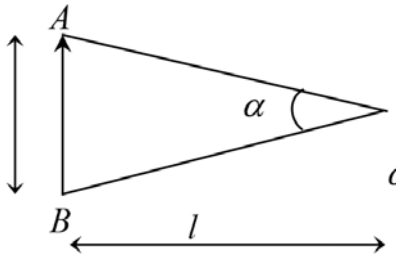
ب

تمرین شماره ۱۳ فیزیک پایه اول دبیرستان – مبحث نورشناسی – آینه‌های کروی (۱)

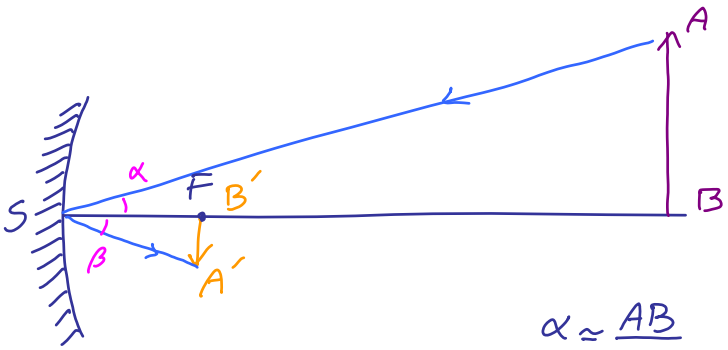
Note Title

۱- «قطر ظاهری» یا «اندازه دید ظاهری» – که آن را با α نمایش می دهیم – برای هر جسم اندازه زاویه‌ای است که جسم از دید یک ناظر تحت آن رویت می‌شود. واضح است که این زاویه با طول جسم رابطه مستقیم و با فاصله آن از ناظر رابطه معکوس دارد. می‌توان اثبات کرد برای زوایای کوچک (کمتر از ۶ درجه) این زاویه بر حسب رادیان برابر طول جسم تقسیم بر فاصله جسم تا ناظر است. یعنی:



$$\alpha = \frac{AB}{l} \quad (if \quad \alpha < 6^\circ)$$

ثابت کنید در آینه‌های کروی وقتی جسم در فاصله بسیار دور قرار می‌گیرد اندازه تصویرش از رابطه $A'B' = \alpha.f$ قابل محاسبه است.



اگر $2\alpha < 6^\circ$ آنگاه $\alpha \simeq \frac{AB}{SB}$ و در نتیجه $2\alpha \simeq \frac{2AB}{SB}$

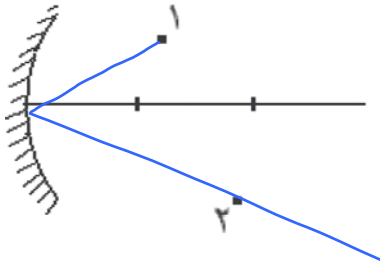
$$\alpha = \beta \Rightarrow S\hat{A}B \sim S\hat{A}'B' \Rightarrow \frac{AB}{SB} = \frac{A'B'}{SB'} = \frac{A'B'}{f}$$

پس $\alpha \simeq \frac{A'B'}{f}$ یا $A'B' \simeq \alpha.f$

۲- شاید تا به حال کاغذ را با تمرکز نور خورشید توسط یک ذره‌بین سوزانده باشید! نقطه تمرکز نور خورشید در واقع تصویر حقیقی خورشید است که روی کاغذ افتاده است. همین کار را می‌توان با آینه مقعر نیز انجام داد. فرض کنید توسط یک آینه کروی نور خورشید را روی کاغذی متمرکز کرده‌اید؛ اما حرارت آن برای سوزاندن کاغذ کافی نیست. باتوجه به سوال قبل چه تغییری در مشخصات آینه می‌تواند باعث سوزاندن کاغذ شود؟ چرا؟

در مثال قبل اگر $A'B'$ نشان دهنده ابعاد تصویر خورشید باشد، با کاهش آن می‌توان نور و انرژی دریافتی از خورشید توسط آینه را در محدوده کوچکتری متمرکز کرد و باعث افزایش دما در آن محدوده شد. برای کاهش $A'B'$ طبق رابطه قبل باید f را کاهش داد چون α قابل تغییر نیست. برای کاهش f باید شعاع انحنای آینه را کاهش داد.

۳- با ذکر علت مسیر پرتویی را مشخص کنید که از نقطه ۱ خارج شده و پس از بازتاب در آینه از نقطه ۲ بگذرد.



ابتدا تصویر نقطهٔ ۱ را پیدا می کنیم. از محل این تصویر خطی به نقطهٔ ۲ وصل می کنیم.

سپس این خط را امتداد می دهیم تا به آینه برسد. محل برخورد خط به آینه را

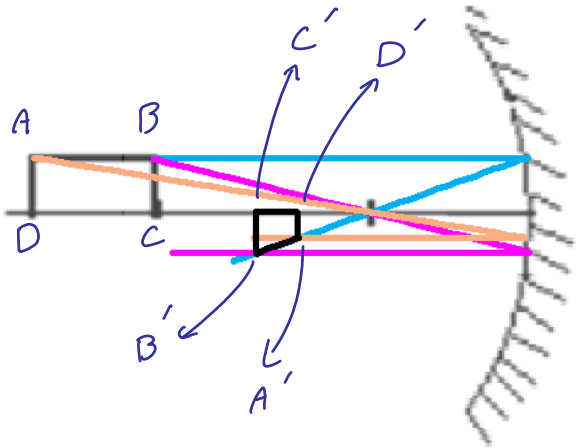
به نقطهٔ ۱ وصل می کنیم.

تصویر نقطهٔ ۱

چون هر پرتویی که از نقطهٔ ۱ به آینه می تابد پس از بازتاب از آینه از محل تصویر عبور می کند، پس خطوط رسم شده یکی از

پرتوهای مذکور است که از نقطهٔ ۲ نیز عبور می کند

۴- تصویر جسم در آینه را بصورت کیفی رسم نمایید.



A' محل برخورد پرتوی آبی و نارنجی

B' محل برخورد پرتوی آبی و ارغوانی

C' و D' به ترتیب در همان فواصل B' و A'

از آینه قرار دارند اما بر روی محور اصلی واقع شده اند.

۵- متحرکی در حال حرکت بر روی محور اصلی یک آینه مقعر با سرعت V و از فاصله بسیار دور به سمت راس آینه است. در حالت‌های زیر سرعت حرکت تصویر را با جسم مقایسه کنید و بگویید چه رابطه‌ای میان بزرگنمایی در هر حالت و سرعت جسم و تصویر وجود دارد.

- جسم بیرون از مرکز باشد.
- جسم بین مرکز و کانون باشد.
- جسم در فاصله کانونی باشد.

برای آینه محدب چه می‌شود گفت؟

برای آینه مقعّر:

هنگامی که جسم بیرون از مرکز باشد و با سرعت V به سمت آینه بیاید، تصویر آن با سرعتی کمتر از V از کانون به

سمت مرکز حرکت کرده و از آینه دور می‌شود. در این حالت بزرگنمایی کوچکتر از یک است.

هنگامی که جسم بین کانون و مرکز باشد و با سرعت v به سمت آینه بیاید، تصویر آن با سرعتی بیشتر از v از مرکز به سوی بی نهایت حرکت کرده و از آینه دور می‌شود. در این حالت بزرگنمایی بزرگتر از یک است.

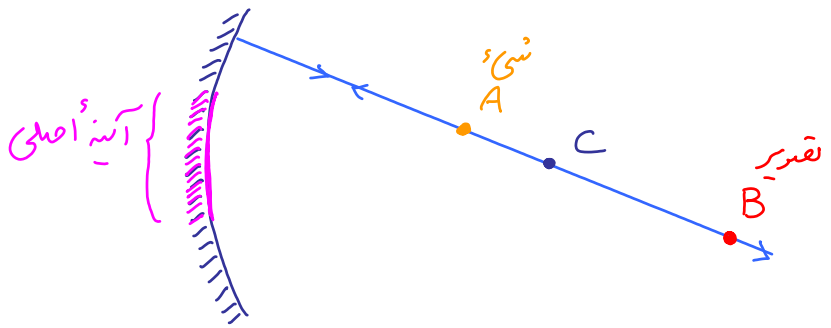
هنگامی که جسم در فاصلهٔ کانونی باشد و با سرعت v به سمت آینه بیاید، تصویر مجازی آن در آینه با سرعتی بیشتر از v از بی نهایت به سوی رأس آینه حرکت کرده و به آینه نزدیک می‌شود. در این حالت بزرگنمایی بزرگتر از یک است.

برای آینه محدّب :

هنگامی که جسم با سرعت v به آینه نزدیک می‌شود، تصویر مجازی آن در آینه با سرعتی کمتر از v از کانون مجازی به سمت آینه حرکت کرده و به آینه نزدیک می‌شود. در این حالت بزرگنمایی کوچکتر از یک است.

می توان نتیجه گرفت که هرگاه بزرگنمایی بیش از یک باشد سرعت حرکت تصویر از جسم بیشتر است و هرگاه بزرگنمایی کمتر از یک باشد سرعت حرکت تصویر از جسم کمتر است.

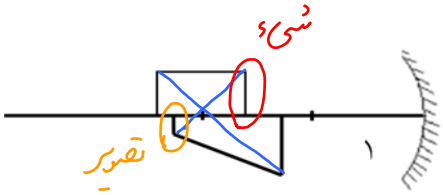
۶- ثابت کنید تصویر هر نقطه، خود نقطه و مرکز هر سه روی یک خط راست قرار دارند.



پرتویی را در نظر بگیرید که در راستای مرکز از نقطهٔ مذکور به آینه می‌تابد. این پرتو در راستای تابش بازتاب می‌شود و به تصویر می‌رسد. چون راستای تابش و بازتاب یکی است پس خود نقطه، تصویر آن و مرکز، هر سه روی یک خط

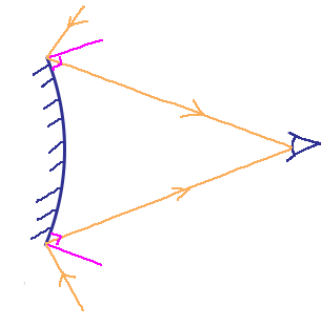
قرار دارند. ممکن است چنین پرتوی در واقعیت هرگز به محل تصویر نرسد و مانعی بر سر راه آن وجود داشته باشد. مثلاً خود جسم مانع شود. در هر صورت جای تصویر تغییر نمی کند اگر بر سر راه این پرتو مانعی وجود نداشته باشد دقیقاً شرایط فوق برقرار خواهد بود. همچنین ممکن است چنین پرتوی اصلاً به آینه نرسد. در این حالت می توان آینه را بزرگتر از اندازه اصلی فرض کرد. چون تا زمانی که انتهای آینه عوض نشود جای تصویر تغییر نمی کند.

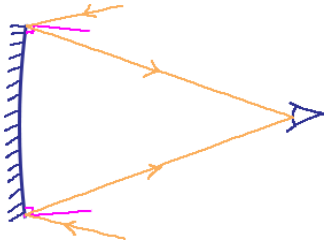
۷- با ذکر دلیل بگویید تصویر جسم (مستطیل) کدام‌یک از اشکال ترسیم شده است؟



در شکلهای ۲ و ۳ و ۴ و ۶ و ۷ و ۸، گوشه‌هایی از مستطیل که روی محور اصلی قرار ندارند به همراه تصاویرشان، شرط ذکر شده در مسأله قبل را برآورده نمی کنند. در شکل ۱ نیز که این شرط برآورده می شود، تصویر ضلع مشخص شده باید بزرگتر از خود ضلع باشد. تنها شکل ۵ بدون ایراد است.

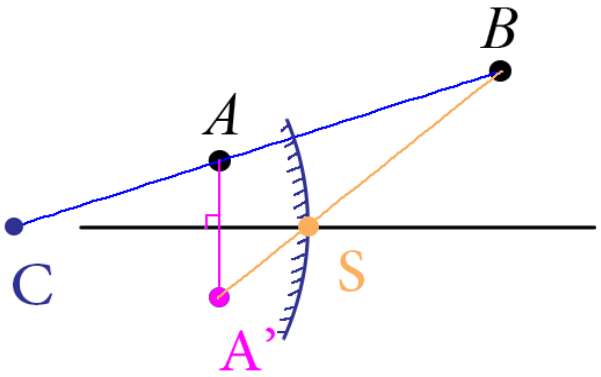
۸- روش پیدا کردن میدان دید در آینه‌های کروی را شرح دهید و ثابت کنید برای آینه‌هایی با اندازه‌های برابر و برای نقطه‌ای به فاصله مساوی از آینه‌ها (کمتر از f)، میدان دید در آینه محدب از تخت و تخت از مقعر بیشتر است.

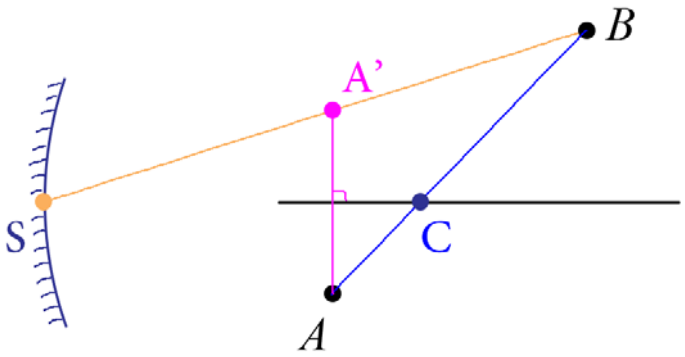




همانند آینه های تخت برای پیدا کردن میدان دید در آینه های کروی دو پرتوی شاخص از محل رؤیت به دو انتهای آینه می تابانیم و بازتاب آنها را با استفاده از خطوط عمود بر آینه در این دو انتها، رسم می کنیم. فضای بین این دو بازتاب شاخص میدان دید آینهٔ کروی را مشخص می کند.

۹- در هر کدام از دو حالت نشان داده شده در شکل از A و B یکی جسم و دیگری تصویر است و خط رسم شده محور اصلی آینه کروی می‌باشد. مکان رأس آینه و مرکز آینه را در هر حالت به کمک ترسیم بدست آورید.

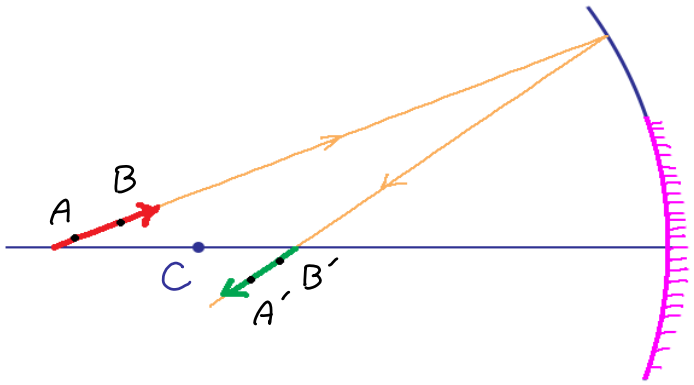




در هر دو شکل A' قرینهٔ A نسبت به محور اصلی آینه است.

۱۰- الف) ثابت کنید تصویر هر جسم که خطی راست (غیرمنحنی) باشد، در آینه کروی خطی راست (غیرمنحنی) است. (در حالت کلی مانند شکل زیر فرض کنید که جسم بر محور اصلی آینه عمود نباشد.)

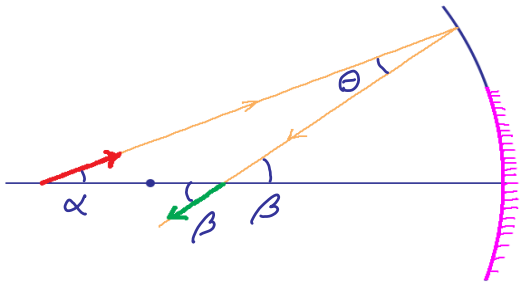
به ازای هر نقطه از خط پرتویی را در نظر می‌گیریم که در راستای خط به آینه می‌تابد و از آن بازتاب می‌شود. اگر چنین پرتویی به آینه برخورد نکند می‌توان آینه را بدون تغییر در اندازه بزرگتر فرض کرد. در این صورت بدون این که جای تصویر عوض شود، پرتوی هم راستا با خط، به آینه برخورد خواهد کرد و پس از بازتاب به تصویر خواهد رسید. اگر به ازای هر نقطه از خط، این پرتو انتخاب شود می‌توان انتظار داشت که تصویر نقطهٔ مذکور جایی بر روی پرتوی بازتاب مربوط به پرتوی تابش هم راستا با خط قرار گرفته باشد. پس همهٔ تصاویر مربوط به نقاط خط باید بر روی همین پرتوی بازتاب واقع شده باشند.



بنابراین این تصاویر با یکدیگر تشکیل یک خط می‌دهند چنانچه بر سر راه این پرتوی و بازتابش مانعی موجود باشد در اصل راه حل تفاوتی ایجاد نمی‌شود. چون

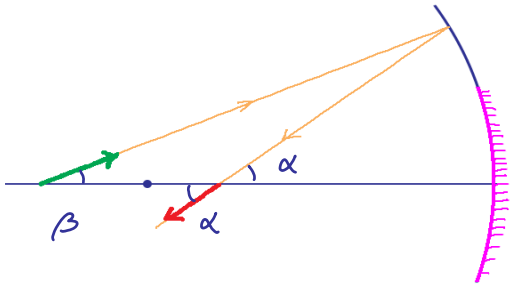
وجود مانع باعث تغییر در جای تصویر نمی‌گردد. در این صورت می‌توان برای پیدا کردن جای تصویر موقتاً مانع را در نظر نگرفت.

ب) زاویه جسم با محور اصلی را با زاویه تصویرش با محور اصلی به صورت کیفی در حالات مختلف مقایسه نمایید.



در حالتی که جسم بیرون از مرکز واقع شده است تصویرش بین کانون و مرکز قرار دارد در این حالت زاویه تصویر با محور از زاویه جسم با محور بیشتر است.

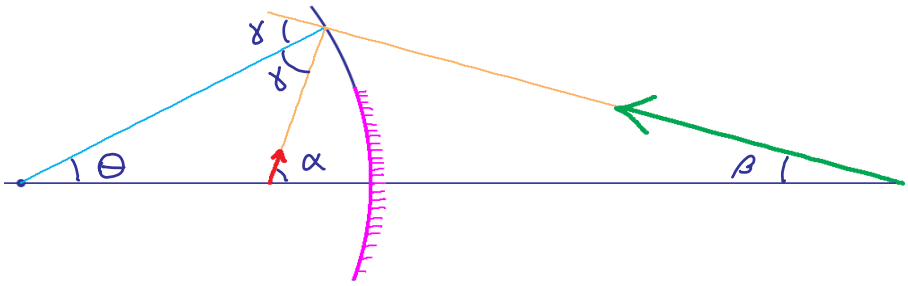
$\beta = \alpha + \theta \Rightarrow \beta > \alpha$



در حالتی که جسم بین کانون و مرکز است تصویر آن بیرون مرکز قرار دارد و عکس حالت فوق برقرار است.

$\alpha = \beta + \theta \Rightarrow \beta < \alpha$

در حالتی که جسم روی مرکز واقع شده باشد تصویر نیز روی مرکز واقع است و زاویه جسم و تصویر با محور اصلی با هم برابر است.



در حالتی که جسم در فاصلهٔ کانونی قرار دارد، تصویر آن مجازی و در پشت آینه است. طبق شکل فوق داریم:

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= \theta + \gamma \\ \gamma &= \theta + \beta\end{aligned}\right\} \Rightarrow \alpha = \theta + \theta + \beta$$

$\Rightarrow \alpha > \beta$

یعنی زاویه جسم با محور از زاویه تصویر با محور بیشتر است.