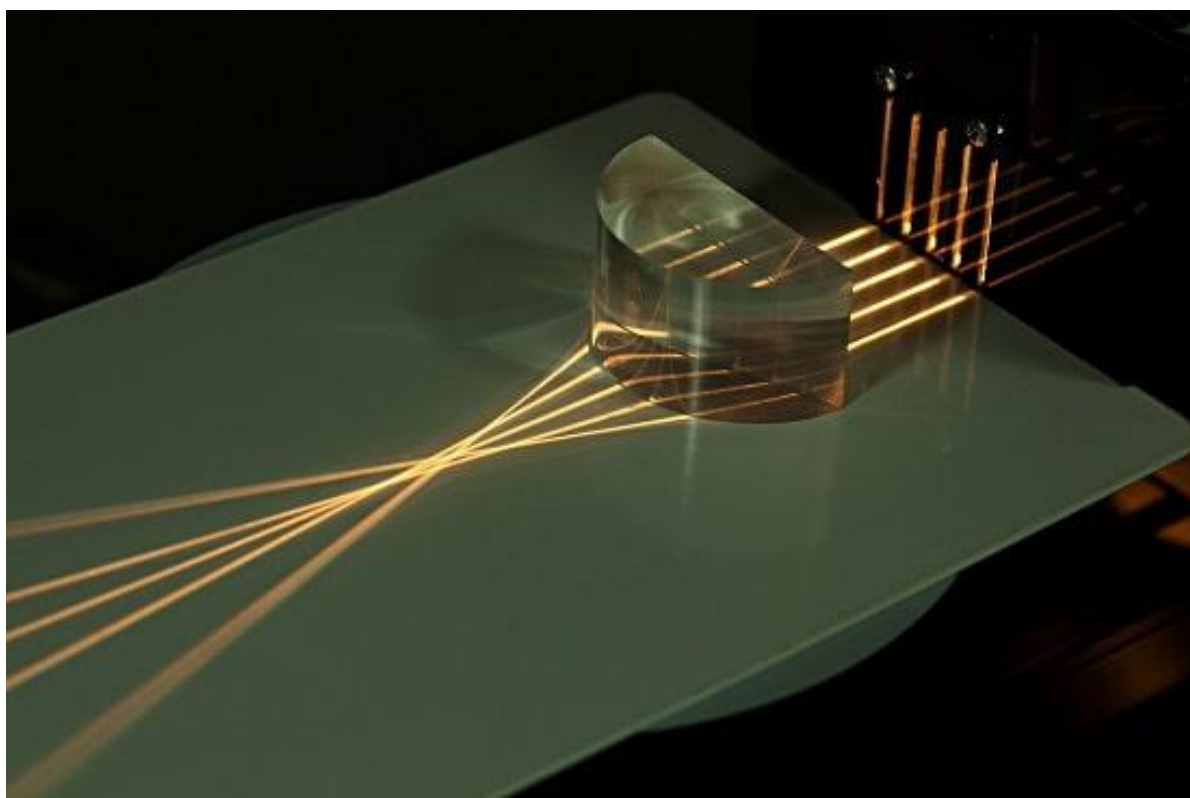




آزمایش شماره ۵

مطالعه مسیر نور در عدسی‌های کروی



۵-۱ هدف آزمایش:

بررسی نحو تشکیل تصویر در عدسی محدب و مقعر

۵-۲ وسایل مورد نیاز:

چراغ رویتر، دیافراگم سهمی شکل، عدسی همگرا، پرده مات، چراغ رویتر، آینه تخت، عدسی واگرا، خط کش، دو عدسی محدب و مقعر کوچک.

۵-۳ تئوری آزمایش:

ماهیت نور:

نور و پدیده‌های مربوط به آن پیوسته مورد توجه بشر بوده است و همواره نظریات مختلفی برای توضیح و تبیین آن مطرح شده است. ابتدا نظریه ذره‌ای نیوتن و سپس نظریه موجی و هویکنس مطرح شد. اما هیچ کدام از این نظریه‌ها به تنهای توانای توضیح توأم پدیده‌های نوری را ندارند. در ابتدای قرن بیستم با توصیف پدیده فتوالکتریک توسط انیشتین ماهیت موج - ذره‌ای نور مشخص شد.

قوانین بازتابش:

هنگام برخورد نور با سطح اجسام سه پدیده جذب و بازتاب و عبور رخ می‌دهد. در صورتی که جسم کاملاً کدر و سطح آن براق باشد بیشتر نور تابیده از روی جسم بازتاب می‌کند دو پدیده بازتاب نور در قانون وجود دارد:

(۱) زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است.

(۲) پرتو تابش، پرتو بازتابش و عمود بر سطح در یک صفحه قرار دارند.

چنانچه می‌دانیم هرگاه جسمی به فاصله p از یک عدسی قرار بگیرد تصویر آن به فاصله q از عدسی تشکیل می‌شود به طوریکه رابطه $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ برقرار است. در این رابطه p فاصله جسم تا عدسی و f فاصله کانونی عدسی

است. نسبت طول تصویر به طول جسم $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$ را هم بزرگ‌نمایی آن عدسی می‌گویند هرگاه عدسی محدب

باشد فاصله کانونی f مثبت و هرگاه عدسی مقعر باشد فاصله f منفی است. هر گاه تصویر حقیقی باشد فاصله q مثبت است.

به طور کلی عدسی به محیط شفاف گفته می شود که محدود به دو دیوپتر کروی باشند. عدسی های محدب عدسی های لبه نازک نیز نامیده می شوند. محوری که مراکز دو دیوپتر طرفین را به هم وصل می کند محور عدسی نامیده می شود. نازکی عدسی توسط کانون ها و مرکز روشنایی خود مشخص است. هر شعاعی که به مرکز روشنایی O بتابد بدون انحراف از آن خارج می شود. هر شعاعی که به موازات محور عدسی بتابد از کانون تصویر f' می گذرد. هر شعاعی که از کانون شیئی f عبور کند به موازات محور اصلی خارج می شود.

انواع عدسی ها:

عدسی ها از ماده ای شفاف ساخته می شوند و به دو نوع تقسیم می شوند :

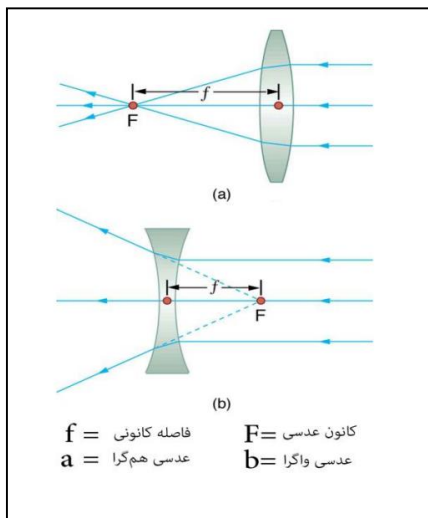
همگرا (کوژ یا محدب) و واگرا (کاو یا مقعر).

1) عدسی هایی که نور را همگرا می کنند و جهت تصویرسازی حقیقی

و نیز همگرا نمودن پرتوهای تابشی از نقاط دور مانند پرتوهای

ستارگان مورد استفاده قرار می گیرند، عدسی های همگرا محدب

نامیده می شوند.



2) ولی در عدسی مقعر، این عدسی ها نور را واگرا می کنند و جهت واگرا

نمودن نورها و اصلاح برخی سیستم ها که نیاز به واگرایی نور را دارد

از جمله چشم مورد استفاده واقع می شوند.

قسمت اول آزمایش:

اندازه گیری فاصله کانونی عدسی های همگرا (محدب)

1) با استفاده از تصویر حقیقی اجسام

روش انجام آزمایش: جسم حقیقی AB (دیافراگم سهمی شکل) را در فاصله‌های مختلف P از عدسی محدب قرار می‌دهیم تا تصویر A'B' روی پرده به طور واضح تشکیل شود. فاصله A'B' را اندازه گرفته و جدول زیر را کامل کنید. به کمک مقادیر به دست آمده در روی کاغذ میلیمتری منحنی تغییرات q بر حسب P را رسم کرده و با رسم نیمساز ربع اول مقدار f را از روی منحنی تعیین و نتیجه را با مقادیر به دست آمده مقایسه کنید.

P	40 cm	50 cm	60 cm
q			
f			

۲) با استفاده از روش بسل (Bessel Method)

روش انجام آزمایش: هرگاه فاصله جسم تا پرده را ثابت و برابر D در نظر بگیریم می‌توان ثابت نمود که به ازای دو وضعیت معین عدسی مابین جسم و پرده، تصویر جسم بر روی پرده به وضوح تشکیل می‌شود. در این شرایط طبق اصل بازگشت نور می‌توان نوشت:

$$P_2 = q_1 \rightarrow p_1 = q_2 \quad (۱)$$

هرگاه فاصله بین دو وضعیت عدسی d باشد داریم:

$$p_1 + q_2 = D - d \rightarrow p_1 = q_2 \rightarrow 2p_1 = D - d \rightarrow p_1 = \frac{D - d}{2} \quad (۲)$$

$$p_1 + q_2 = D \rightarrow \frac{D - d}{2} + q_1 = D \rightarrow q_1 = \frac{D + d}{2} \quad (۳)$$

اگر به جای p_1 و q_1 مقادیرشان را در فرمول عدسی‌ها قرار دهیم خواهیم داشت:

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{2}{D - d} + \frac{2}{D + d} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{2(D - d) + 2(D + d)}{D^2 - d^2} = \frac{1}{f} \quad (۵)$$

(که باید مقدار D از مقدار $4f$ بیشتر باشد) انجام داده و جدول زیر را کامل کنید و از روی آن مقدار f میانگین را به دست آورید.

D	120 cm	130 cm	140 cm
d			
f			

(۳) با استفاده از کانون شیئی

روش انجام آزمایش: پس از عبور از دیافراگم سوراخدار شعاع‌های نورانی را به عدسی می‌تابانیم و در پشت عدسی یک آینه مسطح قرار می‌دهیم، عدسی را آن قدر جابه‌جا می‌کنیم تا تصویر نقطه روشن A مانند A' در نزدیکی A بیفتد فاصله عدسی تا دیافراگم مقدار f خواهد بود چرا؟

قسمت دوم آزمایش:

اندازه‌گیری فاصله کانونی عدسی‌های واگرا (مقعر)

روش انجام آزمایش: عدسی‌های مقعر که عدسی لبه پهن نیز گفته می‌شوند به سه صورت زیر ساخته می‌شوند. می‌دانیم که عدسی‌های مقعر از جسم حقیقی (همیشه) یک تصویر مجازی می‌دهد و با استفاده از خواص نقاط اصلی عدسی‌ها مسیر اشعه در عدسی مقعر به صورت روبرو خواهد بود. برای تعیین کانون این نوع عدسی‌ها باید از جسم مجازی و یا ترکیب عدسی‌ها استفاده نمود.

(۱) با استفاده از جسم مجازی

اول توسط عدسی محدب یک تصویر حقیقی از جسم AB (دیافراگم سهمی شکل) را روی پرده بیندازید. سپس عدسی مقعر را که هدف، تعیین فاصله کانونی آن است بین عدسی محدب و پرده قرار دهید. در این موقع تصویر

حقیقی $A'B'$ حکم یک جسم مجازی را برای عدسی مقعر خواهد داشت آنگاه با تغییر دادن پرده به طرف عقب تصویر حقیقی $A''B''$ ظاهر خواهد شد. با اندازه‌گیری دقیق P و P' برای چند حالت مقدار f میانگین را به دست آورید و جدول را پر کنید.

توجه: به‌طوری‌که می‌دانید برای به‌دست‌آوردن تصویر حقیقی بایستی جسم مجازی $A'B'$ در فاصله کانونی عدسی واگرا قرار داشته باشد.

P	8/5 cm	9 cm	9/5 cm
P'			
f			

۲) با استفاده از روش ترکیب عدسی‌ها

در این روش یک عدسی واگرا (مقعر) با فاصله کانونی نامعلوم را با یک عدسی محدب که فاصله کانونی آن برابر 10 cm + است ترکیب می‌کنیم. طبق اصل ترکیب همگرایی عدسی‌ها و با استفاده از فرمول مشهور گلستراند داریم (همگرایی $c = \frac{1}{f}$)

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{e}{n} \times \frac{1}{f_1 f_2} \quad \text{و} \quad c = c_1 + c_2 - \frac{e}{n} c_1 c_2 \quad (۶)$$

که در رابطه فوق F فاصله کانونی عدسی مجموع (مقعر و محدب) و f_1 فاصله کانونی عدسی معلوم و f_2 فاصله کانونی عدسی مقعر مجهول است و e فاصله بین دو عدسی ترکیب (که $e = 1.5$ cm) و n ضریب شکست محیط بین دو عدسی (هوا) است که تقریباً برابر یک است. پس رابطه فوق به طور خلاصه به‌صورت زیر خواهد شد.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{e}{f_1 f_2} \quad (۷)$$

روش انجام آزمایش: دو عدسی محدب و مقعر را با هم ترکیب نموده و فاصله کانونی مجموع یعنی F را با استفاده از روش بسل (رجوع شود به آزمایش قبل عدسی محدب قسمت b) اندازه بگیرید و با معلوم بودن F و f_1 مقدار f_2 را برای عدسی مقعر از رابطه فوق به دست آورید و نتیجه را با آزمایش قبلی مقایسه کنید.

سؤالات:

- (۱) روش‌های افتراق عدسی‌های واگرا و همگرا را توضیح دهید.
- (۲) اگر عدسی‌های همگرا و واگرا را در داخل آب استفاده کنیم چه تغییری در فاصله کانونی آنها ایجاد می‌شود؟ توضیح دهید.
- (۳) تصویر جسمی که از نقطه f_2 تا نقطه f عدسی همگرا جابه‌جا شود از کدام نوع است و بین چه محل‌هایی جابه‌جا می‌شود؟
- (۴) تصویر جسمی که از نقطه f_2 تا نقطه f عدسی همگرا جابه‌جا شود از کدام نوع است و بین چه محل‌هایی جابه‌جا می‌شود؟