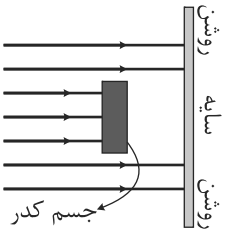
فصل اول نور

نکته

☑ به صورت ساده می‌توان گفت نور عامل دیدن اجسام است.

وقتی نور به یه جسم برخورد می‌کنه، ۳ تا حالت ممکنه پیش بیاد:

۱- توسط جسم جذب بشه (اجسام کدر):



در این صورت اگه پشت جسم یه پرده باشه، قسمتی از پرده که نور بهش نمی‌رسه (*چون جذب جسم کدر شده!*) می‌گن سایه (و به قسمتی که نور بهش می‌رسه، می‌گن روشن!)

۲- توسط جسم بازتاب بشه (اجسام براق):

از این خاصیت واسه ساختن آینه‌ها استفاده می‌کنن. نورهایی که از صورت نورانی شما! منتشر میشه، به آینه می‌خوره و برمی‌گرده می‌ره توی چِشِتون، واسه همینه که می‌تونید خودتون‌رو ببینید.

۳- از جسم عبور کنه (اجسام شفاف):

اینکه سنگ‌های کف‌رودخونه رو میشه دید، یا اینکه اجسام پشت شیشه رو میشه دید، به خاطر اینه که نور می‌تونه از توی آب یا شیشه عبور کنه و به چشم ما برسه.

☑ اجسام دور و بر ما معمولاً ترکیبی از این سه جسم هستند. یعنی درصدی از نور را جذب، درصدی را بازتاب و مابقی را از خود عبور می‌دهند.

فصل نور را در ۴ بخش بررسی می‌کنیم:

بخش اول: اجسام کدر (سایه و نیم‌سایه)

بخش دوم: اجسام براق (بازتاب نور، آینه‌ها)

بخش سوم: اجسام شفاف (شکست نور، منشور، عدسی)

بخش چهارم: دستگاه‌های نوری (چشم، میکروسکوپ، تلسکوپ، دوربین عکاسی)

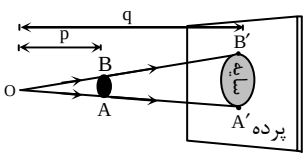
بخش اول: اجسام کدر

نکته

منبع نور نقطه‌ای: اگر چشمه نور بسیار کوچک باشد که تا حدی بتوان آن را یک نقطه فرض کرد، آن را چشمه نور نقطه‌ای می‌نامیم.

مثال: ستارگان برای ما که در فاصله دور از آنها هستیم یک منبع نقطه‌ای نور هستند.

اگر جسم کدری در مقابل یک نقطه‌ی نورانی (منبع نور نقطه‌ای) قرار گیرد، فقط سایه تشکیل می‌شود.



$p =$ فاصله جسم از منبع $q =$ فاصله سایه از منبع

$L = AB =$ طول جسم $L' = A'B' =$ طول سایه

☑ نسبت $\frac{L'}{L}$ بزرگنمایی نام دارد و آن‌را با m نمایش می‌دهند: $m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{L'}{L} = \frac{q}{p}$

☑ اگر مساحت جسم و سایه با هم مقایسه شوند رابطه روبه‌رو برقرار است:

$S =$ مساحت جسم ، $S' =$ مساحت سایه

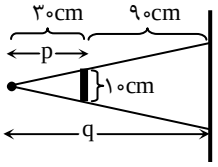
$$\frac{S'}{S} = \left(\frac{q}{p}\right)^2 = m^2$$

☞ تشکیل سایه توسط جسم کدر نشون می‌ده که نور به صورت خط راست منتشر می‌شود.

۱. جسمی به شکل مربع و به ضلع ۱۰cm در فاصله‌ی ۳۰cm از یک منبع نقطه‌ای نور و ۹۰cm از یک پرده قرار دارد. طول ضلع سایه و مساحت آن به ترتیب چند cm و cm^2 است؟

۱) ۳۰ و ۳۰۰ ۲) ۴۰ و ۴۰۰ ۳) ۳۰ و ۹۰۰ ۴) ۴۰ و ۱۶۰۰

اول یه نگاه به شکل بندازید:



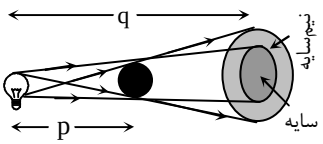
$$p = ۳۰cm$$
$$q = ۳۰ + ۹۰ = ۱۲۰cm$$
$$\frac{L'}{L} = \frac{q}{p} = \frac{۱۲۰}{۳۰} = ۴ \rightarrow L' = ۴L = ۴\times ۱۰ = ۴۰cm$$

$$S = ۱۰\times ۱۰ = ۱۰۰cm^2, \frac{S'}{S} = (\frac{q}{p})^2 = (\frac{۱۲۰}{۳۰})^2 = (۴)^2 = ۱۶ \Rightarrow S' = ۱۶S = ۱۶\times ۱۰۰ = ۱۶۰۰cm^2$$

●○○○

نکته

اگر جسم کدر در مقابل یک منبع نور گسترده قرار گیرد سایه و نیم‌سایه تشکیل می‌شود.



$$\frac{y}{ss'} = \frac{q-p}{p}$$
$$\frac{x+y}{AB} = \frac{q}{p}$$

x: پهنای سایه (قطر سایه)، y: پهنای نیم سایه

AB: پهنای جسم کدر، ss': پهنای منبع نور

۲. جسمی به شکل دایره و به قطر ۸cm در ۲۰ سانتی‌متری یک منبع گسترده‌ی نورانی به شکل دایره و به قطر ۴cm قرار دارد. اگر فاصله‌ی پرده تا منبع نور ۱۲۰cm باشد، قطر سایه و پهنای نیمسایه به ترتیب چند cm است؟

۱) ۲۸ و ۴۸ ۲) ۴۸ و ۲۸ ۳) ۲۰ و ۲۸ ۴) ۲۸ و ۲۰

$$\frac{y}{۴} = \frac{۱۰۰}{۲۰} \Rightarrow y = ۲۰cm$$
$$\frac{x+۲۰}{۸} = \frac{۱۲۰}{۲۰} \Rightarrow x + ۲۰ = ۴۸ \Rightarrow x = ۲۸cm$$

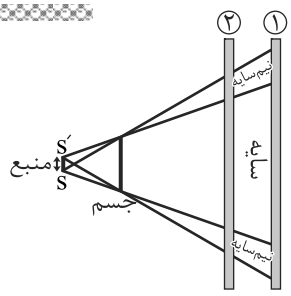
●○○○

نکته

بررسی تغییرات سایه و نیم‌سایه با جابه‌جایی جسم و پرده و منبع

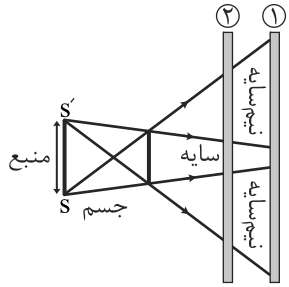
۱) درصورتی‌که قطر منبع نورانی از قطر جسم کدر کوچک‌تر باشد با نزدیک شدن پرده به جسم یا جسم به پرده،پهنای سایه و نیم‌سایه هر دو کاهش می‌یابد.

خودتون دور یا نزدیک‌شدن منبع از جسم‌رو بررسی کنید.



۲) درصورتی‌که قطر منبع نورانی از جسم کدر بزرگ‌تر باشد با نزدیک شدن پرده به جسم یا جسم به پرده پهنای سایه افزایش و نیم‌سایه کاهش می‌یابد.

خودتون حرکت منبع و تأثیر اون روی سایه و نیم‌سایه رو بررسی کنید.

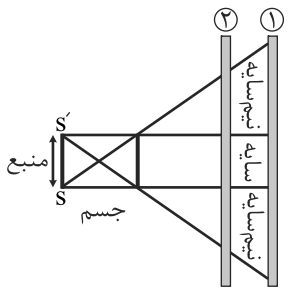


۳) درصورتی‌که قطر منبع نورانی با قطر جسم کدر برابر باشد با نزدیک شدن پرده به جسم یا جسم به پرده پهنای سایه ثابت و نیم‌سایه کاهش می‌یابد.

☑ در هر سه حالت فوق پهنای نیم‌سایه کاهش می‌یابد.

☑ دور کردن منبع نورانی از جسم مانند نزدیک کردن پرده به جسم است.

با همه‌ی این حرفا، بازم پیشنهاد من اینه که تو این‌جور مسائل شکل رو تا حالتو رسم کنید! خیلی آسون‌تر از حفظ کردن ۲۴ حالت مختلفشه!



خودتون حرکت منبع و تأثیر اون روی سایه و نیم‌سایه رو بررسی کنید.

۳. **جسم کدری را به یک منبع نورانی گسترده نزدیک می‌کنیم. اگر جسم بزرگ‌تر از منبع نورانی باشد سایه و نیم‌سایه به ترتیب ..... و ..... می‌شوند.**

۱) کوچک‌تر ـ بزرگ‌تر ۲) کوچک‌تر ـ کوچک‌تر

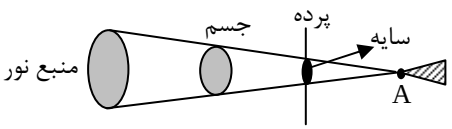
۳) بزرگ‌تر ـ بزرگ‌تر ۴) بزرگ‌تر ـ کوچک‌تر

○●○○

۴. **سایه توپی که مقابل منبع نور کدری با شعاع بزرگتر از شعاع توپ قرار دارد، روی پرده‌ای مشاهده می‌شود. با دور کردن پرده از توپ چه تغییری در ابعاد سایه ایجاد می‌شود؟** **(تجربی سنجش ـ ۸۸)**

۱) کاهش می‌یابد تا محو شود. ۲) افزایش می‌یابد تا محو شود.

۳) ابتدا کاهش و پس افزایش می‌یابد. ۴) ابتدا افزایش و پس کاهش می‌یابد.

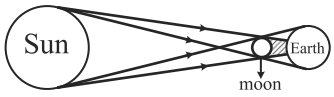


با توجه به شکل اگر پرده تا نقطه A دور شود، چیزی از سایه باقی نخواهد ماند.

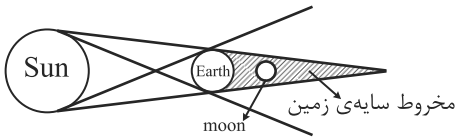
○○○●

نکته

در خورشید گرفتگی، سایه و نیم‌سایه‌ی ماه بر روی سطح زمین تشکیل می‌شود.



در ماه گرفتگی، ماه وارد مخروط سایه‌ی زمین می‌شود.



۵. **به هنگام گرفتن ماه یا خورشید کدام گزینه درست است؟**

۱) اگر فاصله‌ی خورشید از زمین زیادتر شود، قطعه سایه‌ی ماه بزرگ‌تر می‌شود.

۲) اگر فاصله‌ی خورشید از زمین کم‌تر شود، قطعه سایه‌ی ماه بزرگ‌تر می‌شود.

۳) اگر فاصله‌ی ماه از زمین زیادتر شود، قطعه سایه‌ی زمین بزرگ‌تر می‌شود.

۴) اگر فاصله‌ی ماه از زمین کم‌تر شود، قطعه سایه‌ی زمین کوچک‌تر می‌شود.

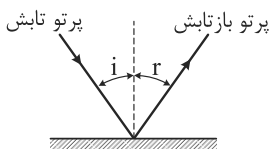
گزینه‌ی ۳ و ۴ الزاماً غلط است، تنها گزینه‌های ۱ و ۲ می‌ماند که از بین این دو بار رسم شکل، گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

○○○●

بخش دوم: اجسام براق

نکته

هنگامی‌که یک پرتو نور به یک سطح براق برخورد می‌کند، بازتاب می‌شود. در این صورت:

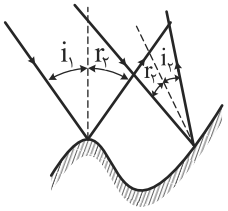


قوانین بازتاب:

۱- i (زاویه پرتو تابش با خط عمود) و r (زاویه پرتو بازتابش با خط عمود) همواره برابر هستند. $(i = r)$

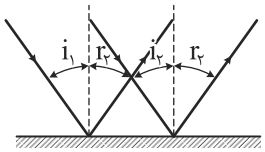
۲- پرتو تابش و بازتابش و خط عمود بر سطح، هر سه در یک صفحه‌اند.

☑ حتی اگر سطح، غیرتخت و غیرصیقلی باشد باز هم $i = r$ است. اگرچه این سطوح برخلاف سطوح صیقلی تخت، پرتوهای موازی را موازی، بازتاب نمی‌کنند.



۶. **زاویه‌ی بین پرتو تابش با سطح، برابر است با زاویه‌ی بین پرتو تابش با پرتو بازتاب، در این صورت زاویه‌ی تابش چند درجه است؟** **(آزاد تجربی ـ ۸۴)**

۱) ۶۰ ۲) ۴۵ ۳) ۳۰ ۴) ۷۵



$$۹۰-i=i+r \xrightarrow{\text{می دانیم که } i=r} ۹۰-i=۲i \Rightarrow ۳i=۹۰ \Rightarrow i=۳۰$$

○●○○

نکته

همونطور که قبلاً گفتیم، از بازتاب نور تو آینه‌ها استفاده میشه. آینه‌ها رو به دو دسته آینه‌های تخت و آینه‌های کروی تقسیم می‌کنیم:

آینه‌های تخت

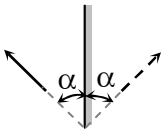
ویژگی‌های تصویر در آینه‌های تخت:

۱- تصویر با جسم هم‌اندازه است. $(m=۱)$

۲- تصویر مجازی است.

۳- تصویر مستقیم است.

۴- تصویر وارون جانبی است.



۵- فاصله‌ی تصویر تا سطح آینه (p) برابر فاصله جسم تا سطح آینه (q) است. $(p=q)$

۶- تصویر و جسم نسبت به آینه متقارن هستند، پس زاویه‌ای که جسم و تصویر با آینه می‌سازند همواره باهم برابر است.

۷. شخصی جلوی یک آینه تخت قرار دارد و به تدریج عقب می‌رود. در این صورت اندازه‌ی تصویر .....

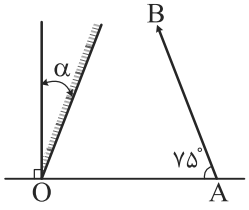
۱) کوچک‌تر می‌شود.
۲) بزرگ‌تر می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) هر سه حالت ممکن است.

وقتی شخصی عقب می‌ره، قدش تغییر می‌کنه؟ معلومه که نه! پس اگه قد کامران خان ۱/۹۰ باشه، وقتی عقب می‌ره بازم قدش ۱/۹۰ می‌مونه. اندازه‌ی تصویر هم که میشه همون اندازه‌ی جسم. پس اندازه‌ی تصویر هم همیشه ۱/۹۰ می‌مونه و تغییر نمی‌کنه. پس چرا ما وقتی عقب می‌ریم تصویرمون رو کوچیک‌تر می‌بینیم؟ چون تصویر دور میشه و کوچیک به نظر می‌یاد. مثل هواپیما که می‌ره تو هوا کوچیک به‌نظر می‌رسه ولی واقعاً که کوچیک نمیشه بابایی!

○●○○

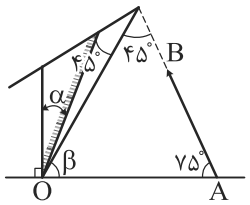
۸. جسم AB مقابل یک آینه‌ی تخت که با راستای قائم زاویه α می‌سازد قرار دارد. زاویه α چند درجه باشد تا اگر آینه را حول نقطه O به اندازه‌ی ۱۰ درجه در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، راستای تصویر AB بر امتداد AB عمود شود؟

(سراسری ریاضی ـ ۸۹)



۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۲۰
۴) ۳۰

اگر بخواهیم راستای تصویر بر امتداد جسم عمود شود باید زاویه‌ای که راستای جسم با آینه می‌سازد $\frac{۹۰}{۲}=۴۵^\circ$ باشد.

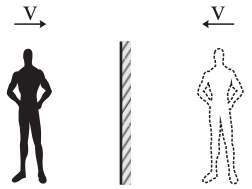


$$\beta+۴۵^\circ+۷۵^\circ=۱۸۰^\circ \rightarrow \beta=۶۰^\circ$$

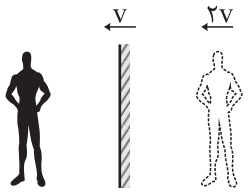
$$\alpha+۱۰^\circ+\beta=۹۰^\circ \xrightarrow{\beta=۶۰} \alpha=۲۰^\circ$$

○●○○

۱) اگر جسمی با سرعت v به آینه ساکن نزدیک شود، تصویر آن با سرعت v به آینه و با سرعت ۲v به جسم نزدیک می‌شود.



۲) اگر آینه با سرعت v به جسم ساکن نزدیک شود، تصویر با سرعت v به آینه و با سرعت ۲v به جسم نزدیک خواهد شد.

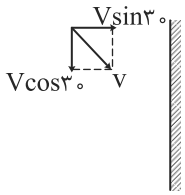


سرعت‌های روی شکل نسبت به ناظر ساکن (کسی که ثابت وایساده و داره حرکت رو نگاه می‌کنه) می‌باشد.

☑ در حالت اول تصویر با سرعت v و در حالت دوم تصویر با سرعت ۲v حرکت می‌کند.

☑ روابط فوق برای جابه‌جایی جسم و تصویر هم صحیح است.

۹. جسمی با سرعت ۱۰متربرثانیه به یک آینه‌ی تخت نزدیک می‌شود و جهت سرعت آن با سطح آینه زاویه‌ی ۳۰ درجه می‌سازد. سرعت انتقال تصویر نسبت به شی چند متر بر ثانیه است؟ **(جامع ۲ سنجش تجربی ـ ۸۹)**



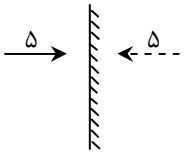
۱) ۵

۲) ۱۵

۳) ۱۰

۴) ۲۰

اون چیزی که برای ما مهمه، مولفه‌ی عمود بر سطح سرعت است.



$$\Rightarrow \quad v\sin ۳۰^\circ = ۱۰(\frac{۱}{۲}) = ۵$$

در نتیجه، سرعت یکی نسبت به دیگری $۵+۵=۱۰\frac{m}{s}$ است.

○●○○

نکته

۱) اگر شعاع تابش ثابت باشد و آینه به اندازه α درجه دوران کند، شعاع بازتابش نسبت به حالت قبل به اندازه ۲α دوران می‌کند.

۲) اگر زاویه‌ی تابش به اندازه‌ی α زیاد (زیاد) شود زاویه‌ی بازتابش هم به اندازه‌ی α زیاد (کم) می‌شود و زاویه‌ی بین پرتو تابش و بازتابش به اندازه‌ی ۲α زیاد (کم) می‌شود.

۳) اگر زاویه‌ی تابش را k برابر کنیم:

الف) زاویه‌ی بازتابش هم k برابر می‌شود.

ب) زاویه‌ی بین شعاع تابش و بازتابش هم k برابر می‌شود.

۱۰. زاویه‌ی تابش پرتویی را ۲۰° افزایش می‌دهیم. در نتیجه زاویه‌ی محدود به پرتو تابش و بازتابش ۳ برابر می‌شود. زاویه‌ی تابش اولیه چند درجه بوده است؟ **(سنجش ـ ۸۱)**

۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۵

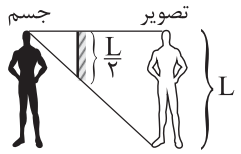
چون زاویه‌ی بین پرتوهای تابش و بازتابش ۳ برابر شده پس حتماً زاویه تابش هم ۳ برابر شده دیگه! از طرفی سؤال گفته که زاویه‌ی تابش ۲۰° زیاد شده. پس اگه زاویه تابش اولیه رو α بنامیم، داریم:

$$\alpha + ۲۰ = ۳\alpha \rightarrow ۲۰ = ۲\alpha \rightarrow \alpha = ۱۰^\circ$$

○●○○

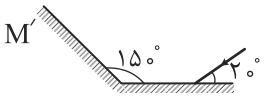
نکته

☑ برای اینکه فردی به طول L بتواند در یک آینه تخت تصویرش را به‌طور کامل ببیند، حداقل آینه‌ای به طول $\frac{L}{۲}$ لازم دارد. این موضوع مستقل از فاصله‌ی فرد تا آینه است.



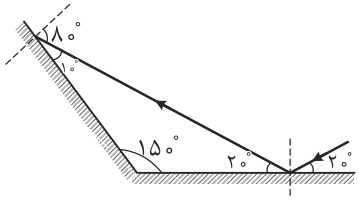
گاهی اوقات دو آینه‌ی متقاطع داریم که یک پرتو نور به یکی از آن‌ها تابیده می‌شود. در این صورت با کمک قوانین بازتاب و این‌که مجموع زوایای داخلی مثلث ۱۸۰°است، زاویه‌ی خواسته شده را به‌دست می‌آوریم.

۱۱. در شکل روبه‌رو پرتو نور در ادامه‌ی مسیر، با زاویه‌ی تابش چند درجه به M' می‌تابد؟ **(سراسری تجربی ـ ۸۴)**



۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) ۷۰ ۴) ۸۰

وقتی پرتو به آینه‌ی اول می‌خوره، طبق قوانین بازتاب، با همون زاویه‌ای که تابیده شده بازتاب میشه. پس زاویه بازتاب هم با سطح آینه، ۲۰°خواهد بود.



برای پیدا کردن زاویه‌ی بین پرتو نور با آینه‌ی دوم از این نکته استفاده می‌کنیم که مجموع زوایای داخلی مثلث باید ۱۸۰°باشد، پس $۱۸۰-۱۵۰-۲۰=۱۰$ یعنی زاویه‌ی پرتو با سطح آینه‌ی دوم ۱۰°خواهد بود. اما حواستان باشد، زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتابش با خط عمود سنجیده می‌شوند پس شما باید ۸۰°را اعلام کنید!

●○○○

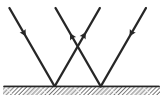
نکته

☑ تعداد تصاویر در دو آینه‌ی تخت متقاطع به زاویه بین دو آینه بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می‌آید:

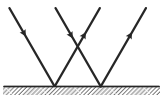
$$n=\frac{۳۶۰}{\alpha}-۱ \quad (\alpha: \text{زاویه‌بین دو آینه})$$

α	۰	۳۰	۴۵	۶۰	۹۰
n	∞	۱۱	۷	۵	۳

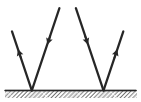
برخورد پرتوها با آینه تخت



۱- اگر یک دسته شعاع نورانی همگرا به آینه تخت برخورد کند، پرتوهای بازتابش ابتدا همگرا سپس واگرا می‌باشند.



۲- اگر یک دسته شعاع نورانی موازی به آینه تخت برخورد کند، پرتوهای بازتابش نیز موازی خواهند بود.



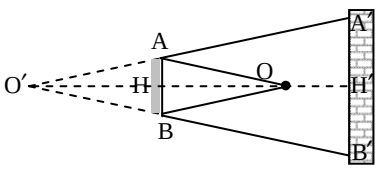
۳- اگر یک دسته شعاع نورانی واگرا به آینه تخت برخورد کند، پرتوهای بازتابش نیز واگرا می‌باشند.

میدان دید آینه تخت

اگر فاصله بین پرتوها دائماً در حال کاهش باشد پرتوها را همگرا می‌نامیم.
و اگر فاصله بین پرتوها دائماً در حال کاهش باشد پرتوها را واگرا می‌نامند.

☑ به محدوده‌ای که یک ناظر می‌تونه توسط یک آینه مشاهده کنه میدان دید می‌گیم.
میدان دید به نوع آینه، ابعاد آینه و فاصله شخص از آینه بستگی دارد.

☑ اگر شخصی در نقطه‌ی O مقابل آینه‌ی تخت AB ایستاده باشد، طول و مساحتی که از دیوار پشت سر خود در آینه می‌بیند از روابط زیر به دست می‌آید.



مساحت دید: S'

مساحت آینه: S

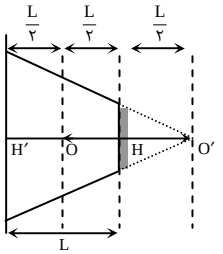
قطر میدان دید: $A'B'$

قطر آینه: AB

$$\overset{\Delta}{O'AB} \sim \overset{\Delta}{O'A'B'} \Rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{O'H'}{O'H} \quad و \quad \frac{S'}{S} = (\frac{O'H'}{O'H})^{۲}$$

۱۲. شخصی در وسط فاصله‌ی بین یک دیوار و آینه‌ی تخت موازی آن قرار دارد. اگر مساحت آینه $۲۰۰cm^{۲}$ باشد، شخص چند سانتی‌متر مربع از سطح دیوار را در آینه می‌تواند ببیند؟ (سنجش ـ ۸۲)

۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۹۰۰ ۴) ۱۸۰۰



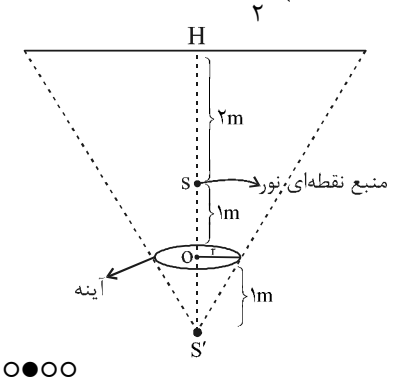
$$\left(\frac{O'H'}{O'H}\right)^{۲} = \left(\frac{۳\frac{L}{۲}}{\frac{L}{۲}}\right)^{۲} = \frac{\text{مساحت میدان دید}}{\text{مساحت آینه}} = ۹$$

پس مساحت میدان دید ۹ برابر سطح آینه است، یعنی: $۹\times۲۰۰ = ۱۸۰۰cm^{۲}$

●○○○

۱۳. آینه‌ی تختی به شکل دایره به شعاع ۲۵ سانتی‌متر روی زمین قرار دارد. یک منبع نقطه‌ای نور را روی محور دایره و در فاصله‌ی یک متری بالای آن می‌گذاریم. اگر ارتفاع سقف از زمین ۳ متر باشد، مساحت لکه‌ی نورانی تشکیل شده روی سقف چند متر مربع است؟

۱) $\frac{\pi}{۴}$ ۲) $\frac{۹\pi}{۱۶}$ ۳) π ۴) $\frac{\pi}{۲}$



$$\frac{\text{مساحت لکه نورانی}}{\text{مساحت آینه}} = \left(\frac{S'H}{S'O}\right)^{۲} = (\frac{۴}{۱})^{۲} = ۱۶$$

$$\text{مساحت لکه نورانی} = ۱۶\times\frac{\pi}{۱۶} = \pi \Rightarrow \text{مساحت آینه} = \pi r^{۲} = \pi(\frac{۲۵}{۱۰۰})^{۲} = \frac{\pi}{۱۶}m^{۲}$$

○●○○

نکته

آینه‌های کروی

آینه‌های مقعر (کاو): سطح داخلی کره، بازتاب‌دهنده نور است و پرتوهای بازتابیده شده از این آینه نسبت به پرتوهای تابیده شده، همگراتر هستند.

آینه‌های محدب (کوژ): سطح خارجی کره، بازتاب‌دهنده نور است و پرتوهای بازتابیده شده از این آینه نسبت به پرتوهای تابیده شده واگراتر هستند.

نکته

☑ **مشخصات آینه‌های کروی:**

۱- مرکز آینه (C): مرکز کره‌ای را که آینه قسمتی از سطح آن است، مرکز آینه گویند.

۲- محور اصلی: هر خطی که از مرکز گذشته و آینه را قطع کند، محور نام دارد.

محور تقارن آینه را محور اصلی گویند.

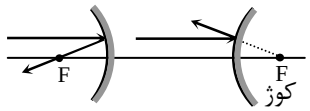
۳- رأس آینه (S): محل برخورد محور اصلی با آینه را رأس آینه گویند.

۴- کانون اصلی (F): هرگاه یک دسته پرتو، موازی محور اصلی به سطح یک آینه کروی بتابد، دسته‌ی پرتو یا امتداد آن‌ها پس از بازتاب همدیگر را در یک نقطه قطع می‌کنند، این نقطه کانون اصلی آینه نام دارد. کانون اصلی تقریباً وسط مرکز و رأس آینه قرار دارد.

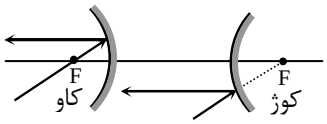
۵- فاصله کانونی (f): به فاصله‌ی کانون تا آینه، فاصله‌ی کانونی گویند.

☑ فاصله کانونی تقریباً نصف شعاع است: $f = \frac{R}{۲}$

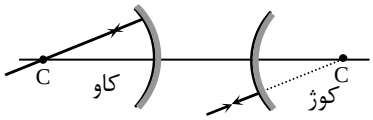
پرتوها در آینه‌های کروی



۱- نوری که موازی محور اصلی آینه باشد،پس از بازتاب:
در آینه‌ی کاو (مقعر) از (F) عبور می‌کند.
در آینه‌ی کوژ (محدب) به گونه‌ای بازتاب می‌شود که امتداد آن از F بگذرد.



۲- نوری که در آینه‌ی کاو از F عبور کند و یا در آینه‌ی کوژ به گونه‌ای باشد که امتداد آن از F عبور کند؛ پس از بازتابش موازی با محور اصلی بازتاب می‌شود.

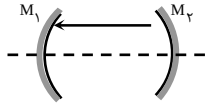


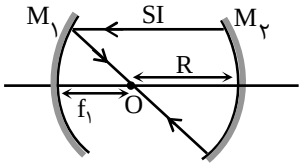
۳- نوری که در آینه‌ی کاو از C (مرکز کره) عبور کند و یا این‌که در آینه‌ی کوژ به گونه‌ای عبور کند که امتدادش از C بگذرد؛ روی خودش بازتاب می‌شود.

☑ اگر پرتویی به غیر از سه حالت بالا به آینه بتابد، در آن نقطه ابتدا خط عمود بر آینه را رسم می‌کنیم. خط عمود بر سطح آینه شعاع دایره‌ای است که از آن نقطه عبور می‌کند. بنابراین باید از مرکز دایره خطی به نقطه برخورد پرتو تابش به سطح آینه رسم کنیم، سپس زاویه بازتاب را برابر تابش قرار داده و پرتو بازتاب را رسم کنیم.

۱۴. شعاع تک‌رنگ SI به موازات محور اصلی به آینه‌ی $M_۱$ می‌تابد و پس از انعکاس از آینه‌ی دوم روی خودش منعکس می‌شود. اگر فواصل کانونی آینه‌های $M_۱$ و $M_۲$ به ترتیب ۱۰cm و ۲۰cm باشد، فاصله‌ی دو آینه از یکدیگر چند سانتی‌متر است؟

۱) ۳۰ ۲) ۵۰
۳) ۴۰ ۴) ۶۰

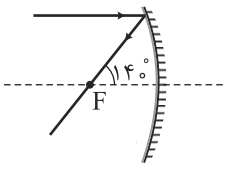




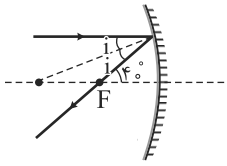
پرتوی SI موازی محور اصلی به آینه $M_۱$ برخورد می‌کند، پس بازتابش آن از کانون $M_۱$ عبور خواهد کرد، سپس به آینه‌ی $M_۲$ برخورد می‌کند چون گفته شده که روی خود بر می‌گردد پس معلومه از مرکز آینه‌ی $M_۲$ عبور کرده.
پس نقطه‌ای O در شکل مقابل کانون آینه‌ی $M_۱$ و مرکز آینه‌ی $M_۲$ است. نقطه‌ی O از آینه‌ی $M_۱$، ۱۰cm (فاصله کانونی) و از آینه‌ی $M_۲$، ۴۰ سانتی‌متر (۲ برابر فاصله‌ی کانونی) فاصله دارد. بنابراین فاصله‌ی دو آینه ۵۰cm است.

○○●○

۱۵. با توجه به شکل، زاویه تابش چند درجه است؟



۱) ۴۰
۲) ۸۰
۳) ۲۰
۴) ۷۰



$\hat{i} + \hat{r} = ۴۰ \Rightarrow \hat{r} = \hat{i} = ۲۰$

○●○○

۱۶. دسته پرتو همگرایی به یک آینه‌ی محدب (کوژ) می‌تابد. پرتوهای بازتابش از آینه چگونه است؟ **(سراسری ریاضی ـ ۷۸)**

۱) موازی ۲) واگرا
۳) همگرا ۴) بسته به شرایط هر سه ممکن است.

اگه پرتوهای تابیده شده به آینه‌ی محدب واگرا باشند، پرتوهای بازتابش واگراتر می‌شن و اگه موازی باشند، واگرا می‌شن.
اگه پرتوهای تابیده شده به آینه‌ی محدب همگرا باشند، ۳ حالت پیش می‌آد: اگه زور آینه به پرتوهای همگرا برسه، اون‌ها رو واگرا می‌کنه. اگه زورش به اندازه پرتوهای همگرا باشه، اون‌ها رو موازی می‌کنه و اگه زورش کم‌تر از پرتوهای همگرا باشه فقط می‌تونه همگرایی پرتوها را کم‌تر کنه.
(هرچی فاصله‌ی کانونی یک آینه کم‌تر باشه، زورش بیش‌تره)

●○○○

نکته

فرمول آینه‌های کروی

☑ هرگاه فاصله‌ی جسم تا آینه را با p و فاصله تصویر تا آینه را با q و فاصله کانونی را با f نمایش دهیم، آینه‌های کروی در حالت کلی از رابطه زیر پیروی می‌کنند:

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

☑ هرگاه تصویر حقیقی باشد، q مثبت و هرگاه مجازی باشد، q منفی است. همچنین اگر پس از محاسبه، q منفی به‌دست آید، نتیجه می‌گیریم تصویر مجازی است.

(تصویر حقیقی در محل برخورد پرتوهای همگرا و تصویر مجازی در محل برخورد امتداد پرتوهای واگرا تشکیل می‌گردد.)

☑ هرگاه کانون،حقیقی باشد (آینه‌ی کاو)، f مثبت و هرگاه کانون مجازی باشد (آینه‌ی کوژ) f منفی است.

☑ **بزرگنمایی:** تعریف بزرگنمایی در همه جای فصل نور همان چیزی است که قبلاً گفتیم:

فاصله‌ی تصویر تا آینه ← q ، طول تصویر ← $A'B'$
بزرگ‌نمایی ← $m=\left|\frac{q}{p}\right|=\frac{A'B'}{AB}$
فاصله‌ی جسم تا آینه ← p ، طول جسم ← AB

☑ شعاع آینه R، برابر $2f$ است: $R=2f$

آینه کاو (مقعر)

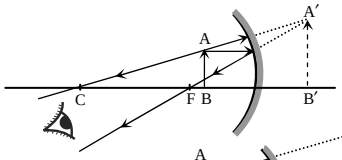
☑ همیشه به یاد داشته باشید که مهم‌ترین فرمول شما برای حل سؤال آینه‌ها $\frac{1}{f}=\frac{1}{q}+\frac{1}{p}$ است. (به علامت q و f دقت شود.)

☑ کانون در آینه کاو (مقعر) حقیقی است، یعنی اگه یک دسته پرتو موازی محور اصلی به آینه بتابد، خود پرتوها از کانون عبور می‌کنند. $\Leftarrow f>0$

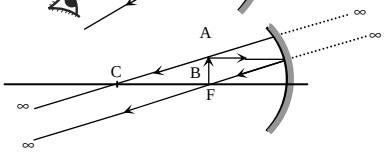
☑ تصویر بنابر موقعیت جسم می‌تواند حقیقی یا مجازی باشد؛ اگر مقدار q منفی به‌دست آمد، نتیجه می‌گیریم تصویر مجازی است.

حالات مختلف تصویر در آینه مقعر:

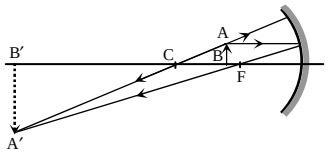
۱) جسم بین F و آینه باشد: تصویر مجازی، مستقیم، بزرگ‌تر از جسم و در پشت آینه تشکیل می‌شود.



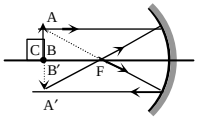
۲) جسم روی کانون باشد: تصویر در ∞ تشکیل می‌شود. (یعنی تصویر تشکیل نمی‌شود)



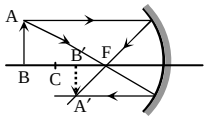
۳) جسم بین F و C باشد: تصویر حقیقی، وارون،بزرگ‌تر از جسم و خارج از مرکز تشکیل می‌شود.



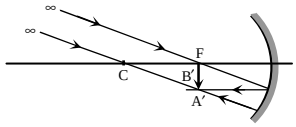
۴) جسم روی مرکز باشد: تصویر حقیقی، وارون، برابر جسم و روی مرکز تشکیل می‌شود.



۵) جسم خارج مرکز باشد: تصویر حقیقی، وارون، کوچک‌تر از جسم و بین F و C تشکیل می‌شود.



۶) جسم در ∞ باشد: تصویر حقیقی، وارون، کوچک‌تر و روی کانون تشکیل می‌شود.



۱۷. در آینه‌ی مقعر کدام مطلب برای شیء حقیقی صحیح است؟ **(آزاد ریاضی ـ ۸۴)**

۱) وقتی که تصویر بزرگ‌تر می‌باشد، مجازی و نسبت به شیء وارونه است.
۲) وقتی که تصویر بزرگ‌تر می‌باشد، حقیقی و نسبت به شیء مستقیم است.
۳) وقتی که تصویر کوچک‌تر می‌باشد، مجازی و نسبت به شیء مستقیم است.
۴) وقتی که تصویر کوچک‌تر می‌باشد، حقیقی و نسبت به شیء وارونه است.

آینه مقعر هم تصویر مجازی تولید می‌کند هم تصویر حقیقی،که تصویرهای مجازی همیشه بزرگ‌تر از جسم هستند ولی تصویرهای حقیقی، هم می‌تونن بزرگ‌تر از جسم باشند هم کوچک‌تر از جسم. پس اگه تصویری تو آینه‌ی مقعر بزرگ‌تر از جسم بود هم می‌تونه حقیقی باشه هم مجازی. ولی اگه تصویری تو آینه‌ی مقعر کوچک‌تر از جسم بود حتماً حقیقیه!
یه موضوع دیگه! تصویرهای مجازی (تو هر دو تا آینه) همیشه مستقیم هستند و تصویرهای حقیقی همیشه وارونه هستند.
با این اوصاف گزینه‌های ۱و۲ غلطه. گزینه‌ی ۳ هم که غلطه، چون گفتیم که فقط تصویرهای حقیقی هستند که می‌تونن کوچک‌تر از جسم باشن.
●○○○

۱۸. می‌خواهیم به کمک آینه‌ی مقعر و یک چشمه‌ی نقطه‌ای نور، دسته پرتو همگرا بسازیم که در فاصله‌ی بین آینه و چشمه به هم برسند. در این صورت محل قرار دادن چشمه‌ی نور کدام است؟

۱) بین کانون و مرکز آینه ۲) بین آینه و مرکز ۳) دورتر از مرکز آینه ۴) نزدیک‌تر از کانون آینه

از یه چشمه‌ی نقطه‌ای نور یه دسته پرتو به آینه مقعر برخورد می‌کنه و بازتابشون هم، همگراست و در فاصله‌ی بین آینه و چشمه قراره به هم برسند. جایی که این پرتوهای همگرا به هم می‌رسند تصویر حقیقی چشمه‌ی نقطه‌ای نور تشکیل میشه.
پس میشه سؤال رو به این صورت تغییر داد: چشمه‌ی نقطه‌ای نور کجا باشه تا تصویر حقیقی‌اش بین چشمه و آینه تشکیل بشه؟ جوابش هم معلومه: بعد از C یعنی دورتر از مرکز آینه.

○●○○

هنگامی که بزرگ‌نمایی (m) داده می‌شود به جای q می‌توانید mp قرار دهید و البته اگر تصویر مجازی است علامت منفی را فراموش نکنید.

فاصله جسم تا تصویر(Δ) :
- تصویر حقیقی: $\Delta = p - q \Leftarrow m < ۱$ ، $\Delta = q - p \Leftarrow m > ۱$
- تصویر مجازی: $\Delta = |q| + p \leftarrow$

در حالت کلی در آینه‌ی کاو داریم: $m = \dfrac{f}{|p - f|}$

۱۹. یک آینه‌ی مقعر از یک جسم تصویری حقیقی می‌دهد که طول آن ۱/۵ برابر طول جسم و فاصله‌ی تصویر از جسم ۴ سانتی‌متر است. فاصله‌ی کانونی این آینه‌چند سانتی متر است؟ **(آزاد ریاضی ـ ۸۵)**

۱) ۵ ۲) ۴/۸ ۳) ۶ ۴) ۸

روش اول: تصویر حقیقی است و بزرگ‌تر از جسم $(m > ۱)$ پس فاصله‌ی جسم و تصویر عبارت است از: $\Delta = q - p = ۴cm$

از طرفی طول تصویر ۱/۵برابر طول جسم است، یعنی بزرگ‌نمایی ۱/۵ است: $\dfrac{q}{p} = ۱/۵$

$q = ۱/۵p \Rightarrow \Delta = ۱/۵p - p = ۰/۵p = ۴cm \Rightarrow p = ۸cm, q = ۱۲cm$