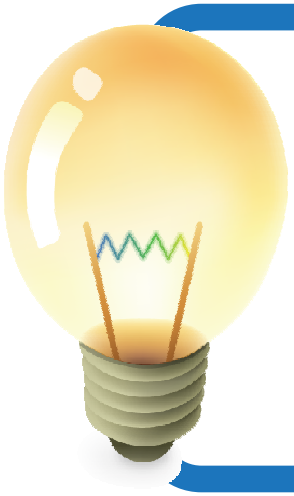
گزینه دو
مؤسسه آموزشی فرهنگی



فیزیک ۱

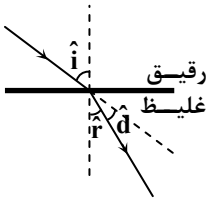
- فصل ۵

فصل۵: شکست نور

شکست نور

پرتوهای نور وقتی به‌طور مایل از یک محیط شفاف مانند هوا وارد محیط شفاف دیگری مانند آب شوند، از مسیر خود خارج و منحرف می‌شوند. این پدیده را شکست نور می‌نامند.

هنگامی‌که نور از یک محیط رقیق (هوا) به محیط غلیظی (شیشه) وارد می‌شود، در این حالت زاویه شکست از زاویه تابش کوچک‌تر است.



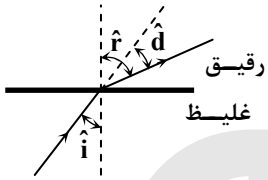
$\hat{i}$: زاویه تابش: زاویه‌ی بین پرتوی تابش و خط عمود

$\hat{r}$: زاویه شکست: زاویه‌ی بین پرتوی شکست و خط عمود

$\hat{d}$: زاویه انحراف: تفاوت بین زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی شکست

$$\hat{d} = \hat{i} - \hat{r} \qquad \hat{i} > \hat{r}$$

هنگامی‌که نور از یک محیط غلیظ (شیشه) به محیط رقیق (هوا) وارد می‌شود، از خط عمود دور می‌شود. در این حالت زاویه شکست از زاویه تابش بزرگ‌تر است.



$$\hat{d} = \hat{r} - \hat{i} \qquad \hat{i} < \hat{r}$$

قوانین شکست نور

- پرتوی تابش، پرتوی شکست و خط عمود بر سطح جدایی دو محیط هر سه در یک صفحه قرار دارند.
- برای پرتوهای نوری که از یک محیط شفاف وارد محیط شفاف دیگری می‌شوند، نسبت سینوس زاویه‌ی تابش به سینوس زاویه‌ی شکست همواره مقداری ثابت است.

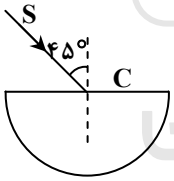
$$\frac{\text{Sin}\hat{i}}{\text{Sin}\hat{r}} = \frac{n_۲}{n_۱} = n_{۲,۱}$$

$n_۱$: ضریب شکست محیط اول

$n_۲$: ضریب شکست محیط دوم

$n_{۲,۱}$: ضریب شکست محیط دوم نسبت به محیط اول

تست: در شکل روبه‌رو پرتو SC به نقطه‌ی C (مرکز نیم استوانه‌ای شفاف) به ضریب شکست $\sqrt{۲}$ تابیده و از طرف دیگر خارج شده است. پرتو خروجی نسبت به پرتو SC چند درجه منحرف شده است؟



۱) صفر

۲) ۱۵

۳) ۶۰

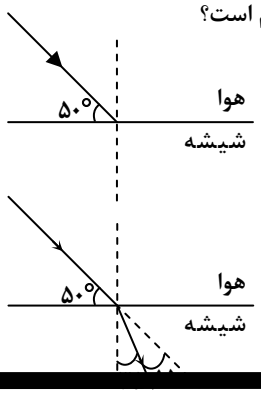
۴) ۷۵

پاسخ: گزینه ۲

$$\frac{\text{Sin}\hat{i}}{\text{Sin}\hat{r}} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{\text{Sin}۴۵^\circ}{\text{Sin}\hat{r}} = \frac{\sqrt{۲}}{۱} \Rightarrow \text{Sin}\hat{r} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \hat{r} = ۳۰^\circ$$

$$\hat{D} = \hat{i} - \hat{r} \Rightarrow \hat{D} = ۴۵^\circ - ۳۰^\circ = ۱۵^\circ$$

تست: پرتوی نوری از هوا وارد شیشه می‌شود (مطابق شکل) اگر زاویه انحراف آن ۱۵° باشد زاویه شکست کدام است؟



۱) ۶۵°

۲) ۳۵°

۳) ۵۵°

۴) ۲۵°

پاسخ: گزینه ۲

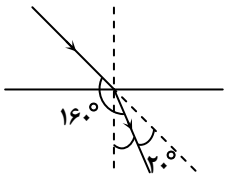
تست: پرتوی نور تک‌رنگی از هوا وارد محیط شفافی می‌شود. اگر زاویه‌ی بین پرتوهای تابش و شکست ۱۶۰° باشد زاویه‌ی انحراف چند درجه است؟

۱) ۲۰۰° ۲) ۸۰° ۳) ۲۰° ۴) ۱۰°

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به شکل می‌توان برای زاویه‌ی انحراف نوشت:

$$\hat{d} = ۱۸۰^\circ - ۱۶۰^\circ = ۲۰^\circ$$



ضریب شکست مطلق.

ضریب شکست یک محیط نسبت به خلا را ضریب شکست مطلق آن محیط می‌نامند و برابر با نسبت سرعت نور در خلاء به سرعت نور در آن محیط شفاف است.

$$n = \frac{c}{V}$$

n: ضریب شکست مطلق

c: سرعت نور در خلاء $(۳\times۱۰^۸ m/s)$

V: سرعت نور در محیط شفاف

ضریب شکست خلا و هوا در مسایل برابر یک است.

رابطه‌ی بین سرعت نور با ضریب شکست محیط:

هنگامی‌که نور از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگری وارد می‌شود بسامد، دوره تناوب و انرژی فوتون‌های نور[۱] تغییر نمی‌کند. اما طول موج و سرعت نور با ضریب شکست محیط رابطه عکس دارند.

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{n_۱}{n_۲}$$

چگونگی وضع تصویر نسبت به سطح جدایی دو محیط

I) هنگامی‌که به‌طور عمود از یک محیط رقیق به یک محیط غلیظ نگاه می‌کنیم عمق را از آن‌چه که هست کم‌تر می‌پنداریم:

$$x' = \frac{x}{n} \qquad \Delta x = x - x' = x(۱ - \frac{۱}{n})$$

n: ضریب شکست محیط غلیظ نسبت به محیط رقیق

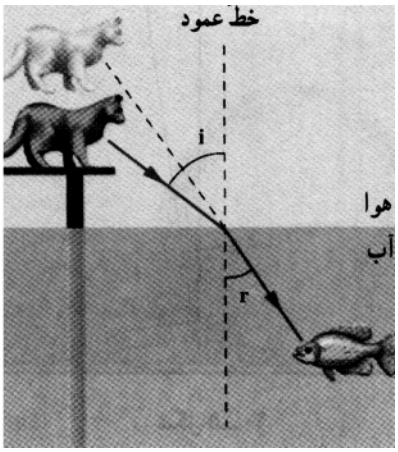
x: عمق واقعی

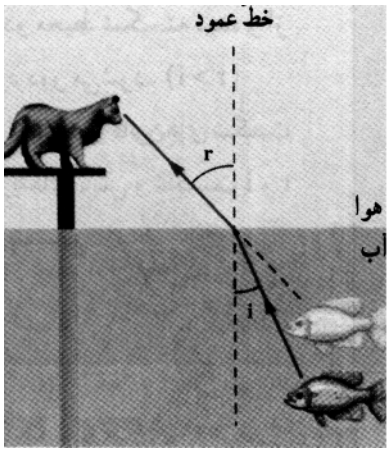
x': عمق ظاهری

Δx: مقداری که تصویر جابه‌جا می‌شود.

II) هنگامی‌که به‌طور عمود از یک محیط غلیظ به داخل یک محیط رقیق نگاه می‌کنیم، عمق را از آن چه که هست بیش‌تر می‌پنداریم:

$$x' = nx$$
$$\Delta x = x' - x = x(n-۱)$$



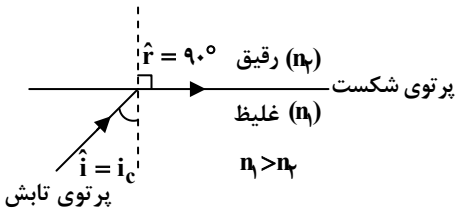


۱- در فیزیک پیش‌دانشگاهی (۲) مفصل‌تر این پدیده را بررسی خواهیم کرد.

زاویه‌ی حد

اگر نور از محیطی با ضریب شکست بیش‌تر (غلیظ) وارد محیطی با ضریب شکست کم‌تر (رقیق) شود. (همانند ورود نور از آب به هوا) پرتوی شکست از خط عمود دور می‌شود و زاویه شکست از زاویه تابش بزرگ‌تر خواهد شد.

هرگاه زاویه تابش در محیط غلیظ به حد معینی مانند زاویه $\hat{c}$ برسد، زاویه شکست ۹۰° می‌شود. i_c را زاویه حد می‌نامند.



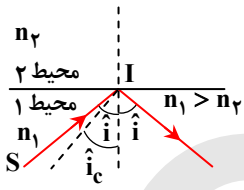
$$Sini_c = \frac{n_۲}{n_۱}$$

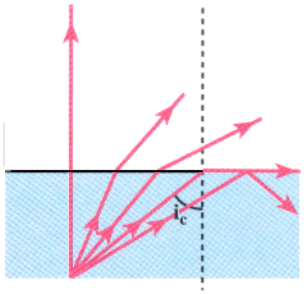
در صورتی‌که محیط دوم هوا یا خلاء باشد داریم:

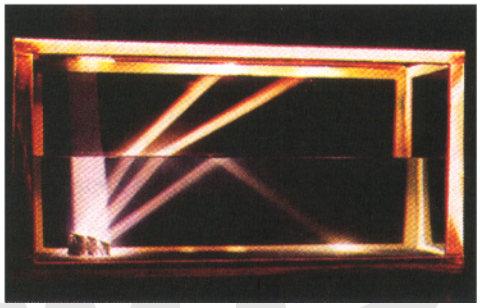
$$Sini_c = \frac{۱}{n}$$

بازتاب کلی

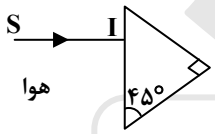
هنگامی‌که زاویه تابش از مقدار زاویه حد بزرگ‌تر باشد، نور از محیط غلیظ خارج نمی‌شود و سطح جدایی دو محیط همانند یک آینه‌ی تخت پرتوی نور را در محیط غلیظ باز می‌تاباند. این پدیده را بازتاب کلی می‌نامند.







تست: در شکل مقابل ضریب شکست منشور برابر ۲ است. پرتوی خروجی از منشور نسبت به پرتوی تابشی چند درجه منحرف می‌شود؟



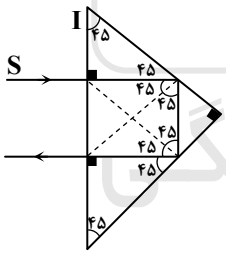
۱) ۴۵

۲) ۹۰

۳) ۱۸۰

۴) ۳۶۰

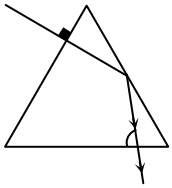
پاسخ: گزینه ۳



زاویه‌ی حد $Sin\, i_c = \frac{۱}{n}\ ,\ n = ۲ \Rightarrow Sin\, i_c = \frac{۱}{۲} \Rightarrow i_c = ۳۰^\circ$

بازتابش کلی رخ می‌دهد $\hat{i} > i_c \Rightarrow$

تست: پرتوی نوری عمود بر یک وجه منشور متساوی‌الاضلاعی می‌تابد و از قاعده آن خارج می‌شود. کدام گزینه درباره زاویه حد منشور (i_c) صحیح است؟



۱) $i_c = ۶۰^\circ$

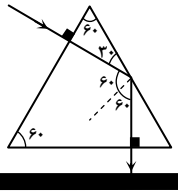
۲) $i_c > ۶۰^\circ$

۳) $i_c < ۶۰^\circ$

۴) $i_c \le ۶۰^\circ$

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به این‌که در سطح منشور بازتابش کلی رخ داده است، لذا داریم:



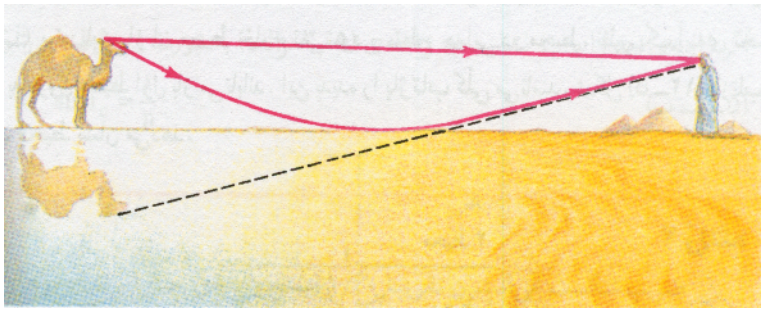
$$\hat{i} > i_c \Rightarrow i_c < ۶۰^\circ$$

↓

زاویه‌ی حد

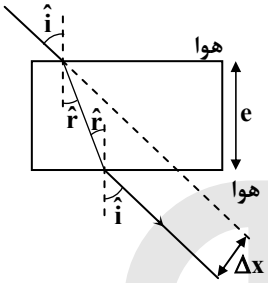
سراب

در بیابان‌ها و در جاده‌ها در روزهای گرم به‌طور معمول پدیده سراب مشاهده می‌شود. دمای لایه‌های هوا هرچه به سطح زمین نزدیک‌تر باشد، بیش‌تر است. در نتیجه رقیق‌تر و ضریب شکست آن کم‌تر است. پرتوهایی که از یک جسم نسبتاً دور به‌طور مایل به سطح زمین می‌رسد، در اثر عبور از لایـه‌های با ضریب شکست بیش‌تر به لایه‌های با ضریب شکست کم‌تر به تدریج به بالا شکست می‌یابند تا این‌که در لایه‌های نزدیک به سطح زمین، زاویه‌ی تابش آن‌ها از زاویه حد این لایه‌ها بزرگ‌تر شده و بازتاب کلی رخ می‌دهد و پرتوهای بازتابیده پس از شکست‌های متوالی به چشم ما می‌رسند. در این صورت لایه‌های نزدیک به سطح زمین که نور را باز می‌تاباند، مانند سطح آب به نظر می‌رسد.



تیغه شفاف با دو سطح موازی

محیط شفافی است که به دو سطح موازی محدود می‌باشد. نور با هر زاویه‌ای که تابش شده است، با همان زاویه نیز از تیغه خارج می‌گردد. پرتوی خروجی از تیغه با پرتوی ورودی به تیغه نیز موازی است.



$$\Delta x = e(1-\frac{1}{n})$$

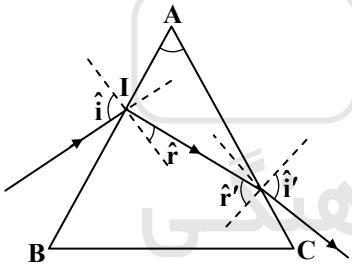
تار نوری

تار نوری میله‌ی شیشه‌ای بلندی است که ضخامت آن بسته به نوع تار از حدود کسری از میلی‌متر تا ۵۰ میلی‌متر متغیر است. نور می‌تواند درون شیشه خمیده جلو برود. هنگامی‌که نور از درون میله به سطح آن بتابد و زاویه تابش از زاویه حد بزرگ‌تر باشد، بازتاب کلی رخ می‌دهد و نور از میله خارج نمی‌شود.

تارهای نوری کاربردهای زیادی دارد، از جمله آندوسکوپی که برای دیدن داخل بدن به کار می‌رود و نیز در صنعت مخابرات برای انتقال سریع‌تر و با کیفیت داده‌ها و نیز با هزینه کم‌تر از کابل نوری به‌جای کابل‌های مسی استفاده می‌شود.

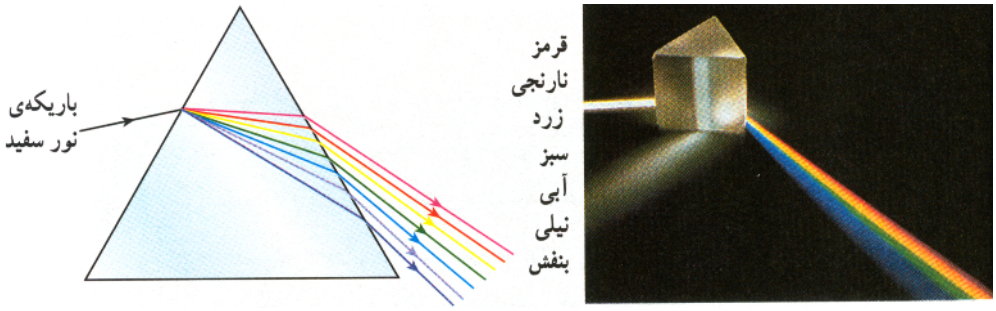
منشور

هر محیط شفافی که به دو سطح متقاطع محدود شده باشد، منشور نام دارد. هر منشور معمولاً نور را به قسمت ضخیم‌تر خود منحرف می‌کند.



زاویه رأس منشور $\hat{A} = \hat{r} + \hat{r}'$

زاویه انحراف نور در منشور $\hat{D} = \hat{D}_1 + \hat{D}_2 = (\hat{i} + \hat{i}') - (\hat{r} + \hat{r}') = i + i' - A$



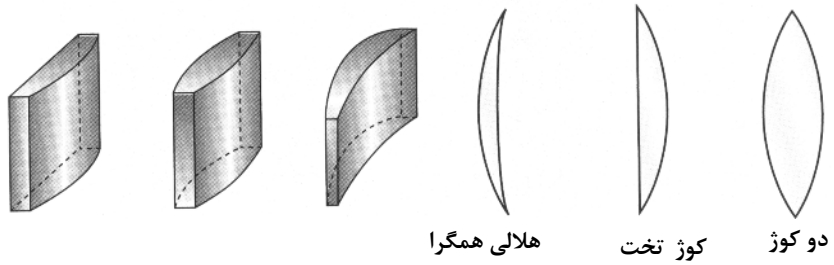
مؤسسه آموزشی فرهنگی

عدسی‌ها

هر محیط شفافی که به دو سطح کروی یا یک سطح کروی و یک سطح تخت محدود می‌شود را عدسی می‌نامند. هر عدسی را می‌توان مجموعه‌ای از منشورها دانست. در واقع رنگ‌های تشکیل‌دهنده‌ی نور سفید را می‌توان به‌کمک منشور در اثر پاشیدگی نور سفید مشاهده کرد.

عدسی همگرا:

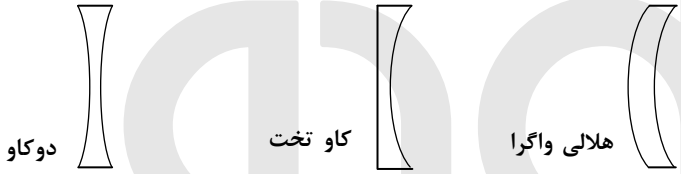
در عدسی همگرا پرتوهای تابش پس از شکست و گذر از عدسی به‌هم نزدیک می‌شوند. به‌طور معمول برای کاربردهای مختلف به شکل‌های دو کوژ، کوژ- تخت و هلالی همگرا ساخته می‌شوند.



عدسی واگرا:

در عدسی واگرا پرتوهای تابش پس از شکست و گذر از عدسی از هم دور می‌شوند.

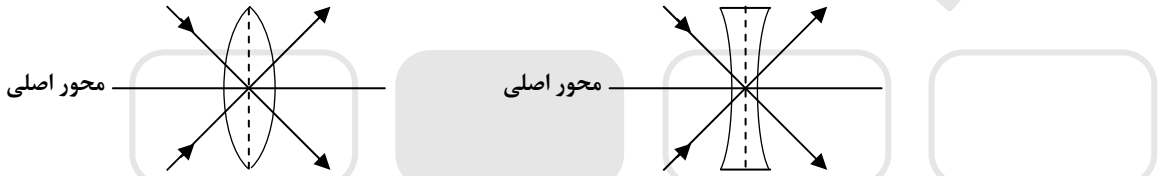
به‌طور معمول برای کاربردهای مختلف به‌صورت‌های دو کاو، کاو- تخت و هلالی واگرا ساخته می‌شوند.



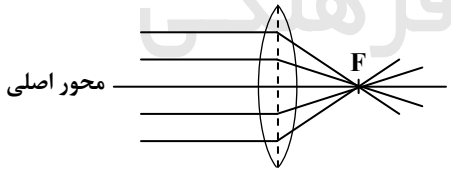
تعاریف و اصطلاحات مربوط به عدسی

محور اصلی: خطی است که مرکزهای دو سطح عدسی را به هم وصل می‌کند.

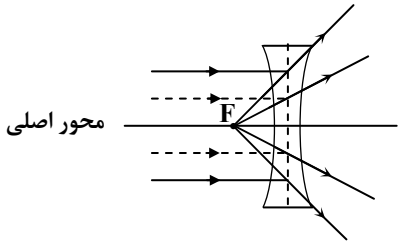
مرکز نوری (مرکز اپتیکی): نقطه‌ای روی محور اصلی عدسی و بین دو سطح عدسی است که پرتوهایی که از این نقطه عبور می‌کنند بدون شکست از عدسی عبور می‌کنند و از مسیر خود منحرف نمی‌شوند.



کانون عدسی همگرا: نقطه‌ای است که همه پرتوهای موازی با محور اصلی پس از شکست در آن نقطه روی محور اصلی به هم می‌رسند. این کانون حقیقی است و عدسی همگرا دو کانون حقیقی دارد.



کانون عدسی واگرا: نقطه‌ای است که امتداد همه پرتوهای نور موازی با محور اصلی پس از شکست به وسیله عدسی واگرا، از این نقطه روی محور اصلی عبور می‌کند. این کانون مجازی است و عدسی واگرا دو کانون مجازی داد.



رسم پرتوهای شکست در عدسی‌ها

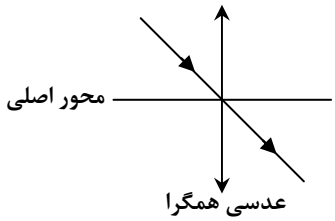
I) پرتوی نوری که به موازات محور اصلی به عدسی همگرا بتابد، پس از شکست در عدسی و گذر از آن از کانون عبور می‌کند.

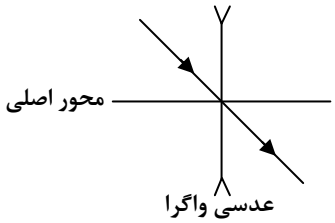
II) پرتوهای نوری که از کانون عدسی همگرا گذشته به عدسی بتابد، پس از شکست به موازات محور اصلی از عدسی خارج می‌شود.

III) پرتوهای نوری که موازی محور اصلی به عدسی واگرا بتابد، پس از شکست در عدسی و گذر از آن از هم دور می‌شوند و امتداد آن‌ها از کانون می‌گذرد.

IV) پرتوهای نوری که هنگام برخورد به عدسی واگرا امتداد آن‌ها از کانون بگذرد، موازی محور اصلی از عدسی واگرا خارج می‌شوند.

V) در عدسی همگرا و در عدسی واگرا پرتوهایی که به مرکز نوری تابیده‌اند، بدون انحراف از عدسی خارج شده‌اند.





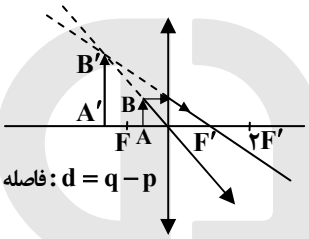
چگونگی تشکیل تصویر در عدسی همگرا

I) شیء بین کانون و عدسی باشد:

همان‌طور که در شکل دیده می‌شود پرتوهای شکست از هم دور می‌شوند و امتداد آن‌ها یکدیگر را قطع می‌کند.

تصویر مجازی است. از جسم بزرگ‌تر و مستقیم است.

کاربرد: ذره‌بین – عدسی چشمی ابزارهای نوری – عینک شخص دوربین

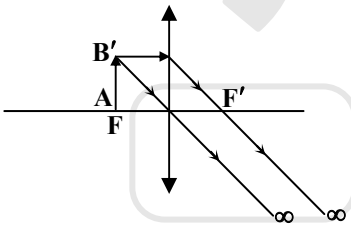


$d = q - p$: فاصله بین شی و تصویر

II) اگر شیء روی کانون باشد:

تصویر در بی‌نهایت تشکیل می‌شود.

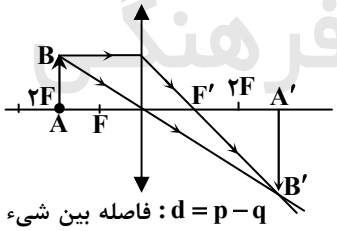
کاربرد: در ساخت نور افکن



III) شیء در فاصله‌ی بیش‌تر از **f** و کم‌تر از **۲f** باشد:

تصویر حقیقی، بزرگ‌تر از جسم، و دورتر از **۲f** در طرف مقابل تشکیل می‌شود.

کاربرد: در پروژکتور – عدسی شیء میکروسکوپ

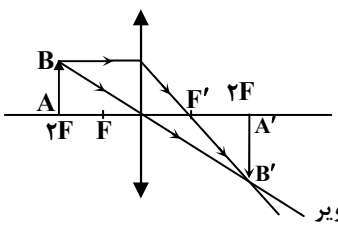


$d = p - q$: فاصله بین شیء و تصویرش

IV) شیء در فاصله‌ی **۲f** از عدسی باشد:

تصویر حقیقی، وارونه، هم‌اندازه‌ی جسم در طرف دیگر روی **۲f** تشکیل می‌شود.

کاربرد: در ماشین فتوکپی



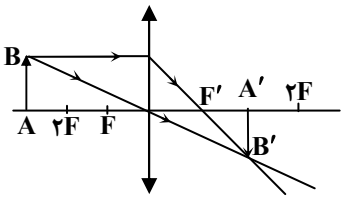
$d = ۴f$: فاصله بین شیء و تصویر

V) شیء در فاصله دورتر از $2f$ باشد:

تصویر حقیقی، وارونه، کوچک‌تر از جسم و تصویر در طرف دیگر عدسی دورتر از f و نزدیک‌تر از $2f$ تشکیل می‌شود.

کاربرد: دوربین عکاسی

$d = p + q$: فاصله بین شیء و تصویر

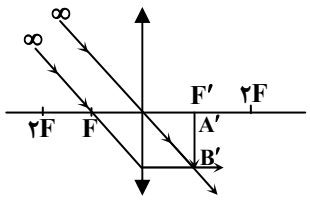


$d = p + q$:فاصله بین شیء و تصویر

VI) شیء در فاصله خیلی دور از عدسی باشد:

از آن تصویر حقیقی و وارونه روی کانون در طرف دیگر تشکیل می‌شود

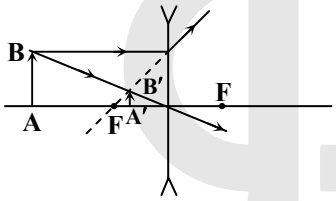
کاربرد: عدسی شیء تلسکوپ



$d = p + q$:فاصله بین شیء و تصویر

تصویر در عدسی واگرا

همان‌طور که در شکل دیده می‌شود پرتوهای شکست از هم دور می‌شوند و یکدیگر را قطع نمی‌کنند. در این عدسی‌ها با قرار گرفتن چشم در مسیر پرتوهای شکست از شیء AB تصویر مجازی $A'B'$ به‌وجود می‌آورد.



$d = p - q$ فاصله بین شیء و تصویر

در عدسی‌های واگرا شیء در هر فاصله‌ای مقابل عدسی باشد از آن تصویر مجازی، نسبت به جسم مستقیم و کوچک‌تر از آن در فاصله‌ای کم‌تر از فاصله‌ی کانونی در همان طرفی که جسم قرار دارد دیده می‌شود.

کاربرد: به‌عنوان عدسی چشمی برخی از ابزار نوری – عدسی عینک شخص نزدیک‌بین

جابه‌جایی جسم و تصویر در عدسی‌ها

اگر جسمی در مقابل عدسی حرکت کند، تصویر آن در همان جهت حرکت جسم حرکت خواهد کرد. به بیان دیگر اگر جسم به سمت راست حرکت کند، تصویر آن هم حتماً به طرف راست حرکت می‌کند.

نکته: در عدسی‌های محدب هرچه تصویر به عدسی نزدیک‌تر شود، اندازه‌ی آن کوچک‌تر می‌شود.

نکته: در عدسی‌های مقعر هرچه تصویر به عدسی نزدیک‌تر شود، اندازه‌ی آن بزرگ‌تر می‌شود.

تست: اگر شیئی را که در فاصله‌ی کانونی عدسی واگرایی قرار گرفته است از عدسی دورتر کنیم، وضع تصویر آن چگونه خواهد شد؟

۱) از عدسی دورتر، بزرگ‌تر

۲) به عدسی نزدیک‌تر، بزرگ‌تر

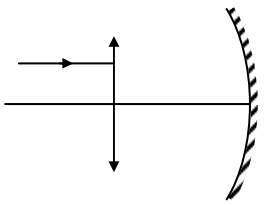
۳) به عدسی نزدیک‌تر، کوچک‌تر

۴) از عدسی دورتر، کوچک‌تر

پاسخ: گزینه ۴

چون در عدسی واگرا هرچه جسم را از عدسی دور کنیم، تصویر به کانون نزدیک‌تر (از عدسی دورتر) و کوچک‌تر می‌شود.

تست: در شکل مقابل فاصله بین رأس آینه مقعر و مرکز نوری عدسی همگرا چند cm باشد تا پرتوی نور نشان داده شده بعد از برخورد به آینه روی خودش منعکس گردد. فاصله کانونی آینه و عدسی به‌ترتیب ۵ و ۱۰ سانتی‌متر است؟



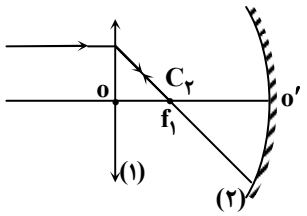
۱) ۲۰

۲) ۴۰

۳) ۱۵

۴) ۳۰

پاسخ: گزینه ۱



$$f_1 = 10, c_2 = 2f_2 = 10cm$$

$$\Rightarrow oo' = 10 + 10 = 20cm$$

روابط ریاضی در عدسی‌ها

به‌منظور انجام محاسبات در عدسی‌ها از همان روابط گفته شده در مورد آینه‌های کروی استفاده می‌کنیم، لذا از تکرار مجدد آن‌ها صرف‌نظر می‌کنیم. (روابط مربوط به عدسی همگرا مانند آینه‌ی مقعر و روابط مربوط به عدسی واگرا مانند آینه‌ی محدب است.)

تست: یک عدسی از یک شیء تصویری حقیقی می‌دهد که طول آن ۲ برابر طول شیء است. اگر فاصله شیء تا تصویرش ۴۵cm باشد فاصله کانونی عدسی چند cm است؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۲/۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۳

$$p + q = 45cm, q = 2p \Rightarrow p = 15cm$$

$$m = \frac{f}{p-f} \Rightarrow 2 = \frac{f}{15-f} \Rightarrow f = 10cm$$

تست: در یک عدسی همگرا تصویر نسبت به جسم مستقیم و فاصله آن‌ها از یکدیگر ۱۰cm است. اگر بزرگنمایی خطی $\frac{3}{2}$ باشد. فاصله کانونی این عدسی چند cm است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

پاسخ: گزینه ۴

$$q - p = 10cm, m = \frac{3}{2} = \frac{q}{p} \Rightarrow p = 20, q = 30cm$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{q} \Rightarrow f = 60cm$$

تست: در یک عدسی فاصله جسم تا تصویر مجازی آن ۱۲cm و بزرگ‌نمایی آن $\frac{1}{3}$ است. فاصله کانونی این عدسی چند cm است؟

۱) ۶ ۲) ۴ ۳) ۱۲ ۴) ۹

پاسخ: گزینه ۴

$$p - q = 12cm, p = 3q \Rightarrow p = 18cm, q = 6cm \Rightarrow -\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{q} \Rightarrow -\frac{1}{f} = \frac{1}{18} - \frac{1}{6} \Rightarrow f = 9cm$$

تست: یک عدسی از شیء حقیقی، تصویری مستقیم با بزرگ‌نمایی ۲ داده است. نوع عدسی و محل شیء کدام است؟

۱) همگرا – در فاصله کانونی ۲) همگرا – خارج از فاصله کانونی

۳) واگرا – در فاصله کانونی ۴) واگرا – خارج از فاصله کانونی

پاسخ: گزینه ۱

تست: روی محور اصلی یک عدسی همگرا شیء به فاصله ۱/۵ برابر فاصله کانونی عدسی قرار دارد. بزرگ‌نمایی عدسی کدام است؟

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینه ۳

$$m = \frac{f}{p-f} \Rightarrow m = \frac{f}{\frac{3}{2}f - f} = 2$$

تذکر: فاصله یک شیء از پرده برابر d است. یک عدسی را در دو وضعیت به فاصله L از هم، بین شیء و پرده قرار می‌دهیم. هر بار تصویر حقیقی از آن روی پرده تشکیل می‌شود. اگر فاصله کانونی عدسی برابر f باشد خواهیم داشت:

$$L = d\sqrt{1 - \frac{4f}{d}}$$

توان عدسی

توان عدسی در همگرا یا واگرا نمودن پرتوهای نور را توان عدسی می‌نامند. بنا به تعریف توان عدسی برابر با عکس فاصله‌ی کانونی عدسی است. آن را با نماد D نشان می‌دهیم.

$$D = \frac{۱}{f(m)}$$

در این رابطه فاصله کانونی برحسب متر است.

در این رابطه یکای توان عدسی برحسب $\frac{۱}{m}$ است که دیوپتر نام دارد و آن را با نماد d نشان می‌دهند. توان عدسی همگرا (مثبت) و توان عدسی واگرا (منفی) است.

تجربه نشان می‌دهد، هرچه وسط عدسی همگرا ضخیم‌تر از لبه‌ی آن باشد، پرتوهای نور پس از شکست در عدسی به یکدیگر بیش‌تر نزدیک می‌شوند و یا گفته می‌شود که عدسی قوی‌تر است. بنابراین فاصله کانونی کوچکی دارد.

همچنین می‌توان گفت در عدسی واگرا نیز هرچه لبه‌ی آن ضخیم‌تر از وسط آن باشد، پرتوهای نور پس از شکست در عدسی بیش‌تر از هم دور می‌شوند و یا گفته می‌شود که عدسی قوی‌تر است. بنابراین فاصله کانونی کوچکی دارد.

نکته: مجموعه چند عدسی نازک به هم چسبیده را عدسی مرکب می‌نامند. می‌توان نشان داد که توان یک عدسی مرکب برابر با مجموع توان هریک از عدسی‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن است:

توان عدسی مرکب $D = D_۱ + D_۲ + D_۳ + ...$

تست: یک عدسی همگرا با فاصله کانونی $۱۲/۵cm$ را به یک عدسی واگرا با فاصله کانونی $۵۰cm$ به هم می‌چسبانیم. همگرایی مجموعه آن‌ها چند دیوپتر است؟

۱) ۶ ۲) ۱۰ ۳) ۵ ۴) -۲

پاسخ: گزینه ۱

$$D_۱ = \frac{۱}{\frac{۱۲/۵}{۱۰۰}} = ۸d, D_۲ = \frac{-۱}{\frac{۵۰}{۱۰۰}} = -۲d \Rightarrow D_T = D_۱ + D_۲ = ۶d$$

تست: در یک عدسی همگرا از یک شیء، تصویری مجازی و به طول ۲ برابر شیء تشکیل شده است. اگر فاصله شیء و تصویر $۲۵cm$ باشد، همگرایی این عدسی چند دیوپتر است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

$$q - p = ۲۵, q = ۲p \Rightarrow p = ۲۵$$

$$m = \frac{f}{f-p} = ۲ \Rightarrow ۲f - ۲p = f \Rightarrow f = ۲p = ۵۰cm$$

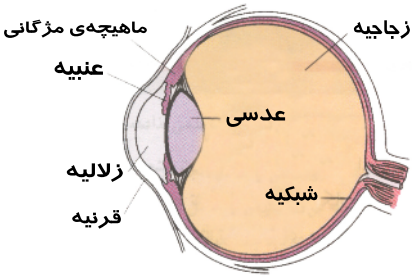
$$D = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{\frac{۱}{۲}} = ۲d$$

چشم و معایب آن

عدسی چشم یک عدسی همگرای دو کوژ است. که به وسیله‌ی یک دسته تارهای آویزی نگه داشته شده است، این تارهای آویزی به یک ماهیچه به‌نام ماهیچه مژگانی متصل شده است که می‌تواند ضخامت عدسی را تغییر دهد. هنگامی‌که ماهیچه در حال استراحت است، عدسی بزرگ‌ترین فاصله‌ی کانون را دارد و تصویر شیء دور را روی شبکیه می‌اندازد. برای دیدن اشیاء نزدیک، ماهیچه‌ی مژگانی منقبض شده و ضخامت عدسی زیاد می‌شود، در نتیجه فاصله کانونی کم‌تر می‌شود تا تصویر شیء روی شبکیه بیفتد.

* تغییر فاصله‌ی کانونی چشم برای ایجاد تصویرهای واضح از اجسام دور یا نزدیک روی شبکیه، تطابق نام دارد.

دوام دید: تصویری که روی شبکیه تشکیل می‌شود از خود اثری به‌جای می‌گذارد که در حدود یک پانزدهم ثانیه طول می‌کشد. این مدت، دوام دید نام دارد.



گستره‌ی دید طبیعی: یک چشم سالم می‌تواند برای فاصله‌های از حدود $25cm$ تا بی‌نهایت عمل تطابق را انجام دهد. در افراد جوان این فاصله از $25cm$ نزدیک‌تر و در افراد مسن دورتر می‌شود.

مطالعه آزاد

نزدیک‌بینی

یک چشم نزدیک‌بین می‌تواند اشیاء نزدیک را واضح ببیند، اما تصویر اشیاء دور در جلوی شبکیه تشکیل می‌شود. بیش‌ترین فاصله‌ی دید شخص نزدیک‌بین از یک چشم سالم کم‌تر است.

این عیب با به‌کار بردن یک عدسی هلالی واگرا اصلاح می‌شود.

$$\text{نمره عینک شخص نزدیک‌بین } D = \frac{-1}{\text{حداکثر فاصله دید(m)}}$$

منظور از حداکثر فاصله دید دورترین مکانی است که اگر جسمی در آن جا باشد، چشم بدون تطابق می‌تواند آن را واضح ببیند.

تست: عدسی عینک شخص نزدیک‌بین ..... و نمره آن ..... است.

۱) واگرا – مثبت ۲) واگرا – منفی ۳) همگرا – منفی ۴) همگرا – مثبت

پاسخ: گزینه ۲

تست: شخصی که برای دیدن اجسام دور از عینکی به شماره ۲- دیوپتری استفاده می‌کند، بدون عینک حداکثر فاصله چند متر را واضح می‌بیند؟

۱) ۰/۲ ۲) ۲ ۳) ۰/۵ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۳

$$D = -2 = \frac{-1}{\text{حداکثر فاصله دید}} \Rightarrow \text{حداکثر دید} = \frac{1}{2}m = 0/5m$$

دوربینی

یک چشم دوربین تنها می‌تواند اشیاء دور را واضح ببیند و تصویر اشیاء نزدیک در پشت شبکیه تشکیل می‌شود. نقطه‌ی نزدیک چشم دوربین از نقطه‌ی نزدیک چشم سالم دورتر است.

این عیب با استفاده از یک عدسی هلالی همگرا برطرف می‌شود.

$$\text{نمره عینک شخص دوربین } D = \frac{1}{\text{فاصله شیء از چشم(m)}} - \frac{1}{\text{حداقل رؤیت شخص(m)}}$$

کم‌ترین فاصله دید چشم، نزدیک‌ترین مکانی است که اگر جسم در آن جا باشد چشم می‌تواند آن را واضح ببیند بدون آن‌که فشار زیادی برچشم وارد شود.

تست: چشم شخصی دوربین است. و اشیاء نزدیک‌تر از $75cm$ به چشم خود را نمی‌بیند. این شخص برای خواندن روزنامه که آن را در فاصله $30cm$ چشم خود نگه می‌دارد از چه عینکی باید استفاده کند؟

۱) همگرا – نمره ۰/۵+ ۲) همگرا – نمره ۲+ ۳) واگرا – نمره ۲- ۴) واگرا – نمره ۴/۵-

پاسخ: گزینه ۲

$$D = \frac{1}{\text{حداقل دید}} - \frac{1}{\text{فاصله شیء}} \Rightarrow D = \frac{100}{30} - \frac{100}{75} = \frac{10}{3} - \frac{4}{3} = \frac{6}{3} = +2 \text{ همگرا}$$

آستیگماتیسم

این عیب هنگامی روی می‌دهد که حداقل یکی از سطح‌های شکست‌دهنده نور (قرنیه یا عدسی) در چشم کروی نباشد برای این چشم تصویر تشکیل‌شده در یک راستا واضح است و در راستای دیگر واضح نیست.

این عیب به‌وسیله‌ی یک عدسی استوانه‌ای به‌گونه‌ای اصلاح می‌شود که انحنای بیش‌تر این عدسی انحنای کم‌تر قرنیه در این راستا را جبران می‌کند.

میکروسکوپ

ساختمان اصلی یک میکروسکوپ از دو عدسی همگرا تشکیل شده است که در دو انتهای یک لوله قرار دارند. محور اصلی دو عدسی بر هم منطبق است.

عدسی نزدیک شیء را عدسی شیء می‌نامند که فاصله کانونی آن در حدود چند میلی‌متر است.

عدسی که چشم در پشت آن واقع است را عدسی چشمی می‌نامند و فاصله کانونی آن در حدود چند سانتی‌متر است.

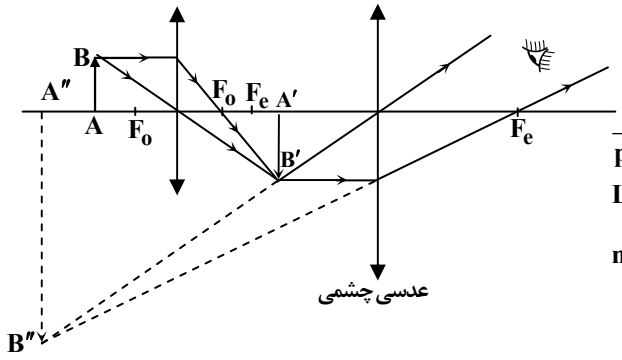
جسم‌های کوچک و روشن را خارج از فاصله کانونی عدسی شیء اما خیلی نزدیک به کانون آن قرار می‌دهند.

عدسی شیء از شیء AB مقابل آن تصویر حقیقی و بزرگ‌تر و وارونه $(A'B')$ را به‌وجود می‌آورد.

$$\frac{1}{p_\circ} + \frac{1}{q_\circ} = \frac{1}{f_\circ}$$

فاصله بین دو عدسی را به‌گونه‌ای تنظیم می‌کنند که تصویر حقیقی $(A'B')$ به‌وجود آمده توسط عدسی شیء در فاصله کانونی عدسی چشمی قرار گیرد.

تصویر نهایی در میکروسکوپ که توسط عدسی چشمی به‌وجود می‌آید $(A''B'')$ از جسم (AB) بزرگ‌تر است نسبت به آن معکوس و مجازی است.



در عدسی چشمی: $\frac{1}{p_e} - \frac{1}{q_e} = \frac{1}{f_e}$

طول لوله‌ی میکروسکوپ: $L = q_o + p_e$

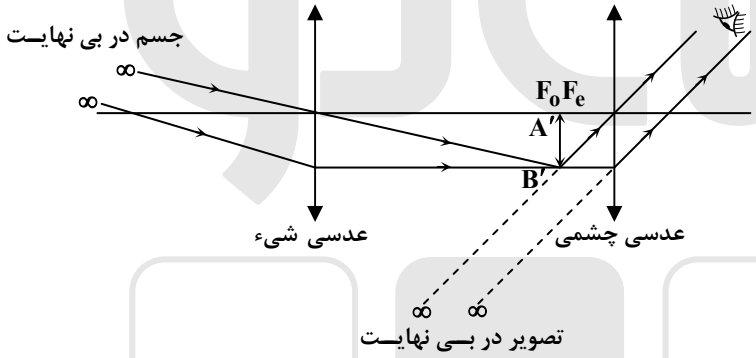
بزرگ‌نمایی میکروسکوپ: $m = \frac{A''B''}{AB} = \frac{A'B'}{AB} \times \frac{A''B''}{A'B'} = m_o \times m_e$

دوربین نجومی (تلسکوپ):

ساختمان آن مشابه میکروسکوپ است و از دو عدسی همگرای هم محور درست شده است. باید توجه داشت که ستاره‌ها اجسام بسیار بزرگی هستند که به دلیل دوری از چشم ما بسیار کوچک و ریز به نظر می‌رسند. دوربین نجومی ستاره را بزرگ‌تر نمی‌کند بلکه آن‌ها را به چشم ما نزدیک‌تر می‌کند.

در دوربین نجومی برخلاف میکروسکوپ فاصله کانونی عدسی شیء از عدسی چشمی بزرگ‌تر است.

فاصله کانونی عدسی شیء در حدود چند متر و فاصله کانونی عدسی چشمی در حدود چند سانتی‌متر است. اولین تصویر $(A'B')$ در سطح کانونی عدسی شیء تشکیل می‌شود. معمولاً فاصله دو عدسی از هم را طوری تنظیم می‌کنند که کانون‌های دو عدسی بر روی هم منطبق باشد. در نتیجه آخرین تصویر نیز در بی‌نهایت دور تشکیل می‌شود.



طول لوله‌ی تلسکوپ: $L = f_o + f_e$

بزرگ‌نمایی تلسکوپ $= \frac{f_o}{f_e}$

تست: یک دوربین نجومی از یک شیء بسیار دور تصویری در بی‌نهایت تشکیل داده است. اگر فاصله دو عدسی $85cm$ و فاصله کانونی عدسی چشمی $5cm$ باشد. توان عدسی شیء چند دیوپتر است؟

۱) ۱/۲۵ ۲) ۰/۸ ۳) ۰/۹ ۴) ۱۷

پاسخ: گزینه ۱

$$85 = f_o + f_e \Rightarrow f_o = 80cm$$

$$D = \frac{1}{f_o} = \frac{1}{\frac{80}{100}} = 1/25$$