه) تصویری حقیقی ایجاد می کند. معمولاً بزرگ نمایی خطی عدسی شی را روی بدنه محافظ آن حک می کنند.

عدسی های میکروسکوپ از نوع عدسی های معمولی نمی باشند. برای کاهش آثار پراش و نیز برای وضوح بالا تر آنها را از عدسی های مرکب انتخاب می کنند.

شرح آزمایش:

الف) تنظیم میکروسکوپ:

ابتدا شی مورد نظر (شیشه خط کشی شده) را روی سینی میکروسکوپ قرار دهید و آن را به وسیله گیره های نگه دارنده محکم کنید. سپس با تنظیم پیچ های بالا برنده و جابجایی افقی و مشاهده از چشم ها تصویری واضح از خطوط روی شیشه به دست آورید.

ب) اندازه گیری طول یک شی با استفاده از میکروسکوپ:

پس از تنظیم میکروسکوپ و رویت خطوط حکاکی شده روی تیغه شیشه ای، دو خط موازی روی تیغه را به دلخواه انتخاب نمایید. یکی از خطوط را A و دیگری را B بنامید. حال سینی میکروسکوپ را به وسیله پیچ های جابجایی افقی و عمودی به قدری جابجا کنید که خط B بر محیط دایره دید مماس شود. در این حالت عددی که خط کش کنار سینی نشان می دهد را بخوانید: «D1» سپس سینی را جابجا کنید تا خط A بر محیط دایره مماس شود. در این حال نیز عدد روی خط کش را بخوانید (D2) قدر مطلق تفاضل دو عدد فاصله بین دو خط را نشان می دهد.

$$| D_1 - D_2 = d |$$

ج) تعیین فاصله کانونی عدسی چشمی به روش اپتیکی:

برای این کار ابتدا عدسی چشمی را از دستگاه جدا کرده و آن را روی ریل آزمایش تعیین فاصله کانونی عدسی ها، بین منبع نور و پرده قرار دهید و با جابجا کردن آن تصویری واضح به دست آورید. حال فاصله عدسی از پرده (q) و فاصله منبع از عدسی (P) را اندازه بگیرید سپس با استفاده از رابطه عدسی ها فاصله کانونی عدسی چشمی (f) را به دست آورید:

$$1/p + 1/q = 1/f$$

د) فاصله شی تا عدسی:

پس از آن که تیغه شیشه ای را روی سینی قرار دادید و تصویری واضح، از آن به دست آوردید، درجه ای که پیچ تنظیم کنار دستگاه برحسب گرادیان نشان می دهد را بخوانید. سپس پیچ تنظیم (بالا بر) را به آرامی بچرخانید تا تیغه به عدسی شیئی بچسبد. حال دوباره درجه پیچ را بخوانید. تفاضل دو مقدار را برحسب گرادیان به دست آورید. سپس به جای تیغه چند لامل روی هم قرار دهید و پس از چسباندن آنها به عدسی شیئی، درجه روی پیچ را بخوانید. حال یکی از لامل ها را بردارید و دوباره لامل ها را به عدسی بچسبانید، پس از خواندن دوباره درجه روی پیچ، دو مقدار را از هم کم کنید تا تعداد درجات به ازای ضخامت یک لامل به دست آید. حال با ریز سنج ضخامت یک لامل را اندازه بگیرید و با استفاده از تناسب، فاصله تیغه از عدسی شیئی را بدست آورید.

ه) تعیین بزرگ نمایی کل میکروسکوپ:

با استفاده از فاصله جسم از عدسی شیئی (P) و بزرگنمایی خطی آن (m)، که روی بدنه آن نوشته شده است، فاصله تصویر حقیقی ناشی از آن را که در داخل لوله میکروسکوپ تشکیل می شود را به دست آورید: (q) از رابطه زیر استفاده نمایید:

$$m = q / p$$

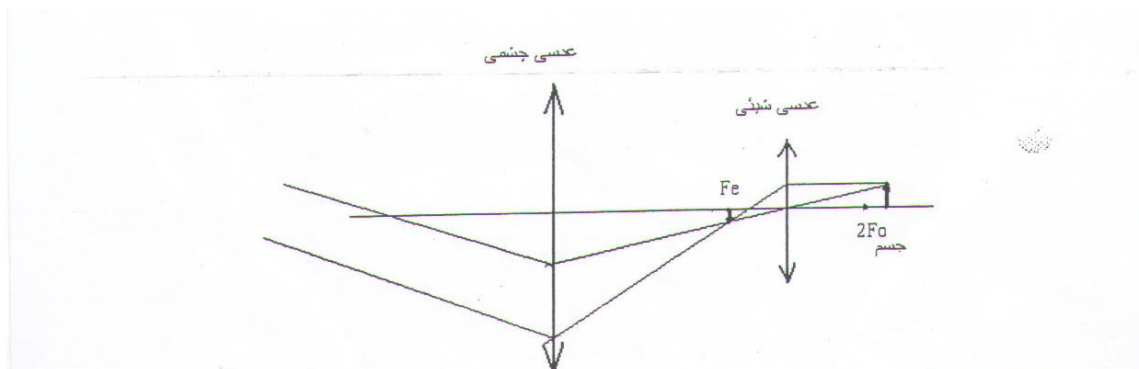
با استفاده از رابطه زیر بزرگ نمایی زاویه ای عدسی چشمی (Mt) را پیدا کنید.

$$Mt = L / F_{eye}$$

که F_{eye} فاصله کانونی عدسی چشمی می باشد و L طول لوله میکروسکوپ (برابر با مجموع فاصله کانونی عدسی چشمی و فاصله تصویر از عدسی شیئی) می باشد.

بزرگ نمایی کل میکروسکوپ برابر است با حاصلضرب بزرگ نمایی خطی عدسی شیئی در بزرگ نمایی زاویه ای عدسی چشمی:

$$M = m.Mt$$



سوال:

ایا می توانید روش دیگری برای تعیین بزرگ نمایی میکروسکوپ پیشنهاد کنید؟

آیا می توانید قسمت های مختلف میکروسکوپی که در اختیار دارید تشریح کنید و وظیفه هر قسمت را توضیح

دهید؟

اگر به جای منبع نوری که در زیر سینی میکروسکوپ کار گذاشته شده است، یک منبع نور لیزر قرار داشت، چه

نتایجی به دست می آمد؟

آیا می توانید عوامل بروز خطا در مراحل مختلف این آزمایش را برشمارید؟

آزمایش 7:

آشنایی با اسپکترومتر و تعیین خطوط طیفی یک منبع نوری به کمک توری پراش

تئوری:

هر منبع نوری دارای ساز و کار بخصوصی است که طی این ساز و کار انرژی را از صورتی به صورت دیگر (در اینجا از صورت الکتریکی به صورت نورانی) تبدیل می کند. منبع نوری که در اینجا از آن استفاده می شود منبع گاز کریپتون و یا منبع گاز نئون می باشد. در این نوع منبع ها اتم های گاز توسط یک اختلاف پتانسیل شتاب دهنده بسیار بالا (در حدود هزار ولت) برانگیخته می شوند و الکترون های لایه ظرفیت آنها یک گذار به ترازهای انرژی بالا انجام می دهند. این گذار در کمتر از یک صدم میکرو ثانیه رخ می دهد. در بازگشت اتم به حالت اول یک تک فوتون گسیل می شود که انرژی آن به اختلاف انرژی دو حالت اتم قبل و بعد از برانگیختگی بستگی دارد. در منبع مورد استفاده به علت وجود ترازهای مقابل اختلاف پتانسیل اعمال شده، یک نوع فوتون با یک تک انرژی گسیل نمی شود. بلکه چندین نوع تابش با طول موج های مختلف گسیل می شود. هدف ما در این آزمایش یافتن طول موج های موجود در لامپ نئون یا کریپتون و در نتیجه شناسایی خطوط طیفی هر یک از این گازها می باشد. خطوط طیفی هر گاز خالص یکی از خواص ویژه آن گاز می باشد به طوری که طیف نگاری و طیف شناسی یکی از راه های مطالعه مواد می باشد.

ابزار و وسایل مورد نیاز:

اسپکترومتر - منبع انرژی الکتریکی یا ولتاژ بالا (5000 ولت) - لامپ نئون یا کریپتون - توری پراش.

آشنایی با ابزار:

اسپکترومتر وسیله ای است که برای تولید و مطالعه طیف ناشی از چشمه های مختلف استفاده می شود و شامل قسمت های اصلی زیر می باشد:

کلیماتور: کلیماتور یا موازی کننده شامل لوله اصلی است که عدسی محدب به نام $L1$ در انتهای لبه داخلی آن قرار دارد و شکاف S که در مقابل آن قرار دارد با لغزش لوله قابل تنظیم است. لغزش لوله، لوله اصلی را به وسیله چرخ دنده به طرف داخل حرکت می دهد. شکاف در سطح کانونی عدسی که به فاصله $L1$ قرار گرفته تنظیم می شود. شکاف توسط طیفی که باید بررسی شود روشن می شود و پرتوهای عبوری از کلیماتور شامل پرتوهای هم سو و

موازی می باشند.

منشور گردان: منشور گردان یک سطح دایره ای است که شامل دو دیسک که توسط سه پیچ ارتفاع یاب به هم متصل شده می باشد که می تواند مستقل از کلیماتور با تلسکوپ دوران کنید و دور ورنیه V_2, V_1 روی دایره مدرج شده قرار دارد. ارتفاع در میز منشور می تواند به وسیله پیچ S_2 تنظیم شود دو پیچ S_3, S_4 برای تثبیت وضعیت میز و برای تنظیم حالت های نهایی تعبیه شده است.

تلسکوپ: تلسکوپ می تواند حول محور قائم بچرخد و از سراسر میز منشور عبور کرده و همیشه به طرف آن هدایت شود و دایره مقیاس درجه بندی شده، با آن حرکت می کند، دو پیچ به بازوی تلسکوپ متصل شده اند: پیچ S_5 وضعیت تلسکوپ را ثابت می کند و پیچ S_6 برای تنظیم نهایی و دقیق وضعیت تلسکوپ به کار می رود.

تلسکوپ دارای جفت سیم عمود بر هم (تار ورتیکال) است که بر امتداد تلسکوپ عمود می باشند.

از اسپکترومتر در موارد مختلف استفاده می شود از جمله:

1- برای مطالعه پرتوهای خالص ناشی از چشمه های مختلف نور

2- برای تعیین ضریب ماده شفاف

3- برای تعیین طول موج یک نور تک فام

4- برای تجزیه مخلوط رنگ ها

5- برای اندازه گیری درجه حرارت ستارگان و برای تعیین سرعت نسبی ستارگان.

شرح آزمایش:

ابتدا ترانس ولتاژ بالا را به برق شهر وصل کنید تا لامپ روشن شود. لامپ را در مقابل شکاف کلیماتور قرار داده و توری پراش را بر روی میز اسپکترومتر در جای خود قرار دهید. تلسکوپ را طوری قرار دهید که با کلیماتور در یک امتداد قرار بگیرد و با نگاه کردن از عدسی چشمی تلسکوپ تصویر شفافی از شکاف را مشاهده نمایید. با تنظیم عدسی شیئی تلسکوپ و نیز تنظیم پهنای شکاف، آن را در حالتی تنظیم کنید که شکاف در باریک ترین حالت و شدت نور بیشینه باشد حال تلسکوپ را طوری تنظیم کنید که تار ورتیکال درست بر روی تصویر شکاف منطبق شود. در این حال درجه اسپکترومتر را یادداشت کنید. (T_0) سپس تلسکوپ را بچرخانید تا خط طیفی دیگر مشاهده شود. این کار را به آهستگی انجام دهید چون ممکن است خطوط طیفی بسیار به هم نزدیک باشند. به این ترتیب با هر بار چرخاندن تلسکوپ و تنظیم تار ورتیکال بر روی تصویر طیف مربوطه زاویه ای که

اسپکترومتر نشان می دهد را یادداشت کنید (T_1, T_2, \dots) با

$$R_3 = T_3 - T_0 \quad R_1 = T_1 - T_0 \quad ; R_2 = T_2 - T_0$$

$$d \sin R(n) = nL(n)$$

استفاده از محاسبات زیر طول موج های خطوط طیفی را به دست آورید:

که n مرتبه طیف است.

و $L(n)$ طول موج طیف مربوطه است.

و d فاصله دو شکاف مجاور روی توری پراش می باشد که از روی تعداد خطوط در واحد طولی توری به دست می آید.

سوال:

آیا می توانید روشی برای مشاهده خطوط طیفی منبع نوری مانند الف) یک لامپ معمولی ب) خورشید توسط اسپکترومتر پیشنهاد کنید؟

ایا می توانید روشی برای تعیین ضریب شکست یک ماده شفاف مانند شیشه توسط اسپکترومتر پیشنهاد کنید؟

آیا تشابهی بین روش اسپکترومتری و روش فتوکرومتری می بینید؟

آیا می توانید وسیله ای بسیار ساده تر برای مشاهده خطوط طیفی، فقط با یک منشور طراحی کنید؟

آیا می توانید عوامل ایجاد خطا را در این آزمایش برشمارید؟

هشدار: مراقب باشید که در سیم های ترانس اتصالی وجود نداشته باشد. شیشه محافظ لامپ در مقابل ضربه بسیار حساس است.

بررسی قوانین شکست نور

تئوری:

طبق نظریه کلاسیک نور (اپتیک خطی) پرتوهای نور به خط مستقیم مسیر می کنند و هنگام عبور پرتوها از مرز دو محیط که جنس ساختاری متفاوت باهم دارند، اندکی از مسیر خود منحرف می شوند. به عبارت دیگر نور شکسته میشود در حالت کلی شکست نور عبارت است از انحراف ناگهانی مسیر پرتوهای نور وقتی که به طور مایل از یک محیط شفاف وارد محیط شفاف دیگری که غلظت آن با محیط اول متفاوت است شود. فصل مشترک دو محیط را دیوپتر مینامند. شعاع نوری را که به فصل مشترک دو محیط شفاف میتابد شعاع تابش و محل برخورد این شعاع یا دیوپتر را نقطه تابش مینامند. زاویه بین شعاع تابش و خط عمود بر فصل مشترک دو محیط را زاویه تابش مینامند. زاویه (SIN) زاویه ای که امتداد شعاع تابش با شعاع شکست میسازد زاویه انحراف (D) مینامند.

توجه کنید که در هر حالت D مثبت است. میزان انحرافی که محیط در مسیر نور ایجاد میکند را با معیاری به نام ضریب شکست محیط میسنجند. ضریب شکست هر محیط نسبت به ضریب شکست خلا را ضریب شکست مطلق و T_2 زاویه بین پرتو در محیط دوم (غلیظ) و خط عمود باشد، از آن جا که سرعت نور در محیط غلیظ، کمتر از سرعت آن در محیط رقیق است، نیز کمتر از خواهد بود. نسبت ضریب شکست دو محیط با عکس نسبت سینوسهای زوایای تابش و شکست متناسب است یعنی:

$$n_2 / n_1 = \sin(T_1) / \sin(T_2)$$

ضریب شکست نور در هر محیط با سرعت نور در آن محیط نیز دارای نسبت معکوس است یعنی:

$$n_1 \cdot V_1 = n_2 \cdot V_2$$

اما ضریب شکست نور در یک محیط به طول موج گذرنده از محیط نیز بستگی دارد. این بستگی به طول موج باعث بروز پدیده پخش می شود و در اثر این پدیده است که یک منشور می تواند نور سفید را به رنگ های مختلف تجزیه کند. محیط منشور دارای ضرایب شکست متفاوتی برای رنگ های مختلف نور می باشد لذا این رنگها در زوایای متفاوتی شکست می یابند و طیف نور سفید را پدید می آورند. (به ترتیب: قرمز- نارنجی- زرد- سبز- آبی- نیلی- بنفش) اثرات شکست دور را بارها دیده اید؛ مانند زمانی که عمق یک استخر پر از آب را حدس می زنید، دچار اشتباه میشوید. نسبت ضریب شکست یک محیط را به ضریب شکست خلا، ضریب شکست

مطلق محیط مینامند. اگر زاویه تابش به حدی برسد که زاویه شکست قائمه شود، زاویه تابش را در این حالت زاویه حد مینامند. اگر محیط دوم خلا یا هوا باشد، ضریب شکست یک محیط را می توان از طریق محاسبه زاویه حدی به دست آورد یعنی:

$$\sin T = 1/n$$

به ازای زوایای تابش بزرگ تر از زاویه حد، پرتو دور دیگر از مرز در محیط خارج نمی شود و مرز دو محیط مانند یک بازتاب گر عمل می کند و پرتو نور را کاملاً به داخل محیط اول برمی گرداند. این پدیده را باز تابش کلی مینامند فن آوری کابلهای فیبر نوری نیز بر همین اساس است.

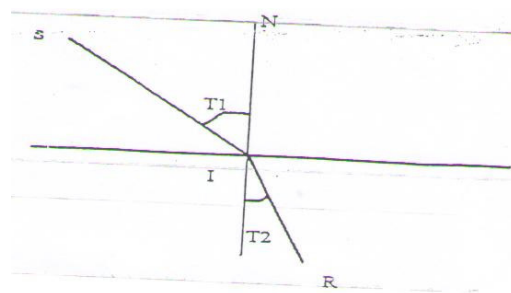
ابزار و وسایل مورد نیاز:

صفحه مدرج دایره ای - پرتو افکن موازی کننده چند شکافه و تک شکافه، منشور یا زاویه رأسهای متفاوت، آینه استوانه ای نیم استوانه شیشه ای - نیم استوانه توخالی - دیوپترهایی با اشکال مختلف.

آشنایی با ابزار:

تیغه شیشه ای: هر محیط شفافی که به وسیله دو صفحه موازی محدود شده باشد تیغه موازی الوضوح مینامند یعنی تیغه شیشه ای از دو دیوپتر موازی تشکیل شده است اگر n ضریب شکست تیغه و e ضخامت تیغه باشد و d میزان نزدیک شدگی جسم به تیغه باشد.

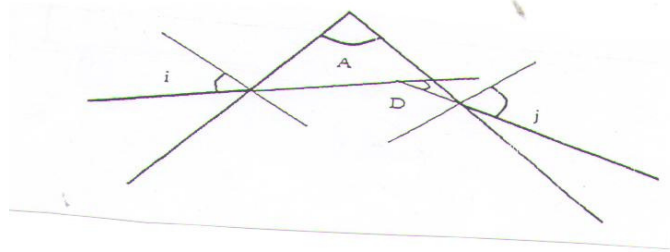
$$d = e.(1-1/n)$$



منشور: محیط شفاف است که به دو سطح غیرموازی محدود شده باشد و تشکیل یک زاویه دو سطحی بدهد در منشور زاویه بین شعاع تابش ورودی و شعاع تابش خروجی را زاویه انحراف منشور مینامند.

$$n = [\sin(A + D)/2] / [\sin(A)/2]$$

$$D = i + j - A$$



شرح آزمایش:

الف) تعیین ضریب شکست و زاویه حدی برای نیم استوانه شیشه ای:

ابتدا منبع نور (پرتو افکن) را به برق وصل کنید و موازی کننده تک شکافه را در مقابل آن قرار دهید. نیم استوانه را طوری روی صفحه مدرج قرار دهید که قطر آن روی یکی از اقطار صفحه مدرج دایره ای قرار گیرد و مرکز آن بر مرکز صفحه منطبق گردد. نیز نور از طرف قوس دار به آن بتابد/ (علت برتری این نوع قرار دادن را بر صورت های دیگر، برای خود توجیه کنید) حال با چرخاندن صفحه مدرج، برای زوایای تابش مختلف زاویه های شکست را اندازه بگیرید و در جدولی یادداشت کنید. نتایج را در رابطه زیر قرار دهید و مقادیر ضریب شکست را باهم مقایسه کنید.

$$n_1 \cdot \sin T_1 = n_2 \cdot \sin T_2$$

حال برای یافتن زاویه حدی، صفحه مندرج را به قدری بچرخانید که پرتو نور خروجی موازی با سطح تخت نیم استوانه باشد. یا به دست آوردن زاویه حدی، با استفاده از رابطه زیر، ضریب شکست نیم استوانه را به دست آورید و آن را با مقدار استاندارد آن مقایسه کنید.

$$\sin T = 1/n$$

ب) تعیین ضریب شکست یک مایع:

داخل نیم استوانه ای را از مایع مورد نظر (در این جا آب) پر کنید و درپوش آن را محکم کنید. سپس نیم استوانه را روی صفحه مدرج قرار دهید و ضریب شکست آن را مانند مرحله قبل به دست آورید.

ج) اندازه گیری فاصله کانونی آینه استوانه ای:

موازی کننده سه شکافه را در مقابل منبع نور قرار دهید. آینه استوانه ای را به گونه ای روی صفحه مدرج قرار دهید که نور از طرف مقعر به آن بتابد. فاصله محل تلاقی پرتوهای بازتابشی را تا رأس آینه اندازه بگیرید این

مقدار، اندازه فاصله کانونی آینه استوانه ای مقعر است. حال آینه را از طرف کوژ در مقابل منبع نور قرار دهید. در این حالت نیز با رسم امتداد پرتوهای بازتابشی در پشت آینه استوانه ای محل تلاقی آنها را به دست آورید. فاصله نقطه تلاقی را تا رأس آینه به دست آورید این مقدار، فاصله کانونی آینه استوانه ای کوژ است.

(د) تعیین فاصله کانونی دیوپترها:

ابتدا دیوپتر محدب را روی صفحه مدرج در مقابل منبع نور قرار دهید. محل تلاقی پرتوهای شکسته شده را در طرف دیگر دیوپتر مشخص کنید. فاصله عمودی این نقطه را از قطر دیوپتر به دست آورید. این مقدار، فاصله کانونی دیوپتر محدب است. حال دیوپتر مقعر را در مقابل منبع قرار دهید. این بار امتداد پرتوهای شکسته شده را روی صفحه کاغذ زیر دیوپتر رسم کنید و محل تلاقی آنها را به دست آورید. فاصله عمودی محل تلاقی را از قطر دیوپتر اندازه بگیرید. این مقدار، فاصله کانونی دیوپتر مقعر است.

(د) منشورهای مختلف را روی صفحه مدرج قرار دهید و پرتو نور را با زاویه های مختلف به آن بتابانید و مسیر نور در داخل منشور را مشاهده کنید.

سوال:

آیا وجود لایه شیشه ای روی مایع در قسمت (ب) تأثیر زیادی در مشاهدات دارد؟

آیا خم شدگی تارهای فیبر نوری تأثیری در مسیر نور در داخل آنها دارد؟

آیا زاویه حدی برای یک محیط منحصر به فرد است یا اینکه به محیط دوم نیز بستگی دارد؟

به نظرتان آیا میتوان در یک فیبر نوری از پرتوهای نور سفید استفاده کرد؟ معایب و محاسن این روش را برشمارید.

علت تشکیل سراب در روزهای گرم تابستان را بیان کنید.

آیا می توانید عوامل ایجاد خطا در بخشهای مختلف این آزمایش را نام ببرید؟

آزمایش 9:

تعیین فاصله کانونی آینه ها و بزرگ نمایی آن ها

تئوری:

همه امواج حاصل انرژی هستند. این بیان در مورد همه انواع موج اعم از امواج مکانیکی و الکترو مغناطیسی صادق است. وقتی موجی به یک مانع برخورد می کند بسته به اینکه سطح نسبت به موج مورد نظر شفاف باشد یا اینکه کدر باشد، موج از مانع می گذرد یا در آن جذب می شود. در یک حالت خاص موج از روی سطح باز می تابد. در مورد امواج نوری هر سه حالت قابل مشاهده می باشند. در مواد شفاف برای یک نور معین (مانند شیشه برای نور مرئی) پدیده های شکست و تداخل بیشتر نمود پیدا می کنند. در موانع کدر نور کاملاً یا به طور جزئی جذب محیط می شود و انرژی همراه پرتو نور به انرژی داخلی جسم تبدیل می شود. در موانع صیقلی، نور به طور کامل از سطح مانع باز می گردد یا به اصطلاح نور باز می تابد و تنها تصاویری قابل مشاهده اند که پرتوهای آن بتوانند وارد چشم شود.

قوانین بازتابش نور عبارتند از:

- 1- پرتو تابش، بازتابش و خط عمود بر سطح، هر سه در یک صفحه قرار دارند.
 - 2- زاویه تابش و زاویه بازتابش باهم برابرند.
- این قوانین در مورد همه سطوح بازتابنده صادق است. سطوح بازتابنده معمولی، آینه ها هستند که دارای انواع مختلفی هستند. آینه های تخت، آینه های کروی، آینه های استوانه ای، آینه های اشلجمی و سایر آینه ها.
- آینه های تخت: معمولی ترین انواع آینه ها می باشند. تصویر این نوع آینه همیشه دارای ویژگی های زیر است:
- 1- فاصله جسم از آینه برابر با فاصله تصویر از آینه می باشد.
 - 2- تصویر مجازی و در طرف مقابل جسم قرار دارد.
 - 3- تصویر مستقیم و هم اندازه جسم است.
 - 4- تصویر دارای وارونی جانبی است.
- آینه های کروی: این آینه ها مقطعی از یک کره می باشند که بسته به اینکه سطح داخلی یا خارجی آن سیقلی باشد، آنها را کاو (مقعر) یا کوژ (محدب) می نامند. شعاع آینه کروی برابر با شعاع کره متناظر با آن می باشد (R) نصف

شعاع آینه محل قرار گرفتن کانون آینه است. مرکز کره متناظر آینه را مرکز انحنای آینه گویند. محل برخورد شعاعی از آینه که از کانون می گذرد، با سطح آینه را رأس آینه می نامند. رأس و کانون و مرکز انحنای آینه در یک امتداد قرار دارند، این امتداد را محور آینه می نامند. فاصله کانون (مرکز نورانی آینه) تا رأس آینه را فاصله کانونی آینه می نامند.

برای رسم پرتوهای نوری کمکی در آینه های کروی از تجربیات زیر استفاده می کنیم:

1- پرتوی که خودش یا امتدادش از مرکز انحنای آینه عبور کند، پس از برخورد به سطح آینه در همان مسیر اولیه (روی مسیر تابش) باز می تابد.

2- پرتوی که موازی با محور آینه بر سطح آن بتابد، پس از باز تابش خودش یا امتدادش از کانون آینه عبور می کند.

3- پرتوی که خودش یا امتدادش از کانون آینه بگذرد، موازی با محور آینه باز می تابد.

طرفی از آینه که نور از آن جا می تابد، طرف حقیقی و قسمت پشت آینه را طرف مجازی آینه می نامند.

آینه های کروی کوژ (محدب) از جسم حقیقی همیشه تصویری مجازی، کوچک تر و در طرف مقابل جسم ایجاد می کنند. این آینه از جسم مجازی تصویری حقیقی ایجاد می کند. تصویر حقیقی را می توان روی پرده انداخت یا از آن عکس گرفت.

در آینه های کاو (مقعر) بسته به اینکه جسم چه موقعی نسبت به آینه داشته باشد تصاویر مختلف با ویژگی های متفاوت به دست می آید:

1- اگر جسم در فاصله کانونی آینه باشد، تصویر به دست آمده؛ مجازی، بزرگ تر از جسم، مستقیم و در طرف مقابل جسم است.

2- اگر جسم روی کانون آینه باشد، تصویر به دست آمده؛ حقیقی، وارونه، بزرگ تر از جسم و در بینهایت آینه تشکیل می شود. البته در این حالت عوامل زیادی در خواص تصویر دخالت دارند ولی در کل می توان گفت که تصویر در بینهایت آینه تشکیل می شود.

3- اگر جسم بین کانون و مرکز انحنای آینه باشد، تصویر ایجاد شده؛ حقیقی، وارونه، بزرگ تر از جسم، در طرف جسم و خارج از $2f$ قرار دارد.

4- اگر جسم روی مرکز انحنای آینه باشد، تصویر آن؛ حقیقی، هم اندازه جسم، در طرف خود جسم و روی مرکز انحنای قرار دارد.

5- اگر جسم خارج از قرار گرفته باشد، تصویر آن؛ حقیقی، وارونه، کوچک تر از جسم، در طرف جسم و در فاصله بین کانون و مرکز انحنای قرار دارد.

6- اگر جسم به قدری از آینه دور باشد که بتوان گفت پرتوهای آن موازی هم به آینه می رسند (جسم در بینهایت آینه باشد) تصویری آن در روی کانون تشکیل می شود که حقیقی، کوچک تر و وارونه است.

رابطه اساسی آینه ها، رابطه ای است بین فاصله جسم از آینه p و فاصله تصویر از آینه q و فاصله کانونی آینه f :
قراردادهای تعیین علامت فاصله ها عبارتند از:

1- فاصله تصویر از آینه مثبت است اگر تصویر در طرف حقیقی آینه باشد و منفی است اگر تصویر در طرف مجازی آینه باشد.

2- فاصله کانونی منفی است اگر مرکز انحنای در طرف مجازی آینه باشد و مثبت است اگر مرکز انحنای آینه در طرف حقیقی آینه باشد.

البته قرارداد ساده تری نیز وجود دارد که به شرح زیر است:

قرارداد اول:

1- رابطه را به صورت کلی زیر می نویسیم:

$$-1/p - 1/q = -1/f$$

2- جهت تابش نور همیشه مثبت است.

3- آینه مبدأ همه اندازه گیری ها است.

4- اندازه فاصله ها در جهت تابش نور مثبت و در جهت خلاف تابش نور منفی فرض می شود.

5- فاصله کانونی آینه مقعر منفی و فاصله کانونی آینه محدب با علامت مثبت منظور می شود.

قرارداد دوم:

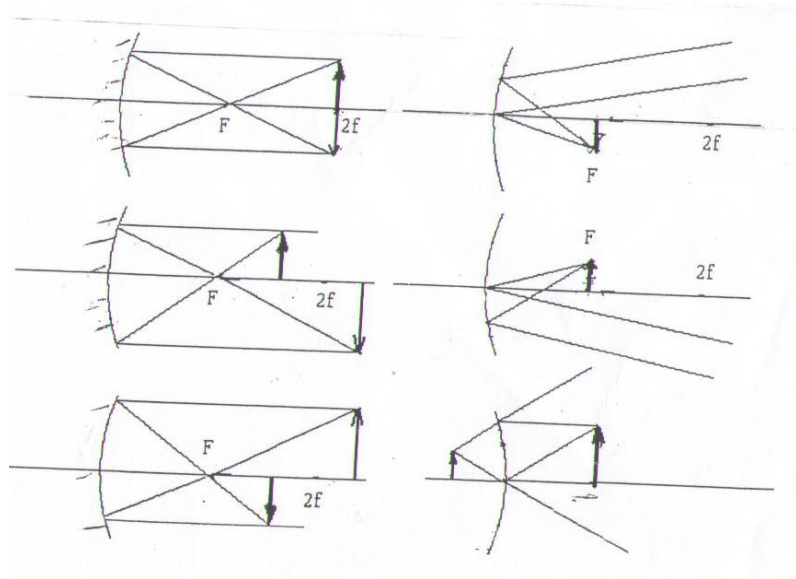
ابتدا رابطه کلی را به صورت زیر می نویسیم:

$$+ -1/p + -1/q = + -1/f$$

حقیقی مثبت و مجازی منفی است.

آینه مبدأ همه اندازه گیری هاست.

فاصله جسم یا تصویر حقیقی از آینه را مثبت و فاصله هر جسم یا تصویر مجازی را از آینه منفی می گیریم.
کانون آینه مقعر حقیقی و فاصله کانونی آن مثبت است و کانون آینه محدب مجازی است و فاصله کانونی آن منفی است.



ابزار و وسایل مورد نیاز:

متبع نور 6 ولتی - ترانس فورماتور کاهنده - ریل درجه بندی شده - آینه محدب - آینه مقعر.

شرح آزمایش:

ابتدا ترانس را به برق شهری وصل کنید و منبع را به آن وصل کنید سپس منبع را روی ریل قرار دهید.

الف) تعیین فاصله کانونی آینه مقعر:

ابتدا منبع را در نقطه صفر ریل قرار دهید و پرده را درست در کنار منبع قرار دهید و آینه را روی ریل آن قدر جابجا کنید که تصویری واضح از منبع روی پرده تشکیل شود. حال فاصله منبع از آینه از به دست آورید. این مقدار برابر با شعاع انحنای آینه (دو برابر فاصله کانونی آینه) است.

حال آینه را در فاصله دور از منبع قرار دهید و با جابجا کردن پرده بین آنها تصویری واضح به دست آورید. حال با اندازه گیری فاصله منبع از آینه و فاصله پرده از آینه و استفاده از رابطه اساسی آینه ها، فاصله کانونی آینه را به

دست آورید. این کار را برای فواصل مختلف انجام دهید و نتایج را با هم مقایسه کنید.

ب) تعیین فاصله کانونی آینه محدب:

ابتدا یک عدسی محدب در مقابل منبع نور قرار دهید و با جابجا کردن پرده تصویری شفاف از منبع به دست آورید. حال محل پرده و عدسی را یادداشت کنید. حال آینه محدب را بین پرده و عدسی قرار دهید و پرده ای را بین آینه و عدسی جابه جا کنید تا تصویری روشن و شفاف از منبع، روی پرده ای که به صورت مورب گرفته اید تشکیل شود. حال فاصله پرده اول از آینه را اندازه بگیرید (p) و نیز فاصله پرده دوم را از آینه به دست آورید (q) با استفاده از رابطه اساسی آینه ها، فاصله کانونی آینه را به دست آورید.

سوال:

آیا قطر دهانه آینه دخالتی در دقت اندازه گیری فاصله کانونی آینه دارد؟

آیا قادرید با استفاده از رسم پرتوها نحوه تشکیل تصویر حقیقی در قسمت (ب) را توضیح دهید؟

آیا می توانید کاربردهایی برای انواع آینه ها ذکر کنید؟

آیا می توانید عوامل ایجاد خطا در این آزمایش را برشمارید؟

تعیین فاصله کانونی عدسی ها

تئوری:

عدسی محیط شفاف است که بوسیله دو سطح کروی یا استوانه ای محدود شده است. در مورد عدسی های کروی مراکز دو کره را مرکز انحنای عدسی و شعاع های دو کره را شعاع انحنای عدسی و خط المکزین دو کره را محور اصلی عدسی می نامند. هرگاه دو کره همدیگر را قطع کنند عدسی را همگرا یا متقارب مینامند در صورتی که دو کره همدیگر را قطع نکنند عدسی را واگرا یا متباعد مینامند. محل تلاقی محور اصلی با عدسی را مرکز اپتیکی (مرکز نورانی) عدسی مینامند.

اگر یک دسته پرتو موازی به یک عدسی محدب بتابند همه این پرتوها پس از گذشتن از عدسی در یک نقطه واقع بر محور اصلی به هم میرسند. این نقطه را کانون اصلی عدسی محدب مینامند. در عدسی های مقعر پرتوهای موازی با محور اصلی پس از عبور از عدسی از هم دور می شوند ولی امتداد این پرتوها در نقطه ای روی محور اصلی به نام کانون اصلی عدسی مقعر به هم می رسند. یعنی کانون در عدسی های محدب حقیقی و در عدسی های مقعر مجازی است. فاصله بین مرکز اپتیکی و کانون اصلی را فاصله کانونی عدسی مینامند. هر عدسی دارای دو کانون اصلی است که از مرکز اپتیکی به یک فاصله هستند. همگرایی یک عدسی ساده از طرفی با شعاع های انحنای دو وجه عدسی و از طرف دیگر با ضریب شکست ماده های که عدسی از آن ساخته شده است رابطه دارد:

$$1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$$

قرارداد تعیین علامت در رابطه بالا:

- 1- جهت تابش نور از چپ به راست است.
 - 2- اگر پرتوهای تابیده به سطح محدب عدسی برخورد کنند علامت R مثبت است.
 - 3- اگر پرتوهای تابیده به سطح مقعر عدسی برخورد کنند علامت R منفی است.
 - 4- اگر یکی از سطوح تخت باشد R آن بینهایت می شود.
- همگرایی عدسی یا توان عدسی عبارت است از میزان توانایی عدسی در همگرا یا واگرا کردن پرتوهای تابیده بر آن و واحد آن دیوپتر است.

$$C = 1/f$$

همگرایی در عدسی های محدب مثبت و در عدسی های مقعر منفی است.

در رسم پرتوها از سه پرتو استفاده می کنیم:

1- پرتوهای موازی با محور اصلی پس از عبور از عدسی، پرتو شکست یا امتداد آن از کانون میگذرد.

2- پرتوی که از کانون اصلی میگذرد یا امتداد آن از کانون میگذرد، پس از عبور از عدسی، موازی با محور اصلی خارج می شود.

3- پرتوی که از مرکز اپتیکی میگذرد، بدون شکست از عدسی عبور می کند.

رابطه عدسی سازان به صورت زیر است:

$$1/p + 1/q = 1/f$$

که در آن تمام فاصله ها از مرکز اپتیکی عدسی است و فاصله ها در جهت تابش نور مثبت و در خلاف جهت منفی است.

ابزار و وسایل مورد نیاز:

ترانس فورماتور کاهنده 6 ولتی - منبع نور 6 ولتی - ریل درجه بندی شده - پرده سفید - عدسی های محدب، مقعر و مرکب.

شرح آزمایش:

الف) تعیین فاصله کانونی عدسی محدب:

برای این کار ابتدا منبع نور را به ترانس وصل کرده و ترانس را به برق شهر متصل نمایید. منبع را روی ریل و در روی نقطه صفر خط کش ریل قرار دهید. سپس به هر دو روش زیر، فاصله کانونی عدسی محدبی که در اختیار دارید به دست آورید و نتایج را با هم مقایسه نمایید.

1- روش اول:

عدسی محدب را روی ریل اپتیکی در مقابل منبع نور قرار دهید و با جابجا کردن پرده در طرف دیگر عدسی، تصویر واضحی از منبع نور به دست آورید حال فاصله منبع از عدسی (o) و نیز فاصله پرده از عدسی (i) را یادداشت نمایید. حال با استفاده از رابطه زیر (رابطه عدسی سازان) فاصله کانونی عدسی را به دست آورید:

$$1/f = 1/i + 1/o$$

2- روش دوم:

یک بار دیگر عدسی محدب را در مقابل منبع نور قرار دهید و پرده را در فاصله نسبتاً دور از منبع قرار دهید. با جابجا کردن عدسی بین پرده و منبع تصویر واضحی از منبع به دست آورید حال با جابجا کردن مجدد عدسی سعی کنید تصویر واضح دیگری را روی پرده ایجاد کنید. حال فاصله بین دو وضعیت عدسی (d) و نیز فاصله بین منبع نور و پرده (D) را به دست آورید. سپس با استفاده از رابطه زیر فاصله کانونی عدسی محدب مورد نظر را محاسبه کنید:

$$f = (D - d) / 4.D$$

ب) تعیین فاصله کانونی عدسی مقعر:

1- روش اول:

برای تعیین فاصله کانونی عدسی مقعر از ترکیب عدسی ها می توان استفاده کرد توان یک عدسی بنا به تعریف برابر با معکوس فاصله کانونی آن برحسب متر است یعنی:

$$C = 1 / F$$

هرگاه چند عدسی را روی هم قرار دهیم، یک عدسی مرکب خواهیم داشت. توان یک عدسی مرکب برابر با مجموع توان های تک تک عدسی های آن می باشد یعنی:

$$C = C1 + C2 + C3 + \dots$$

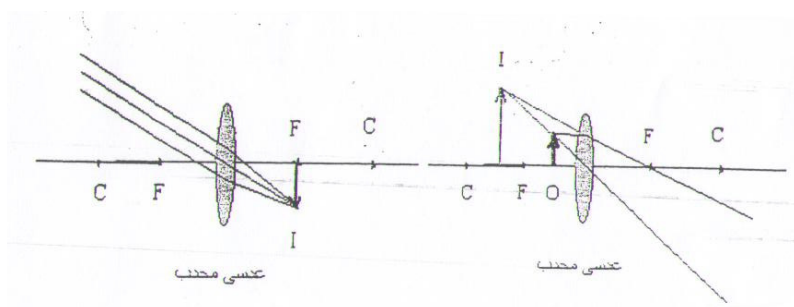
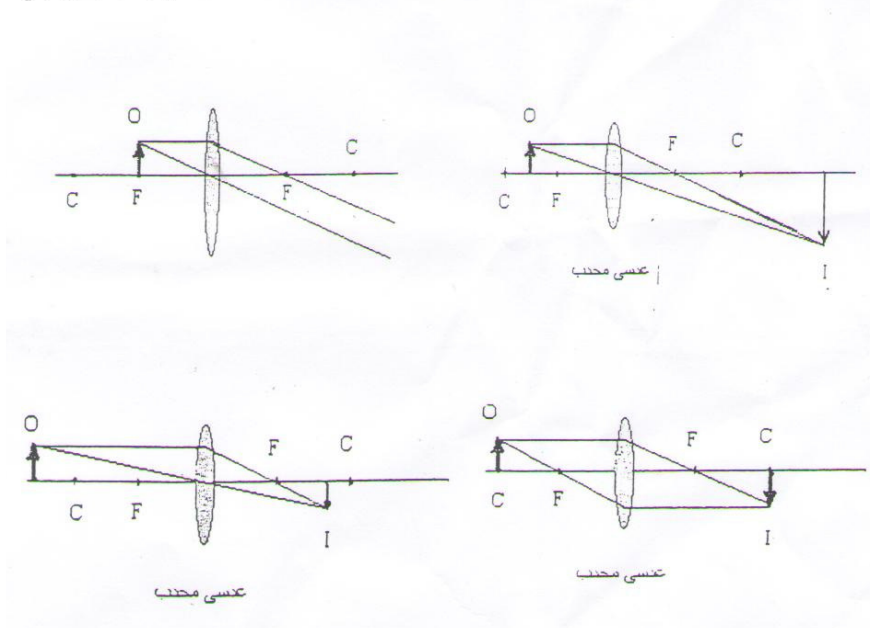
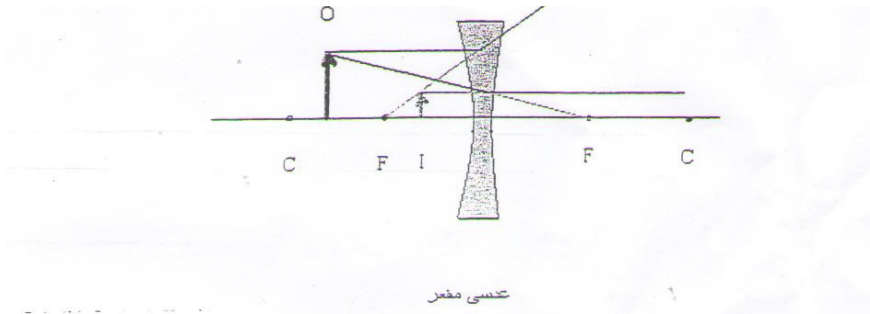
برای این کار ابتدا عدسی مقعر مورد نظر را روی یک عدسی محدب نسبتاً قوی قرار دهید. سپس مانند قسمت الف) فاصله کانونی و از روی آن توان عدسی مرکب به دست آمده را تعیین کنید (C) حال عدسی مقعر را از روی عدسی محدب بردارید و فاصله کانونی و توان عدسی محدب را مانند قسمت قبل به دست آورید (c1) حال با استفاده از روابط زیر فاصله کانونی عدسی مقعر مورد نظر را به دست آورید:

$$C2 = C - C1 \quad ; \quad f = 1 / C2$$

2- روش دوم:

یک عدسی محدب بین منبع نور و پرده قرار دهید و تصویر واضحی از منبع به دست آورید حال عدسی مقعر را بین عدسی محدب و پرده به قدری جابجا کنید که تصویر واضحی از منبع نور روی پرده دیگری که بین دو عدسی قرار داده اید ایجاد شود. حال فاصله پرده اول از عدسی مقعر را 0 و فاصله پرده دوم از عدسی مقعر را i بگیریید و

با استفاده از رابطه عدسی سازان فاصله کانونی عدسی مقعر را به دست آورید.



سوال:

نحوه تشکیل تصویر در هر قسمت را با استفاده از رسم پرتوها تشریح کنید؟

آیا غلظت محیط روی نتایج آزمایش تأثیری دارد؟ برای جواب خود دلایلی ذکر کنید.

آیا می توانید آزمایشی برای بررسی تأثیر ضریب شکست محیط روی فاصله کانونی عدسی ها طرح کنید؟

آیا می توانید عوامل بروز خطا رد این آزمایش را برشمارید؟