

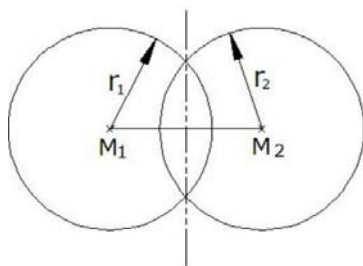
آزمایش بررسی عدسی های محدب و مقعر

هدف: مشاهده پرتوهای موازی، همگرا و واگرا، تعیین فاصله کانونی عدسی، تشکیل تصویر در عدسی ها، بررسی شکست نور

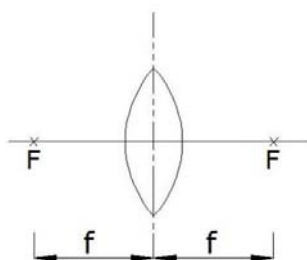
وسایل آزمایش: پرتوافکن - عدسی های مقعر و محدب - پایه صفحه تصویر و صفحه تصویر - متعلقات

تئوری آزمایش

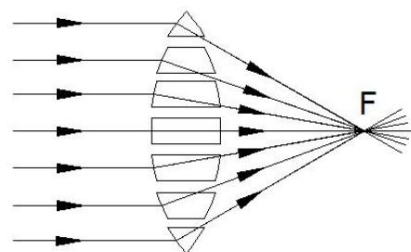
به طور کلی عدسی ها از مواد شفافى مانند شیشه که به دو سطح کروی (که ممکن است شعاع انحنای آنها با هم متفاوت باشد) محدود هستند، تشکیل شده اند. حتماً تاکنون با تمرکز نور خورشید توسط ذره بین بر روی یک ورق کاغذ، آن را مشتعل کرده اید. اجسام شیشه ای که خاصیت متمرکز کردن باریکه های موازی نور در نقطه ای به نام کانون را دارند، عدسی های همگرا یا عدسی محدب گویند. در این عدسی ها لبه عدسی از قسمت میانی آن نازکتر است. در شکل ۱ (الف) مراکز M_1 و M_2 به عنوان مرکز انحناء و شعاع های r_1 و r_2 به عنوان شعاع های انحنای عدسی مشخص شده اند. خطی که M_1 و M_2 را به هم وصل می کند، محور اپتیکی نامیده می شود و فاصله کانون F از صفحه اپتیکی مرکزی عدسی را فاصله کانونی گویند. عدسی های محدب دارای دو کانون با فواصل کانونی یکسان و نامساوی می باشند. اگر یک عدسی را متشکل از تعداد زیادی منشور فرض کنیم که زوایای شکست آنها به تدریج از امتداد عمودی (نرمال) دور می گردد، معنی شکسته شدن پرتوها به طرف کانون به راحتی قابل فهم می شود.



(الف)

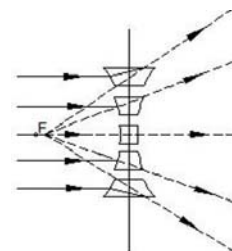
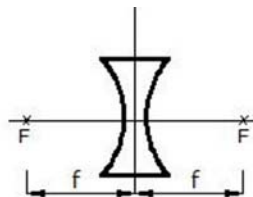
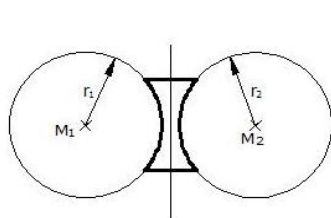


شکل (۱)



(ب)

در عدسی های واگرا، انحنای عدسی طوری است که وسط عدسی از لبه های آن نازکتر است و در آن پرتوهای فرودی موازی محور اپتیکی بعد از شکست از محور دور می شوند که اگر عدسی را ترکیبی از چندین منشور که زاویه شکست آنها به ترتیب به طرف بیرون بیشتر می شود، فرض کنیم، به راحتی این خاصیت برایمان قابل فهم می شود. (شکل ۲)



روش آزمایش

الف) مشاهده پرتوهای موازی، همگرا و واگرا

ابتدا پرتوافکن را روی ریل قرار داده و روشن کنید. عدسی همگرا با فاصله کانونی (۱۰+) را در نزدیکی پرتوافکن قرار دهید. سپس صفحه تصویر را روی پایه آن قرار داده و پایه را طوری روی ریل قرار دهید که صفحه در امتداد محور اصلی عدسی قرار گیرد (عمود بر عدسی) و قسمتی از پرتوهای خارج شده از آن روی صفحه دیده شوند. عدسی را به آرامی از پرتوافکن دور کنید تا دسته پرتوهای خروجی موازی شوند. عدسی را باز هم از پرتوافکن دور کنید تا دسته پرتوهای خروجی همگرا شوند (درجین آزمایش مشاهدات خود را در جدول (۱) یادداشت کنید).

اکنون صفحه تصویر را از روی ریل بردارید و عدسی را در نزدیکترین فاصله تا پرتوافکن قرار دهید، سپس نور خروجی را در فاصله دوری روی دیوار بیندازید، و عدسی را به آرامی از پرتوافکن دور کنید تا تصویر واضحی از فیلامان لامپ پرتوافکن روی دیوار تشکیل شود. در این حالت پرتوهایی که از عدسی خارج می شوند، تقریباً موازی هستند، چرا؟ فیلامان در چه موقعیتی نسبت به عدسی قرار گرفته است؟ مراحل فوق را برای عدسی واگرا نیز تکرار کنید. آیا با این عدسی می توانید تصویری از فیلامان روی دیوار تشکیل دهید؟

ب) تعیین تجربی کانون عدسی های همگرا

ابتدا پرتوافکن را روی ریل قرار داده و روشن کنید. عدسی همگرا (۱۰+) را مقابل نور قرار داده و پرتوهای خروجی را موازی نمایید، سپس عدسی همگرا (۱۵+) را در مقابل پرتوهای موازی قرار دهید. صفحه تصویر را روی پایه اش نصب کرده و روی ریل آنقدر جابجا کنید تا تصویر فیلامان به وضوح روی آن دیده شود، در این حالت تصویر فیلامان بر روی کانون عدسی همگراست. فاصله تصویر تا عدسی را اندازه گرفته و با فاصله کانونی عدسی مقایسه و خطای مطلق در اندازه گیری آن را حساب کنید.

محل جسم	محل تصویر	بزرگی تصویر نسبت به جسم	مستقیم یا معکوس بودن تصویر	حقیقی بودن یا مجازی بودن تصویر	فاصله جسم از آینه (p)	فاصله تصویر از آینه (q)	بزرگنمایی $m = \frac{q}{p}$
دورتر از دوبرابر فاصله کانونی							
در دو برابر فاصله							

							کانونی
							بین کانون و دو برابر فاصله کانونی
							روی کانون
							بین کانون و عدسی

جدول (۱)

ج) بررسی چگونگی تشکیل تصویر اجسام در عدسی ها

پرتوافکن را روشن کرده و روی ریل قرار دهید، عدسی همگرا (+ ۱۰) را برای پرتوهای خروجی موازی درمقابل پرتوافکن قرار دهید سپس اسلاید پیکان را روی پایه اسلاید قرار دهید پایه اسلاید را در نزدیکی عدسی همگرا قرار دهید. اکنون عدسی همگرا (+ ۱۵) را مقابل پیکان به فاصله بیشتر از دو برابر فاصله کانونی نسبت به اسلاید پیکان قرار دهید. صفحه تصویر را روی پایه اش قرار داده و آنرا در مقابل عدسی همگرا آنقدر جابجا کنید تا تصویر پیکان بوضوح روی آن تشکیل گردد. اکنون حالات مختلف تصویر در عدسی همگرا را مطابق جدول (۱) بررسی و جدول را پر کنید. سپس عدسی همگرای +۱۵ را برداشته و عدسی واگرا را قرار دهید و نتایج مشاهدات خود را برای این عدسی یادداشت کنید.

د) تعیین فاصله کانونی عدسی همگرا (روش بل)

پرتوافکن را روشن کرده و روی ریل قرار دهید، عدسی +۱۰ را برای موازی سازی پرتوهای خروجی مقابل آن قرار دهید، اسلاید پیکان را روی پایه اش قرار داده و مقابل عدسی موازی ساز قرار دهید. عدسی همگرای (+۱۵) را در فاصله ای بیشتر از دو برابر فاصله کانونی نسبت به پیکان قرار دهید. حال صفحه تصویر را در مقابل عدسی آنقدر جابجا کنید تا تصویر پیکان بوضوح روی صفحه تشکیل شود. در این حالت در حالیکه مکان اسلاید نسبت به صفحه تصویر ثابت است عدسی را آنقدر جابجا کنید تا دوباره تصویر واضحی از پیکان روی صفحه ظاهر شود. در این حالت فاصله عدسی تا اسلاید را P_1, P_2 بنامید و فاصله صفحه تصویر تا اسلاید را L قرار دهید. اختلاف ΔP یعنی فاصله دو وضع عدسی را حساب کنید سپس با استفاده از رابطه:

$$\Delta P = L \sqrt{1 - \frac{4F}{L}}$$

فاصله کانونی عدسی (یعنی F) را حساب کنید. (اثبات رابطه فوق چگونه است)

در این آزمایش اگر فاصله تصویر از عدسی را در هر حالت q_1 و q_2 بنامیم. با استفاده از رابطه

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{F}$$

فاصله کانونی عدسی را در هر بار محاسبه کرده و با مقدار واقعی آن مقایسه کنید.

ه) تعیین فاصله کانونی عدسی همگرا با روش (4F)

پس از موازی کردن پرتوهای خروجی طبق آزمایشات قبلی، اسلاید پیکان را در نزدیکی عدسی موازی ساز قرار دهید، سپس عدسی همگرای (۱۵+) و بعد از آن صفحه تصویر را آنقدر جابجا کنید تا تصویر پیکان روی صفحه تصویر بوضوح تشکیل شود. عدسی و صفحه تصویر را آنقدر جابجا کنید تا طول تصویر برابر با طول پیکان شود. فاصله اسلاید از عدسی و تصویر از عدسی را اندازه بگیرید (نسبت به هم چگونه اند؟).

نصف فاصله اسلاید از عدسی برابر با فاصله کانونی است (چرا؟) این حالت را با رسم شکل پرتوها نمایش دهید.

ز) بررسی شکست نور

در داخل ظرف آبی که در اختیار دارید یک دیسک مدرج پلاستیکی به طور عمود قرار دهید بطوریکه یک قطر آن مماس بر سطح آن و یک قطر دیگر آن عمود بر سطح آب قرار گیرد. سپس با استفاده از پرتوافکن که یک تک شکاف در مقابل دریچه اش قرار دارد پرتوی را تحت زوایای متفاوت نسبت به امتداد قائم روی سطح آب طوری بتابانید که از مرکز دیسک در روی سطح آب عبور کند. این پرتو در اثر ورود به آب، شکسته شده و زاویه اش با امتداد قائم تغییر می کند، نحوه این تغییرات را بررسی کنید. با تغییر

زاویه تابش i به اندازه ۵ درجه در هر بار، زاویه شکست r را اندازه گرفته و در هر بار $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ را که ضریب شکست آب

نسبت به هوا است را محاسبه و سپس مقدار متوسط n را حساب کنید. (جدول زیر را کامل کنید)

i								
r								
n								