

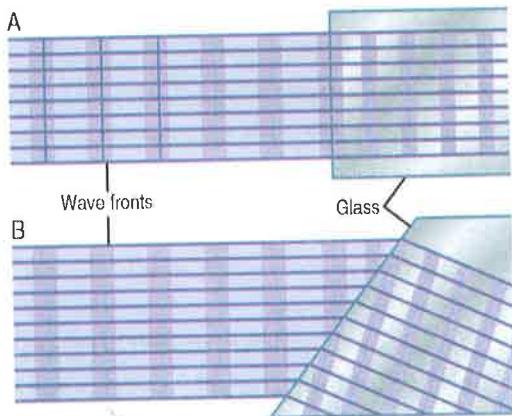
لیستهای عصبی حواس خاص

رئوی مطالعه

- | | |
|----|---|
| ۵۰ | چشم: آ. اپتیک بینایی |
| ۵۱ | چشم: ب. اعمال کیفرندهای و عصبی شبکیه |
| ۵۲ | جثنم: III. فیزیولوژی بینایی در دستگاه اعصاب مرکزی |
| ۵۳ | حس شنوایی |
| ۵۴ | حس شمایی - جعایی و بویایی |



چشم: I. اپتیک بینایی



شکل ۵۰-۱. پرتوهای نور که وارد یک سطح شیشه‌ای عمود بر پرتوهای نور می‌شوند، (A) و وارد یک سطح شیشه‌ای مایل نسبت به پرتوهای نور می‌شوند، (B) این شکل نشان می‌دهد که فاصله بین امواج پس از ورود به شیشه به حدود دو سوم فاصله امواج در هوا می‌رسد. این شکل همچنین نشان می‌دهد که پرتوهای نور پس از برخورد با سطح شیشه‌ای مایل، می‌شکند.

اختلاف داشته باشند، پرتوها کج می‌شوند. در این شکل پرتوهای نور از هوا با ضریب انکساری ۱ خارج می‌شوند و وارد یک قطعه شیشه با ضریب انکساری $1/5$ می‌شوند. در ابتدای برخورد پرتو با سطح مایل، لبه تخته‌ای پرتو قبیل از لبه فروقانی آن وارد شیشه می‌شود، جاییکه موج در قسمیت بالای پرتو با سرعت 500 km/sec به ضریب

اصول فیزیکی اپتیک

دانشجو باید قبل از اینکه امکان درک دستگاه اپتیکی چشم میسر گردد، ابتدا با اصول اساسی اپتیک شامل فیزیک انکسار نور^۱، تهرکن^۲، عمق کانون^۳، و نظایر آن آشنا گردد. در ابتدا به مرور گوته‌ای بر این اصول فیزیکی می‌پردازیم؛ و سپس در مورد اپتیک چشم بحث می‌کنیم.

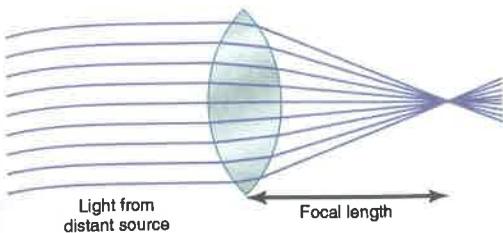
انکسار نور

ضریب انکساری^۴ یک، ماده شفاف، سرعت حرکت پرتوهای نور در هوا $300,000 \text{ Km/sec}$ است، اما در جامدات و مایعات شفاف این سرعت بسیار کمتر است، ضریب انکساری یک ماده شفاف عبارت است از نسبت سرعت نور در هوا به سرعت نور در آن ماده، ضریب انکساری هوا $1/5$ می‌باشد، بنابراین، اگر نور از یک نوع بخصوص از شیشه با سرعت $200,000 \text{ Km/sec}$ عبور کند، ضریب انکساری این شیشه عبارت است از $300,000 / 200,000 = 1.5$ تقسیم بر $1/5$ یا $1/5$.

شکست پرتوهای نور در حد فاصل بین دو محیط با ضرایب انکساری مختلف، هنگامی که پرتوهای نور که در حال حرکت به سمت جلو هستند (شکل ۱A) با سطح عمود بر پرتو برخورد می‌کنند، پرتوها بدون انحراف از مسیرشان وارد محیط دوم می‌شوند. تنها تأثیر این برخورد، کاهش سرعت هدایت نور و گوتاهتر شدن طول موج نور می‌باشد، این مسئله در شکل، با گوتاهتر شدن فاصله بین دو محیط موج نشان داده شده است.

در عبور نور از یک سطح مایل همان‌طور که در شکل ۱B می‌بینید، اگر ضرایب انکسار دو محیط با یکدیگر

- 1. optics of vision
- 2. light refraction
- 3. focusing
- 4. depth of focus
- 5. refractive index



شکل ۵۰-۲. شکست پرتوهای نور در هر سطح عدسی کروی محدب نشان می‌دهد که پرتوهای موازی نور در یک نقطه کانونی متمرکز می‌شوند.

تأثیر عدسی مقعر را بر پرتوهای نوری موازی نشان می‌دهد. پرتوهایی که وارد مرکز عدسی می‌شوند به سطحی برخورد می‌کنند که عمود بر پرتو می‌باشد و بنا بر این نمی‌شکنند. پرتوهایی که به لبه عدسی برخورد می‌کنند قبل از پرتوهایی که به مرکز عدسی برخورد می‌کنند، وارد عدسی می‌شوند. این حالت برخلاف اثر عدسی محدب است و باعث می‌شود این پرتوها از پرتوهایی که از مرکز عدسی عبور می‌کنند، دور شوند. بدین ترتیب، عدسی مقعر پرتوهای نور را اگرا می‌کند، اما عدسی محدب پرتوهای نور را همگرا می‌کند.

عدسی استوانه‌ای پرتوهای نور را تنها در یک جهت می‌شکند—با عدسی‌های کروی مقایسه کنید. شکل ۵۰-۴ هم یک عدسی کروی محدب و هم یک عدسی استوانه‌ای محدب را نشان می‌دهد. دقت کنید که عدسی استوانه‌ای پرتوهای نور را از دو طرف عدسی می‌شکند نه از بالا یا پایین عدسی. به عبارت دیگر، شکست نور در یک صفحه اتفاق می‌افتد نه در دو صفحه. بدین ترتیب، پرتوهای موازی نور در یک خط کانونی^۵ شکسته می‌شوند. بر عکس، پرتوهای نوری که از عدسی کروی عبور می‌کنند با شکست در تمام لبه‌های عدسی (در هر دو صفحه) و به طرف پرتوی مرکزی، همگی در یک نقطه کانونی جمع می‌شوند.

می‌توان نمونه‌ای از یک عدسی استوانه‌ای را با تهیه

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. convex lens | 2. convergence |
| 3. focal point | 4. diverge |
| 5. focal line | |

خود ادامه می‌دهد، در حالی که قسمتی از پرتو که وارد شیشه می‌شود با سرعت ۲۰۰،۰۰۰ km/sec می‌سیرد. این اختلاف باعث می‌شود قسمت بالایی ادامه می‌دهد. این جلوتر از قسمت پایینی بیفت، به گونه‌ای که جبهه موج دیگر عمود بر سطح شیشه نیست بلکه به سمت راست مایل می‌گردد. چون جهت عبور نور همیشه عمود بر صفحه می‌شود،

به این کجا شدن پرتوهای نور در یک سطح مایل، شکست (انکسار) نور می‌گویند. بخصوص توجه داشته باشید که درجه انکسار نور به عنوان تابعی از موارد زیر افزایش می‌یابد (۱) نسبت ضرایب انکساری دو محیط شفاف و (۲) زاویه بین حد فاصل دو محیط با جبهه موجی که وارد محیط دوم می‌شود.

کاربرد اصول انکسار عدسی‌ها

عدسی‌های محدب پرتوهای نور را مستمرکز می‌کنند. شکل ۵۰-۲ پرتوهای موازی نور را نشان می‌دهد که وارد یک عدسی محدب^۱ می‌شوند. آن دسته از پرتوهای نور که از مرکز عدسی عبور می‌کنند، دور شوند. بدین ترتیب، عدسی مقعر پرتوهای نور را اگرا می‌کند، اما عدسی محدب پرتوهای نور را همگرا می‌کند، و بنا بر این بدون اینکه شکسته شوند از عدسی عبور با سطحی که به تدریج مایل تر می‌شود برخورد می‌کنند، پرتوهای دورتر از مرکز عدسی بیشتر و بیشتر به سمت مرکز خم می‌شوند که به آن همگرایی^۲ پرتوها گفته می‌شود. نیمی از این شکست زمانی روی می‌دهد که پرتوها وارد عدسی می‌شوند و نیم دیگر شکست، در هنگام خروج از سمت مقابل عدسی روی اینکه پرتوها در هنگام خروج از عدسی به سمت مرکز می‌شکنند را تجزیه و تحلیل نماید. در نهایت، اگر انجای عدسی دقیقاً مناسب باشد، پرتوهای نوری موازی که از هر قسمت از عدسی عبور می‌کنند دقیقاً به مقدار کافی می‌شکنند به گونه‌ای که تمام پرتوها از یک نقطه واحد به نام نقطه کانونی^۳ بگذرند.

عدسی مقعر پرتوهای نور را اگرا^۴ می‌کند. شکل ۵۰-۳

یک لوله آزمایش پر از آب به خوبی نشان داد، اگر لوله آزمایش را در معرض پرتوای از نور خورشید قرار داده و یک تکه کاغذ را به تدریج به سمت مقابل لوله نزدیکتر کنیم، در فاصله معینی از لوله، پرتوهای نور به شکل یک خط کانونی در می‌آیند، عدسی کروی را می‌توان توسط یک ڈرهین معمولی نشان داد، اگر این عدسی در معرض پرتوی خورشید قرار گیرد و یک تکه کاغذ را به تدریج به عدسی نزدیکتر کنیم، پرتوهای نور در فاصله مناسبی از عدسی بر روی یک نقطه کانونی مشترک جمع می‌شوند.

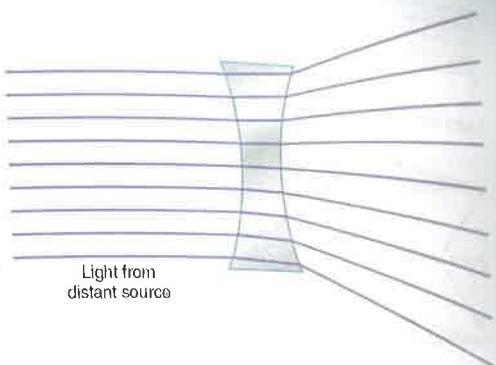
عدسی‌های استوانه‌ای مقعر پرتوهای نور را تنها در یک صفحه و اگرا می‌کنند، درست به همان نحوی که عدسی‌های استوانه‌ای محدب پرتوهای نور را در یک صفحه همگرا می‌کنند، شکل ۵۰-۵۸ نشان می‌دهد که چگونه نور از یک منبع نقطه‌ای به یک خط کانونی بوسیله یک عدسی استوانه‌ای متصرک می‌شود.

ترکیب دو عدسی استوانه‌ای به صورت عمود بر هم برابر با یک عدسی کروی است. شکل ۵۰-۵۸ دو عدسی استوانه‌ای محدب را به صورت عمود بر هم نشان می‌دهد. عدسی استوانه‌ای عمودی آن دسته از پرتوهای نور را که از دو طرف عدسی عبور می‌کند همگرا می‌کند، و عدسی استوانه‌ای افقی پرتوهای را که از بالا و پایین عدسی عبور می‌کند همگرا می‌نماید. بدین ترتیب، تمام پرتوهای نور به یک نقطه کانونی واحد تبدیل می‌شوند، به عبارت دیگر، دو عدسی استوانه‌ای که عمود پر هم قرار دارند همان کاری را انجام می‌دهند که یک عدسی کروی با همان قدرت انكساری انجام می‌دهد.

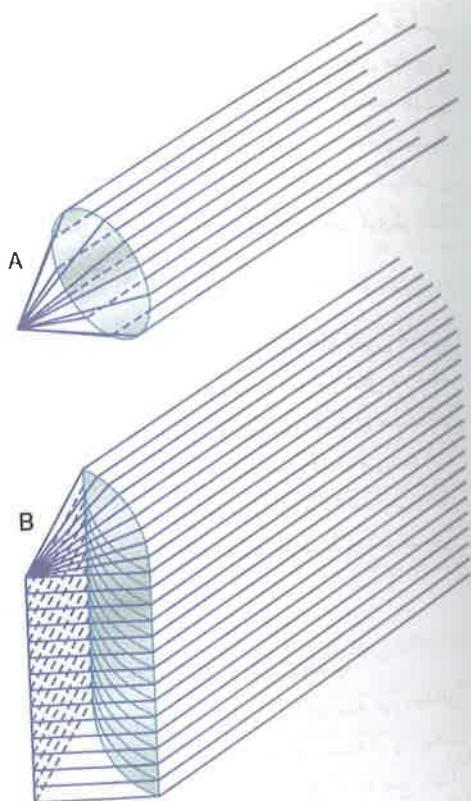
فاصله کانونی^۱ عدسی

فاصله کانونی عدسی، فاصله‌ای است در پشت عدسی محدب که پرتوهای موافق نور در آن فاصله در یک نقطه کانونی مشترک همگرا می‌شوند، طرح بالای شکل ۵۰-۶۰ این ۴۵ رکز (کانونی نشدن) پرتوهای موازی نور را نشان می‌دهد.

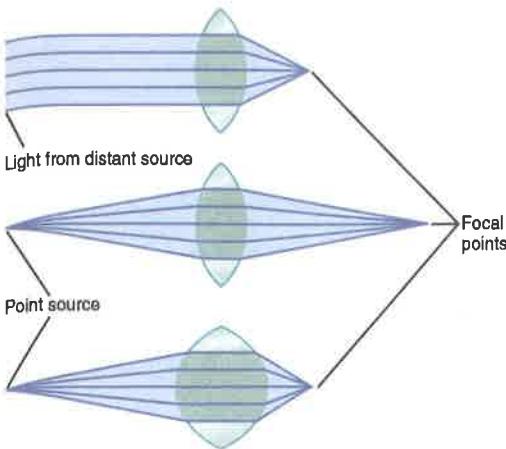
در طرح وسط این شکل، پرتوهایی که وارد عدسی



شکل ۳-۵۰. شکلیت پرتوهای نور در ۵۰ سطح عدسی کروی
مشتمل می‌دهد که پرتوهای موازی نور و اگرا می‌شوند.



شکل ۴-۵۰. A، نقطه کانونی پرتوهای موازی نور در عدسی کروی محدب. B، خط کانونی پرتوهای موازی نور در عدسی استوانه‌ای محدب.

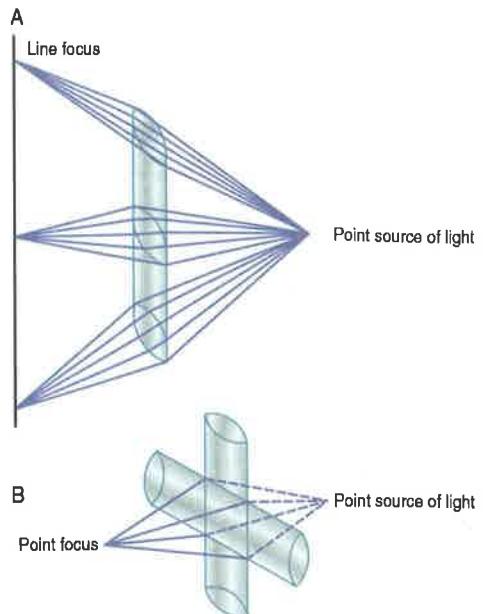


شکل ۵.۵۰-۶. دو عدسی بالای این شکل، فاصله کانونی یکسانی دارند، اما پرتوهای نوری که وارد عدسی فوکانی می‌شوند، موازی هستند، در حالی که پرتوهای نوری که وارد عدسی سطی می‌شوند، واگرا هستند؛ این شکل اثر پرتوهای موازی را در مقابل پرتوهای واگرا بر فاصله کانونی نشان می‌دهد. عدسی پایینی نسبت به دو عدسی دیگر از قدرت انکساری بسیار بیشتری برخوردار است (یعنی فاصله کانونی خیلی کوتاهتری دارد)، این شکل نشان می‌دهد که هر چه عدسی، قوی‌تر باشد. نقطه کانونی به عدسی نزدیک‌تر است.

شکل بسیار بیشتر است. در این طرح، فاصله کانونی عدسی دقیقاً مشابه حالتی است که در طرح اول این شکل ملاحظه می‌کنید یعنی حالتی که پرتوهای نور، موازی هستند و تحدب عدسی، کمتر می‌باشد. این شکل نشان می‌دهد که هم پرتوهای موازی نور و هم پرتوهای واگرا شده می‌توانند فاصله کانونی یکسانی داشته باشند. به شرط اینکه عدسی تحدب خود را تغییر دهد.

تشکیل تصویر توسط یک عدسی محدب

شکل ۵.۵۰-۷A یک عدسی محدب را با دو منبع نور نقطه‌ای در سمت چپ نشان می‌دهد. چون آن دسته از پرتوهای نور که از مرکز یک عدسی محدب می‌گذرند به هیچ یک از دو جهت نمی‌شکنند، لذا پرتوهای نوری که از هر منبع نور نقطه‌ای می‌آیند، در سمت دیگر عدسی مستقیماً در یک نقطه کانونی، که با منبع نور نقطه‌ای و مرکز عدسی در یک راستا



شکل ۵.۵۰-۵. A. تمرکز نور از یک منبع نقطه‌ای در یک خط کانونی توسط عدسی استوانه‌ای. B. دو عدسی محدب استوانه‌ای با زاویه قائم نسبت به یکدیگر، که نشان می‌دهد یک عدسی پرتوهای نور را در یک صفحه و عدسی دیگر پرتوهای نور را در صفحه‌ای عمود بر این صفحه همگرا می‌کند. ترکیب دو عدسی با یکدیگر، همان نقطه کانونی یک عدسی کروی محدب را ایجاد می‌نماید.

محدب می‌شوند موازی نیستند اما واگرا می‌شوند، زیرا منشأ نور یک منبع نقطه‌ای است که فاصله زیادی از خود عدسی ندارد. چون این پرتوها از منبع نور نقطه‌ای دور می‌شوند، لذا ملاحظه می‌کنید که فاصله کانونی آنها با فاصله کانونی در حالتی که پرتوهای نور موازی هستند یکسان نیست. به عبارت دیگر، هنگامی که پرتوهای نوری که از قبل واگرا شده‌اند از یک عدسی محدب عبور می‌کنند فاصله کانونی در سمت دیگر عدسی بیشتر از زمانی است که پرتوهای عبوری از عدسی محدب به صورت موازی هستند.

طرح پایینی شکل ۵.۵۰-۶. عبور پرتوهای نور واگرا شده را از یک عدسی محدب نشان می‌دهد ملاحظه می‌کنید که انحنای این عدسی نسبت به انحنای دو عدسی دیگر این