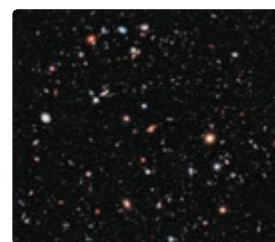




تصویر ساختمان در سطح آب راکد دارای چه ویژگی‌هایی است؟

آیا تاکنون جهان بدون نور را تصوّر کرده‌اید؟ با تصوّر چنین جهانی، به اهمیت شناخت نور و مطالعه درباره آن پی می‌برید. در واقع بیشترین دانسته‌های مربوط به جهان به کمک نور و از راه دیدن به دست آمده است. اطلاعات قابل توجهی از منظومه خورشیدی، کهکشان‌ها و بخشی از آنچه که از ساختار درونی اتم می‌دانیم، از نوری که از آنها دریافت می‌کنیم به دست آمده است. به کمک نور دریچه‌ای از عظمت عالم خلقت و نظام قانونمند آن به روی بشر گشوده شده است. علاوه بر این، در زندگی روزانه هم بسیاری از اطلاعات از دنیای پیرامون مان به وسیله نور و مشاهده با چشم به دست می‌آید. ثابت شده است که بخش قابل توجهی از آموخته‌های ما از راه بینایی است.



شکل ۱-۴-۱ اطلاعات ما از کهکشان‌ها، به واسطه نوری است که از آنها دریافت می‌کنیم.

۱-۴ انتشار نور

هنگام طلوع خورشید، بخشی از سطح زمین که به طرف خورشید است را روشنایی فرا می‌گیرد. شب هنگام، چراغ روشنی را که در فاصله دوری از ما قرار دارد می‌بینیم. رسیدن نور خورشید به زمین و رسیدن نور چراغ روشن به چشم و دیده شدن آن از فاصله دور به سبب **انتشار نور** آنها است. محیطی که نور از آن عبور می‌کند **محیط شفاف** نامیده می‌شود.

پاسخ دهید ۱

چند ماده شفاف و چند ماده غیرشفاف را که می‌شناسید، نام ببرید.

چشمه نور گسترده و نقطه‌ای: یک شیء نورانی نظیر خورشید، چراغ روشن، شعله شمع و... را **چشمه نور گسترده** می‌نامیم. اگر صفحه‌ای از مقوا را، که روی آن روزنه کوچکی ایجاد شده است، در مقابل چراغ روشنی قرار دهیم نور چراغ پس از گذشتن از روزنه منتشر می‌شود و روزنه مانند یک چشمه نور کوچک عمل می‌کند که آن را **چشمه نور نقطه‌ای** می‌نامیم. ستاره‌هایی که در فاصله بسیار دور قرار دارند، به صورت نقطه نورانی دیده می‌شوند. چراغ روشنی که در فاصله دوری از ما قرار گرفته است نیز نمونه‌ای از چشمه نور نقطه‌ای است.



شکل ۲-۴-۲ مسیر نوری که از شکاف گذشته است، روی زمین باریکه نور تشکیل داده است.

۲-۴ باریکه نور

برای بررسی رفتار نور به هنگام انتشار ابتدا باید با **باریکه نور** و **پرتو نور** آشنا شویم. در شکل ۲-۴-۲ مسیر نور را روی زمین هنگام عبور از شکاف میان در و دیوار مشاهده می‌کنید. مسیر نوری که از شکاف گذشته است، روی زمین، یک **باریکه نور** را نشان می‌دهد. باریکه نور با پهنای بسیار کم را **پرتو نور** می‌نامیم. در واقع می‌توان گفت هر باریکه نور شامل دسته‌ای از پرتوهای نور است. با مشاهده باریکه نور می‌توانیم مسیر انتشار نور را تشخیص دهیم مثلاً شکل ۳-۴-۳ منظره طبیعی از پرتوهای نور خورشید



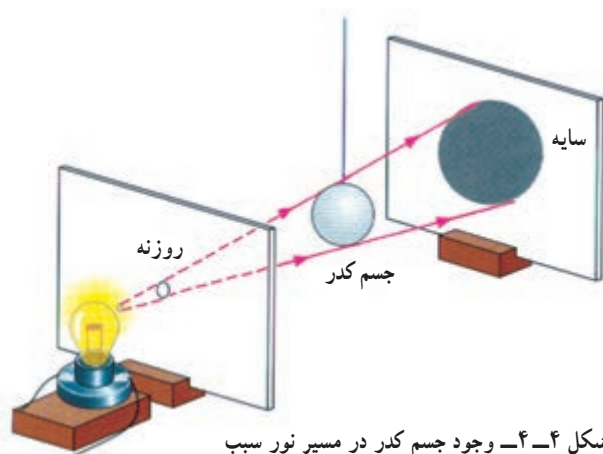
شکل ۳-۴-۳ منظره طبیعی از پرتوهای نور خورشید

۳-۴ انتشار نور به خط راست

همان طور که قبلاً در درس علوم تجربی دیده ایم و آزمایش هم نشان می دهد، نور در یک محیط شفاف به خط راست منتشر می شود.

فعالیت ۱

- ۱- برای نشان دادن انتشار نور به خط راست آزمایشی را طراحی و اجرا کنید.
- ۲- گزارشی از کار خود را به کلاس ارائه دهید.



شکل ۴-۴ وجود جسم کدر در مسیر نور سیب تشکیل سایه در طرف دیگر جسم کدر شده است.

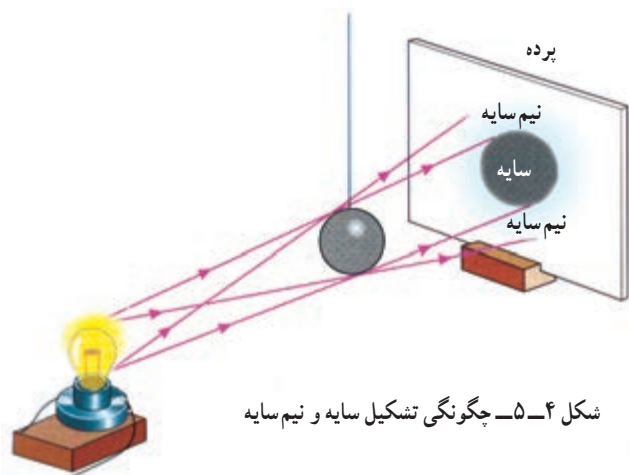
با توجه به اینکه نور به خط راست منتشر می شود، هر پرتو نور را با یک خط راست و پیکانی بر روی آن، که جهت انتشار نور را مشخص می کند، نشان می دهیم.

سایه و نیم سایه: سایه اشیاء و یا سایه خودتان را بارها روی زمین یا روی دیوار دیده اید. سایه از قرار گرفتن یک جسم کدر (غیر شفاف) در مقابل روشنایی (یا یک چشمه نور) تشکیل می شود. آیا توجه کرده اید که سایه در کدام طرف تشکیل شده است؟

پاسخ دهید ۲

با توجه به شکل ۴-۴ توضیح دهید:

- ۱- سایه چگونه تشکیل شده است؟
- ۲- اگر نور به خط راست منتشر نمی شد چه اتفاقی می افتاد؟



شکل ۵-۴ چگونگی تشکیل سایه و نیم سایه

در شکل ۴-۴ هرگاه صفحه دارای روزنه را از مقابل چراغ برداریم، مرز سایه کاملاً مشخص نخواهد بود. در این وضع در اطراف سایه، ناحیه ای نیمه روشن ایجاد می شود که به آن **نیم سایه** می گوئیم. شکل ۵-۴ چگونگی تشکیل سایه و نیم سایه را به وسیله یک چشمه نور گسترده نشان می دهد.

در شکل ۵-۴ فقط از تعداد محدودی از پرتوهای بی شماری، که توسط لامپ گسیل می شود، برای نشان دادن چگونگی تشکیل سایه و نیم سایه استفاده شده است.

آزمایش کنید ۱

وسایله‌های آزمایش: شمع، کبریت، یک تکه مقوای ضخیم.

شرح آزمایش:

- ۱- با یک چشمه نور نقطه‌ای، سایه مقوا را بر روی دیوار یا پرده‌ای تشکیل دهید.
 - ۲- چشمه نور را قدری به مقوا نزدیک و بار دیگر قدری از آن دور کنید.
 - ۳- مقوا را به دیوار نزدیک یا قدری از آن دور کنید.
 - ۴- با دقت تغییرات اندازه سایه را مشاهده و نتیجه را یادداشت کنید.
- آیا می‌توانید رابطه‌ای بین قطر مقوا و قطر سایه پیدا کنید؟ رابطه‌ای را که به دست آورده‌اید با کمک معلم خود تصحیح و تکمیل کنید.

فعالیت ۲



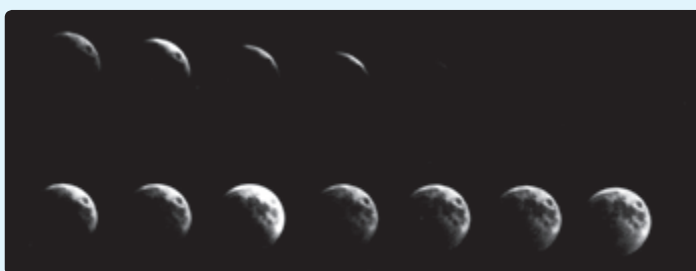
خورشید گرفتگی

الف) خورشید گرفتگی (کسوف) زمانی رخ می‌دهد که ماه بین زمین و خورشید قرار گیرد. در این صورت سایه ماه روی زمین می‌افتد و ناحیه‌ای از زمین که در سایه ماه قرار می‌گیرد تاریک می‌شود. این پدیده را با رسم یک شکل ساده نشان دهید.

ب) با توجه به آنچه که در مورد خورشید گرفتگی (کسوف) گفته شد، توضیح دهید که ماه گرفتگی (خسوف) در چه صورت رخ می‌دهد؟ این پدیده را با رسم یک شکل ساده نشان دهید.



ماه گرفتگی



آزمایش کنید ۲

وسایله‌های آزمایش: کبریت و دو عدد شمع.

شرح آزمایش:

- ۱- دست خود را مقابل یک شمع روشن نگه دارید به طوری که سایه دستتان روی دیوار تشکیل شود.
- ۲- همین آزمایش را با دو شمع روشن انجام دهید.
- ۳- از مشاهده و مقایسه سایه دست در دو حالت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



شکل ۴-۶- دیده شدن اشیاء به سبب نوری است که پس از بازتاب از آنها به چشم می‌رسد.



ابن سنان

ابراهیم بن سنان بن
ثابت بن قزّه در
سال ۲۸۷ هجری
شمسی در بغداد
به دنیا آمد و در

سال ۳۲۵ هجری شمسی در همان شهر درگذشت. هرچند زندگی ابن سنان کوتاه بود ولی تعداد فراوانی اثر از او برجای مانده است که تذکره نویسان و مؤرخان به آنها اشاره کرده‌اند. این آثار دربارهٔ سهمی‌ها، حرکت‌های ظاهری خورشید (که شامل پژوهش نور شناختی مهمی دربارهٔ سایه‌هاست)، ساعت‌های خورشیدی، اسطرلاب و ابزار نجومی دیگر است. پژوهش ابن سنان دربارهٔ سهمی‌ها، مستقیماً نتیجهٔ پرداختن به مسئله‌ای است که در کتاب پذیرگش (ثابت بن قزّه) مطرح شده بود. در واقع ثابت بن قزّه، این مسئله را از راهی به جز راهی که ارشمیدس پیش گرفته بود، حل کرده بود. بعدها ریاضی‌دان دیگری به نام ماهانی راه حل کوتاه‌تری برای حل این مسئله عرضه کرد. بعد از ارائهٔ این راه حل، ابن سنان اندیشید که پژوهش‌های ماهانی نباید پیشرفته‌تر از پژوهش پذیرگش باشد؛ بنابراین بر آن شد برای حل این مسئله راه کوتاه‌تری ارائه کند. سرانجام استقلال ذهنی ابن سنان باعث شد که وی تحلیل هندسی قدما را احیا کند و آن را در رسالهٔ جداگانه‌ای بیروارد. اهمیت کار ابن سنان از این جهت آشکار می‌شود که نشان می‌دهد چگونه ریاضی‌دانان مسلمان ریاضیاتی را که از دورهٔ یونانی مآبی به ارث برده بودند، دنبال کردند و آن را با فکری مستقل بسط دادند.

۴-۴ بازتاب نور

می‌دانیم که کرهٔ ماه از خود نوری ندارد. پس چرا شب‌ها سطح آن روشن است؟ اگر در یک شب تاریک به اتاقی وارد شوید که هیچ نوری به درون آن نمی‌تابد، آیا اشیای درون اتاق را می‌بینید؟ اگر چراغی در اتاق روشن کنید چه طور؟

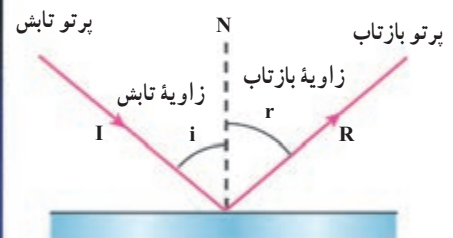
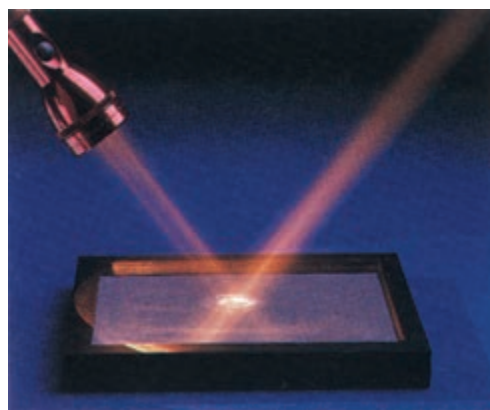
دیده شدن اشیای درون اتاق، هنگامی که چراغ روشن می‌شود، به سبب انتشار نور در اتاق و بازگشت نور از سطح اشیاء و رسیدن آن به چشم است. در شکل ۴-۶ بازگشت نور از روی یک نقطه از شیء نشان داده شده است. روشن دیده شدن ماه نیز مانند روشن دیده شدن اشیای درون اتاق زیر نور چراغ است. تابش نور خورشید بر سطح ماه و بازگشت نور از سطح آن سبب روشن دیده شدن ماه می‌شود.

پاسخ دهید ۳

- ۱- در طول روز که آفتاب به درون اتاق نمی‌تابد چگونه اشیاء درون اتاق دیده می‌شوند؟
- ۲- برای دیدن اشیاء چه شرایطی لازم است؟

بازگشت نور از سطح اجسام را بازتاب نور می‌نامیم. سطح‌های صیقلی، مانند سطح آینه یا سطح آرام آب، پدیدهٔ بازتاب را به خوبی نشان می‌دهند. بازتاب از این سطح‌ها را **بازتاب آینه‌ای** می‌نامیم.

پرتو نوری که به سطح جسم می‌تابد **پرتو تابش** و پرتو بازگشته از سطح را **پرتو بازتاب** می‌نامیم. نقطه‌ای را که نور به آن می‌تابد **نقطهٔ تابش**، زاویهٔ بین پرتو تابش و خط عمود بر سطح در نقطهٔ برخورد نور را **زاویهٔ تابش** (i) و زاویهٔ بین خط عمود و پرتو بازتاب را **زاویهٔ بازتاب** (r) می‌نامیم. در شکل ۴-۷ پرتوهای تابش و بازتاب، خط عمود بر سطح آینه در نقطهٔ تابش و زاویه‌های تابش و بازتاب نشان داده شده است.

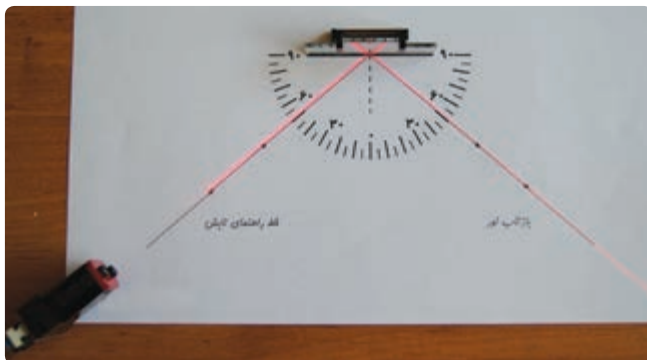


شکل ۴-۷- بازتاب نور از سطح یک آینه

آزمایش کنید ۳

وسيله‌های آزمایش: مقوای ضخیم، نقاله، آینه کوچک و چراغ قوه یا لیزر مدادی.

شرح آزمایش:



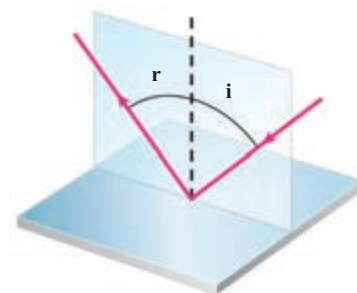
۱- روی یک ورقه مقوایی نسبتاً ضخیم و کاملاً صاف و تخت مطابق شکل نقاله‌ای رسم کنید، پس از آن آینه‌ای را عمود بر مقوا و مماس بر سطح صاف نقاله قرار دهید.
۲- با یک چراغ قوه یا یک لیزر مدادی باریکه نور را با زاویه تابش معلومی به آینه بتابانید به طوری که پرتو بازتابش بر سطح مقوا دیده شود. در این وضعیت، اندازه زاویه بازتاب را که روی نقاله مشخص است، با زاویه تابش مقایسه کنید.

۳- آیا این دو زاویه با هم برابرند؟

۴- آزمایش را برای زاویه‌های 20° ، 30° ، 60° و 80° انجام دهید.

اگر آزمایش را به دقت انجام دهیم، به این نتیجه می‌رسیم که همواره زاویه تابش و زاویه بازتاب با هم برابرند.

قانون‌های بازتاب: با انجام آزمایش بالا نتیجه‌های زیر به دست می‌آید که **قانون‌های بازتاب** نامیده می‌شوند.

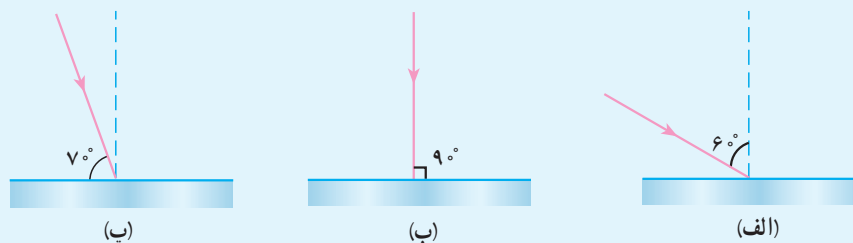


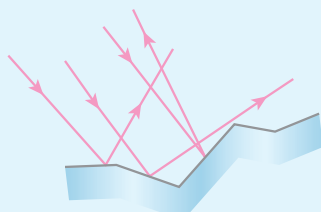
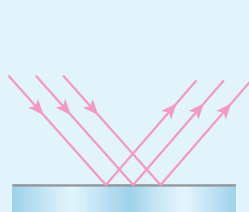
شکل ۴-۸ قانون‌های بازتاب نور در یک سطح بازتاب‌کننده

الف) پرتو تابش، پرتو بازتاب و خط عمود بر سطح آینه در نقطه تابش، هر سه در یک صفحه‌اند.
ب) زاویه تابش (i) و زاویه بازتاب (r) با هم برابرند ($i=r$).

فعالیت ۳

در شکل‌های زیر با مشخص کردن اندازه زاویه تابش و زاویه بازتاب، پرتو بازتاب مربوط به هر یک از سطح‌های صیقلی را رسم کنید.





در شکل دو دسته پرتو موازی مشابه به دو سطح، یکی صاف و صیقلی و دیگری ناصاف مانند مقوا برخورد کرده و بازتاب آنها نشان داده شده است.

الف) در هر مورد خط عمود بر نقطه تابش را توسط نقاله با دقت مناسب رسم کنید.

ب) اندازه زاویه تابش و بازتاب را در هر مورد مشخص کنید.

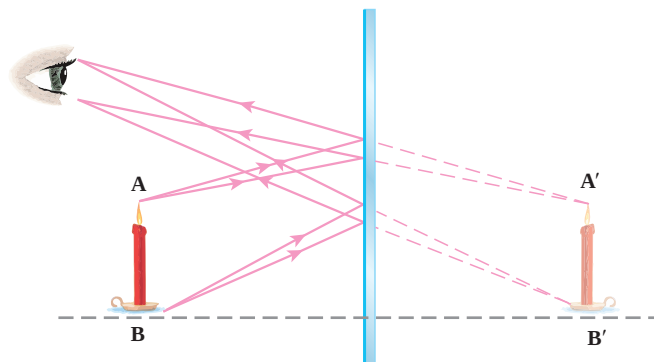
۴-۵ تصویر در آینه های تخت

آیا تاکنون تصویر درختان، ساختمان‌ها یا منظره‌های اطراف یک استخر آب یا برکه را در آب مشاهده کرده‌اید؟

آینه‌های معمولی را که سطح آنها مسطح است **آینه تخت** می‌نامیم. هنگامی که روبه‌روی آینه‌ای می‌ایستید خودتان را در آینه می‌بینید. مشاهده منظره‌های اطراف در سطح آب یک استخر و دیده شدن اشیای مقابل آینه در آن، به سبب بازتاب نور از سطح بازتابنده و رسیدن پرتوهای بازتاب به چشم است. آنچه در آینه دیده می‌شود **تصویر شیء** مقابل آینه است. شکل ۴-۱ چگونگی دیده شدن تصویر یک شیء (یک شمع) را در آینه تخت نشان می‌دهد.



شکل ۴-۹- سطح آرام آب، مانند آینه تخت عمل می‌کند.



شکل ۴-۱۰- بیننده تصویر، نقطه A را در نقطه A' و تصویر نقطه B را در نقطه B' می‌بیند.

هنگامی که یک شیء مقابل آینه قرار می‌گیرد از هر نقطه آن (نظیر نقطه A در شکل ۴-۱) پرتوهای نور به آینه می‌تابد. این پرتوها پس از بازتاب از سطح آینه به چشم بیننده می‌رسند. مثل این است که این پرتوها از نقطه A' به چشم می‌رسند. نقطه A'، که محل به هم رسیدن پرتوهای بازتاب است، تصویر نقطه A است. با این روش می‌توانیم تصویر هر نقطه دیگری از شیء را به کمک حداقل دو پرتو که از آن نقطه به آینه می‌تابد مشخص کنیم.

در شکل ۴-۱۰

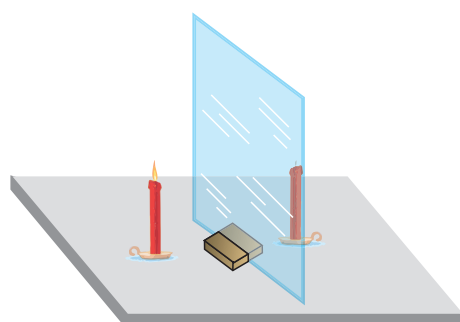
(الف) خط عمود بر سطح آینه در نقطه‌های تابش را رسم کرده و در هر مورد زاویه‌های تابش و بازتابش را توسط نقاله پیدا کنید.

(ب) پرتوی دیگری را رسم کنید که از نقطه A بتابد و پس از بازتاب، به چشم برسد. آیا امتداد بازتاب این پرتو از نقطه A' می‌گذرد؟

آزمایش کنید ۱۴

وسایله‌های آزمایش: شیشه، خط‌کش، دو عدد شمع مشابه.

شرح آزمایش:



۱- شیشه را مطابق شکل روبه‌رو روی میز ثابت کنید.

۲- دو شمع مشابه را در دو طرف شیشه روی میز قرار دهید و پس از آنکه یکی از شمع‌ها را روشن کردید، از طرف شمع روشن به شیشه نگاه کنید. شمع خاموش و تصویر شمع روشن را در شیشه خواهید دید.

۳- در همین حال شمع روشن را جابه‌جا کنید. با این کار، تصویر آن نیز جابه‌جا خواهد شد. این کار را آنقدر ادامه دهید که تصویر شمع روشن بر شمع خاموش منطبق شود. در این صورت در شیشه فقط یک شمع و آن هم روشن دیده می‌شود.

۴- فاصله شمع روشن و شمع خاموش را تا شیشه اندازه بگیرید. آیا فاصله‌های آنها یکسان است؟

۵- شمع روشن را ۵cm به شیشه نزدیک یا از آن دور کنید. برای اینکه در شیشه فقط یک شمع و آن هم روشن دیده شود، شمع خاموش را چقدر باید جابه‌جا کرد؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

از آزمایش ۴ نتیجه می‌گیریم که در آینه تخت همواره فاصله جسم تا آینه برابر فاصله تصویر تا آینه است.

ویژگی‌های تصویر در آینه تخت

۱- در شکل ۴-۱۰، وقتی پرتوها به آینه برخورد می‌کنند، با زاویه‌هایی برابر زاویه تابش خود، باز می‌تابند. به نظر می‌رسد این پرتوهای بازتاب، از نقطه خاصی در پشت آینه (که خط چین‌ها در آن به هم برخورد می‌کنند) گسیل شده‌اند. ناظر تصویر شعله را در این نقطه می‌بیند. پرتوهای نور واقعاً از این نقطه نمی‌آیند. بنابراین، این تصویر را **تصویر مجازی** می‌نامیم. پس می‌توان نتیجه گرفت که تصویر مجازی از برخورد امتداد پرتوهای بازتاب و در پشت آینه تشکیل می‌شود.

۲- در آینه تخت جسم و تصویر هم‌اندازه‌اند.



شکل ۴-۱۱- تشکیل تصویر در آینه تخت



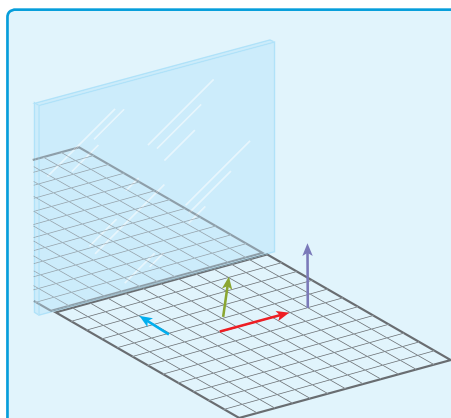
شکل ۴-۱۲- تصویر در آینه نسبت به جسم وارون جانبی دارد.

- ۳- تصویر در آینه تخت نسبت به جسم مستقیم است. مثلاً اگر نوک مداد در شکل ۴-۱۱ رو به بالا است، در تصویر آن نیز نوک مداد رو به بالا قرار دارد.
- ۴- شکل ۴-۱۲ تصویر نوشته جلوی آمبولانس در آینه را نشان می‌دهد. درحالی که این نوشته، روی آمبولانس از راست به چپ خوانده می‌شود، تصویر نوشته را باید از چپ به راست خواند. این تغییر سمت را که به وسیله آینه حاصل شده است **وارونی جانبی** می‌نامیم.
- ۵- همان‌طور که در آزمایش ۴ دیدیم فاصله جسم تا آینه، برابر با فاصله تصویر تا آینه است.

پاسخ دهید ۴

به نظر شما به جز آمبولانس، بر روی چه خودروهای دیگری باید نوشته وارونه باشد تا رانندگان خودروهای جلویی، تصویر آن نوشته را در آینه‌های خود راحت بخوانند؟

فعالیت ۶



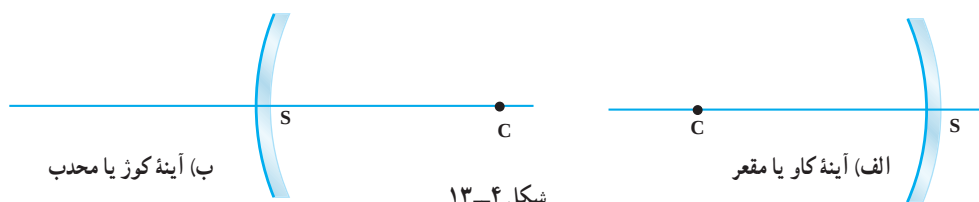
در شکل روبه‌رو پیکان را در وضعیت‌های مختلف، روی صفحه شطرنجی قرار داده‌ایم. تصویر این پیکان‌ها را روی شکل رسم کنید.

۴-۶ آینه‌های کروی

با آینه تخت و ویژگی‌های تصویر در آن آشنا شدیم و دیدیم که فاصله تصویر تا آینه با فاصله جسم از آینه برابر و اندازه جسم و تصویر یکسان است. در بسیاری از موارد، ما احتیاج به نوع‌های دیگری از آینه داریم که تصویری بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از جسم ایجاد کند. مثلاً دندانپزشک برای دیدن دندان پوشیده به تصویری بزرگ‌تر از خود دندان نیاز دارد یا در پیچ جاده برای دیدن آن سوی پیچ به نوع خاصی از آینه نیاز است. نوع خاصی از آینه‌های خمیده، آینه‌های کروی است که در این بخش آنها را بررسی می‌کنیم.

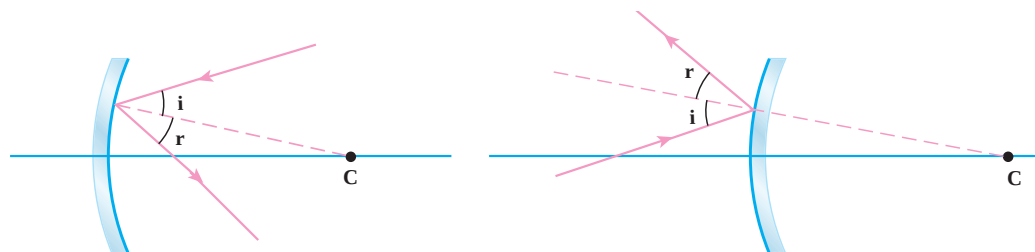
سطح آینه‌های کروی بخش کوچکی از سطح یک کره بزرگ است. یعنی تمام نقاط آن از یک نقطه به نام مرکز آینه به یک فاصله‌اند.

اگر سطح درونی کره بازتابنده باشد آن را **آینه کاو** یا **مقعر** و اگر سطح برآمده آن بازتابنده باشد آن را **آینه کوژ** یا **محدب** می نامند. این آینه ها به صورت طرح وار در شکل ۴-۱۳ نشان داده شده اند.



شکل ۴-۱۳

مرکز - محور اصلی: مرکز کره ای را که آینه قسمتی از آن است، **مرکز آینه** (نقطه C) می نامیم. خطی که از مرکز آینه و وسط سطح آینه (رأس آینه، S) می گذرد **محور اصلی آینه** نامیده می شود. قانون های بازتاب نور در مورد آینه های کروی هم به کار می رود. یعنی اگر در هر نقطه تابش از یک آینه کروی خطی عمود بر سطح آینه رسم کنیم زاویه های تابش و بازتاب با هم برابرند. توجه داریم خطی که از مرکز کره و نقطه تابش می گذرد (شعاع کره) بر سطح کره در نقطه تابش عمود است.



شکل ۴-۱۴ - قانون های بازتاب نور، در مورد آینه های کروی هم به کار می رود.

فعالیت ۷

پرتوی که در امتداد محور اصلی آینه مقعر به آن بتابد در چه راستایی باز می تابد؟ پرتو تابش و پرتو بازتاب را در این حالت رسم کنید.

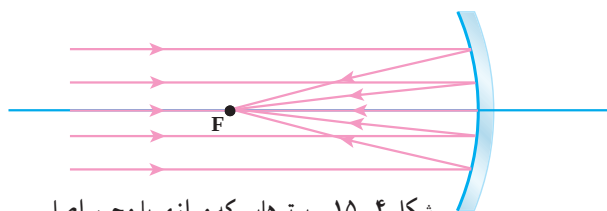
۴-۷ قانون آینه مقعر (کاو)

آزمایش کنید

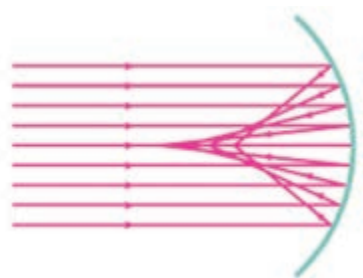
وسایله های آزمایش: آینه مقعر، یک ورق کوچک کاغذ و خط کش.

شرح آزمایش:

- ۱- آینه مقعر را طوری مقابل خورشید بگیرید که پرتوهای خورشید موازی با محور اصلی به آینه بتابد.
- ۲- ورق کوچک کاغذ را جلوی آینه به آرامی جابه جا کنید تا دایره کوچک روشنی روی صفحه پدید آید. توجه داشته باشید که صفحه کاغذ را باید طوری بگیرید که مانع رسیدن نور خورشید به سطح آینه نشود.
- ۳- در وضعی که لکه نورانی بیشترین درخشندگی و کوچک ترین اندازه را دارد، صفحه را ثابت نگه دارید. محل تشکیل لکه روشن درخشان را **کانون اصلی آینه** می نامیم.
- ۴- با استفاده از خط کش به طور تقریبی فاصله بین کانون اصلی آینه و رأس آینه را اندازه بگیرید.



شکل ۴-۱۵- پرتوهایی که موازی با محور اصلی به آینه می‌تابد، پس از بازتاب، از کانون می‌گذرند.



شکل ۴-۱۶- اگر ابعاد آینه با شعاع آینه قابل مقایسه باشد، پرتوهای موازی با محور اصلی، پس از بازتاب در یک نقطه جمع نمی‌شوند.

اگر آزمایش ۵ را کمی دقیق‌تر انجام دهیم، پرتوهایی که موازی با محور اصلی به آینه می‌تابد، پس از بازتاب از یک نقطه روی محور اصلی می‌گذرند که به آن نقطه **کانون آینه** می‌گوییم و آن را با F نشان می‌دهیم (شکل ۴-۱۵). فاصله کانون تا آینه را **فاصله کانونی آینه** می‌نامیم و آن را با f نشان می‌دهیم.

اگر ابعاد آینه با شعاع آینه قابل مقایسه باشد، پرتوهای موازی با محور اصلی به سطح آینه می‌تابند، پس از بازتاب در یک نقطه جمع نمی‌شوند.

می‌توان نشان داد در آینه‌هایی که ابعاد سطح بازتابنده آنها، در مقایسه با شعاع آینه به اندازه کافی کوچک باشند، فاصله کانونی نصف فاصله مرکز تا آینه یعنی نصف شعاع آینه است. اگر فاصله کانونی f و شعاع آینه r باشد، داریم:

$$f = \frac{r}{2} \quad (۴-۱)$$

توجه به این نکته ضروری است که در این کتاب با آینه‌هایی سروکار داریم که ابعاد سطح بازتاب‌کننده آنها در مقایسه با شعاع آینه به اندازه کافی کوچک باشد.

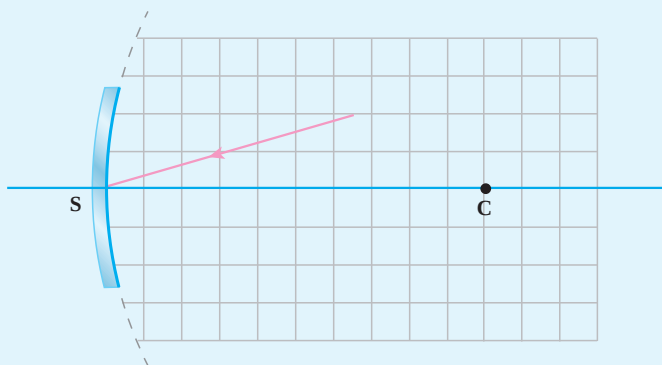
۴-۸ رسم پرتوهای بازتاب در آینه مقعر

در بخش قبل دیدیم که وقتی یک دسته پرتو موازی با محور اصلی به آینه مقعر می‌تابد، پس از بازتاب از کانون آینه می‌گذرد. برای رسم بازتاب پرتوهای مختلف از آینه می‌توان از قوانین بازتاب استفاده کرد.

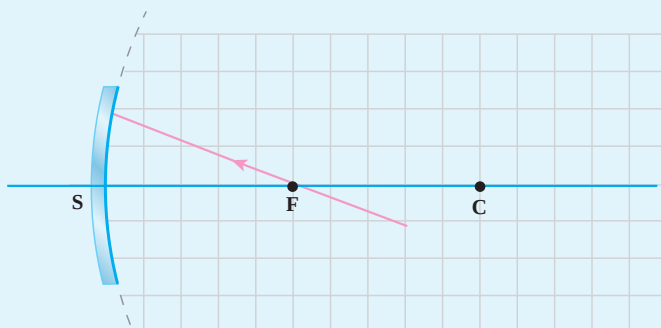
فعالیت ۸

۱- در هریک از شکل‌های زیر، ابتدا خط عمود بر سطح آینه در نقطه تابش را رسم و سپس با استفاده از نقاله پرتو بازتاب را رسم کنید.

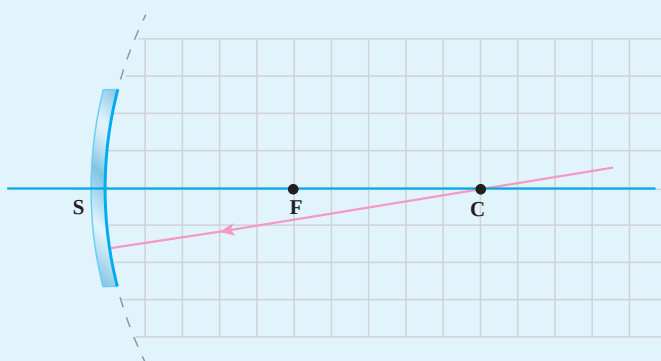
(الف) پرتو تابش به رأس آینه می‌تابد.



ب) پرتوی تابش از کانون آینه می‌گذرد.



پ) پرتوی تابش از مرکز آینه می‌گذرد.



۲- جاهای خالی را پر کنید.

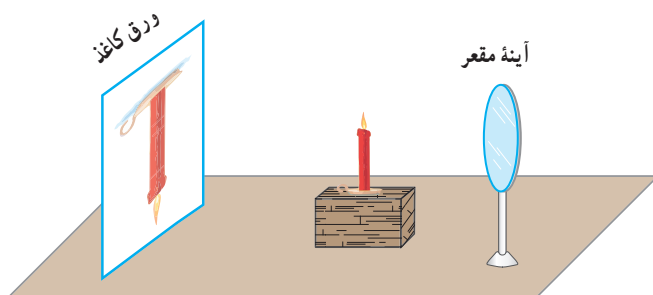
الف) هر پرتویی که موازی محور اصلی به آینه مقعر بتابد، پس از بازتاب از آینه می‌گذرد.
 ب) هر پرتویی که از کانون آینه مقعر بگذرد و به آینه بتابد یا به گونه‌ای بتابد که امتداد آن از کانون بگذرد، پرتوی بازتاب آن محور اصلی خواهد بود.
 پ) هر پرتویی که از مرکز آینه مقعر بگذرد و به آینه بتابد، یا طوری به آینه بتابد که امتداد آن از مرکز آینه بگذرد، باز می‌تابد.
 ت) هر پرتویی که به آینه مقعر بتابد، در طرف دیگر محور اصلی و با همان زاویه باز می‌تابد.

۴-۹ چگونه تشکیل تصویر در آینه‌های مقعر

آزمایش کنید ۷

وسایله‌های آزمایش: آینه مقعر با پایه، شمع، صفحه تشکیل تصویر یا یک ورق کاغذ سفید و خط‌کش.

شرح آزمایش:



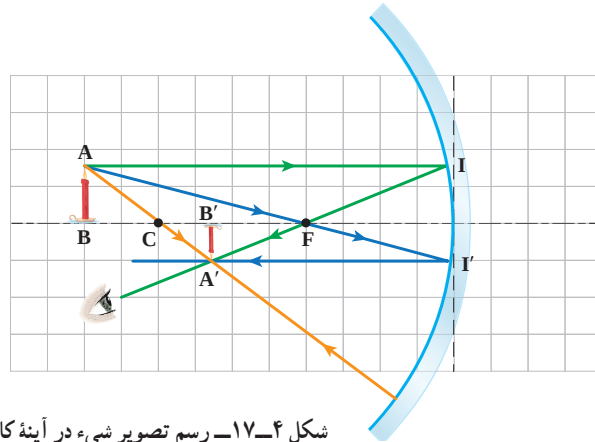
۱- به ترتیبی که در آزمایش ۵ شرح داده شد محل کانون آینه مقعر را تعیین کنید و فاصله آن تا آینه را با خط‌کش اندازه بگیرید.

۲- آینه را روی پایه، ثابت و شمع را روشن کنید. شمع را مطابق شکل در فاصله‌ای بین مرکز و کانون آینه، در

مقابل آینه قرار دهید. صفحه تشکیل تصویر یا کاغذ را مقابل آینه جابه‌جا کنید تا تصویر واضح شمع روی صفحه مشاهده شود. ۳- شمع را از آینه دور کنید طوری که فاصله آن از آینه بیشتر از شعاع آینه شود. با جابه‌جا کردن صفحه دوباره تصویر را مشاهده کنید. دقت کنید که صفحه مانع رسیدن نور شمع به آینه نشود.^۱

۴- شمع را بین کانون و آینه قرار دهید. آیا با جابه‌جا کردن صفحه می‌توانید تصویری روی آن مشاهده کنید؟ در این حالت تصویر شمع به صورت مجازی تشکیل می‌شود. برای دیدن تصویر مجازی باید به درون آینه نگاه کنیم. این تصویر را با تصویر در آینه تخت مقایسه کنید.

حال می‌خواهیم به کمک رسم پرتوها تصویر جسم در آینه مقعر را پیدا کنیم. یک شیء، مثلاً یک شمع روشن، را در فاصله‌ای دورتر از مرکز و در مقابل آینه کاو عمود بر محور اصلی آن مطابق شکل ۱۷-۴ در نظر بگیرید. از هر نقطه شمع، مانند نقطه A ، پرتوهای زیادی به آینه می‌تابند. بازتاب دو پرتو تابش AI (موازی محور اصلی) و AI' (پرتو تابشی که از کانون گذشته) را به روشی که گفته شد رسم می‌کنیم. پرتوهای بازتاب یکدیگر را در نقطه A' قطع می‌کنند. اگر پرتوهای دیگری هم از نقطه A به آینه بتابد، بازتاب آنها از نقطه A' می‌گذرد. بنابراین برای به دست آوردن نقطه A' رسم دو پرتو کافی است. A' تصویر نقطه A است. اگر برای سایر نقطه‌های شمع هم به همین روش عمل کنیم تصویر کامل شمع به دست می‌آید.



شکل ۱۷-۴- رسم تصویر شیء در آینه کاو

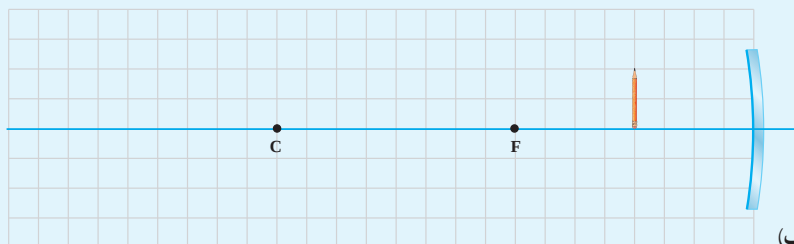
تصویری را که به این ترتیب حاصل شده است **تصویر حقیقی** می‌نامیم. اگر یک صفحه کاغذ را در مقابل آینه جابه‌جا کنیم با قرار گرفتن کاغذ در محل تصویر، تصویر حقیقی بر روی کاغذ تشکیل و مشاهده می‌شود.

به علاوه هرگاه مطابق شکل ۱۷-۴ چشم ناظر بعد از تصویر شمع، در راستای پرتوهای بازتاب، قرار گیرد در این حالت نیز تصویر را می‌بیند. زیرا اگر به جای A' نقطه روشنی وجود داشت، همین پرتوها از آن نقطه روشن به چشم می‌رسیدند. می‌توان نتیجه گرفت که **اگر پرتوهای بازتاب خودشان یکدیگر را قطع کنند تصویر حقیقی است.**

۱- بهتر است بندهای ۲ و ۳ این آزمایش در اتاق کم‌نور انجام شود.

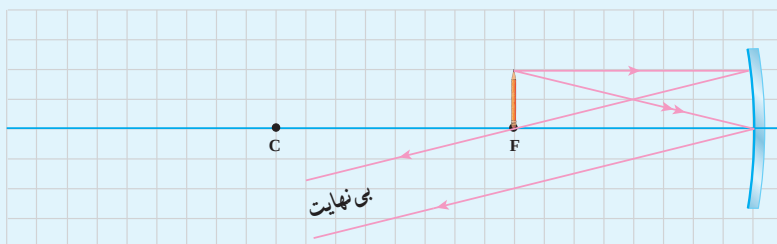
۱- با توجه به توضیحات داده شده در مورد رسم تصویر در آینه‌های مقعر، در هریک از شکل‌های زیر، تصویر را رسم کنید. سپس ویژگی‌های تصویر (حقیقی یا مجازی، مستقیم یا وارونه، بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از جسم، محل تشکیل تصویر) را در زیر آن بنویسید.

ویژگی‌های تصویر:



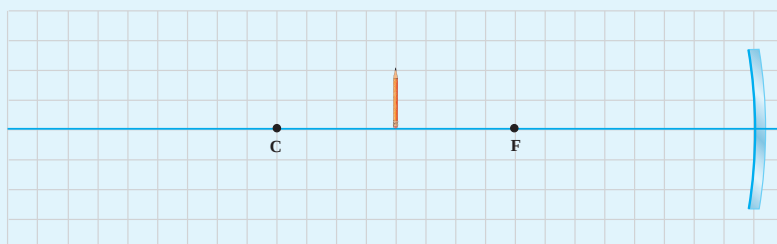
(الف)

ویژگی‌های تصویر:



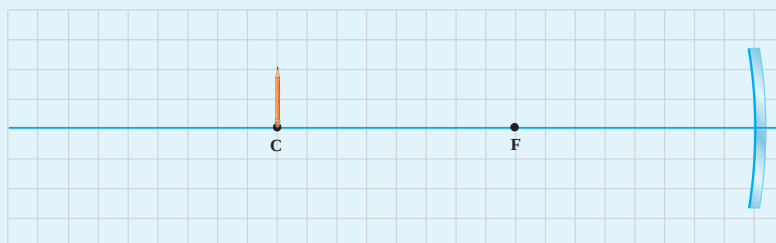
(ب)

ویژگی‌های تصویر:



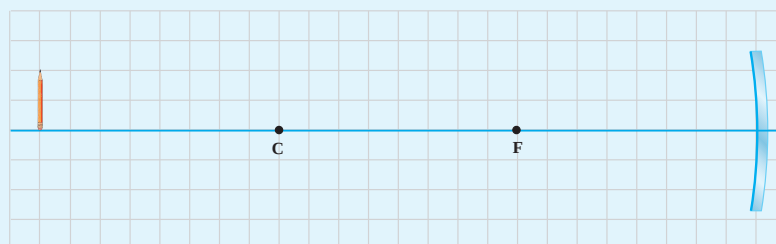
(پ)

ویژگی‌های تصویر:



(ت)

ویژگی‌های تصویر:



(ث)

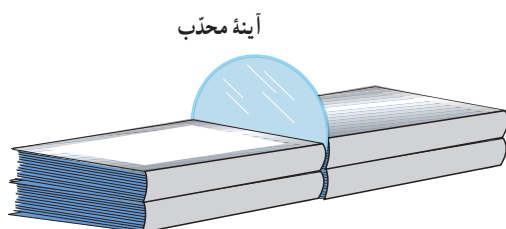
با مشارکت اعضای گروه خود آزمایشی را طراحی کنید که با استفاده از ویژگی تصویر در حالتی که جسم در مرکز آینه کاو قرار دارد بتوانیم مرکز یک آینه کاو را به طور تقریبی مشخص کنیم.

۱۰-۴ کانون آینه محدب (کوژ)

آزمایش کنید ۷

وسایلهای آزمایش: آینه محدب (کوژ)، دو عدد لیزرمدادی یا یک لیزر چنددهانه، دو برگ کاغذ سفید، چند کتاب و خط کش.

شرح آزمایش:



۱- مطابق شکل، آینه محدب را میان چند کتاب طوری قرار دهید که نیمی از آینه بیرون باشد.

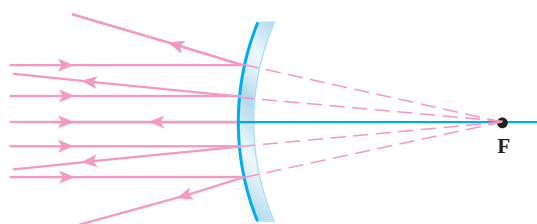
۲- برگه کاغذ را در جلوی آینه و روی کتاب قرار دهید.

۳- دو پرتوی لیزری را به موازات محور اصلی طوری به آینه بتابانید که پرتوی تابش و بازتاب روی صفحه کاغذ معلوم باشد.

۴- با مداد و خط کش، مسیر پرتوهای تابش و بازتاب را روی کاغذ رسم کنید.

۵- کاغذ را بردارید و کاغذ دیگری را به انتهای آن بچسبانید و ادامه پرتوهای بازتاب را رسم کنید. محل برخورد امتداد پرتوهای بازتاب را **کانون اصلی آینه محدب** می نامیم.

۶- فاصله کانون تا محل قرارداشتن آینه را با خط کش اندازه بگیرید.



شکل ۴-۱۸ نحوه تعیین کانون در آینه محدب

اگر آزمایش را کمی دقیق تر انجام دهیم، امتداد بازتاب پرتوهایی که موازی محور اصلی به آینه محدب می تابند از یک نقطه روی محور اصلی آینه می گذرد (شکل ۴-۱۸). به این نقطه **کانون آینه** می گوئیم و آن را با F نشان می دهیم. در اینجا نیز فاصله کانون تا آینه را **فاصله کانونی** می نامیم.

از آنجا که امتداد پرتوهای بازتاب (و نه خود پرتوها) یکدیگر را قطع می کنند، **کانون آینه محدب مجازی است و فاصله کانونی آن منفی در نظر گرفته می شود.**

در آینه محدب نیز وقتی ابعاد آینه در مقایسه با شعاع آینه به اندازه کافی کوچک باشد، فاصله کانونی نصف شعاع آینه است و داریم:

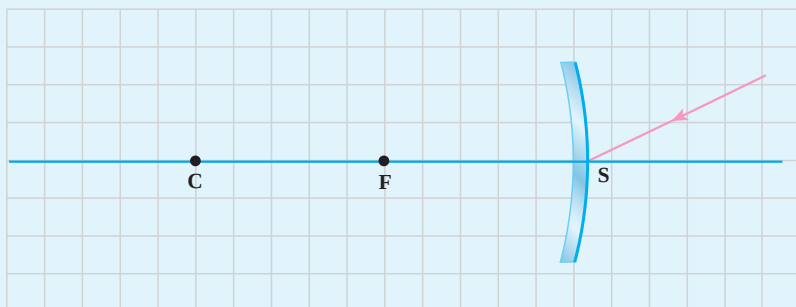
$$f = -\frac{r}{2} \quad (۲-۴)$$

۱۱-۴ رسم پرتوهای بازتاب در آینه محدب

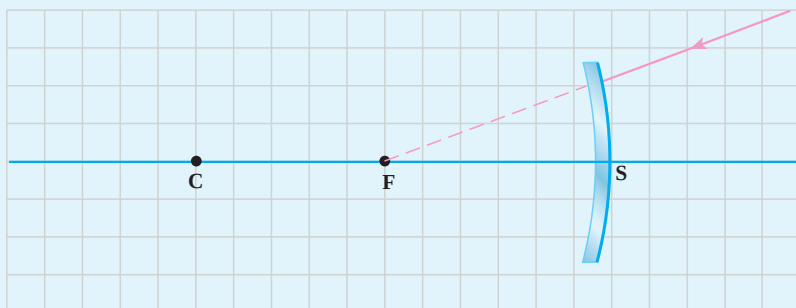
وقتی یک دسته پرتو موازی با محور اصلی به آینه محدب می‌تابد، امتداد پرتوهای بازتاب از کانون آینه می‌گذرد. برای رسم بازتاب پرتوهای مختلف از آینه می‌توان از قوانین بازتاب استفاده کرد.

فعالیت ۱۱

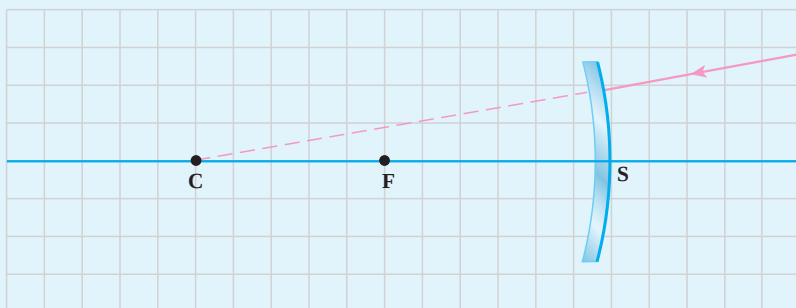
۱- در هریک از شکل‌های زیر، ابتدا خط عمود بر سطح آینه در نقطه تابش را رسم و سپس با استفاده از نقاله پرتوی بازتاب را رسم کنید.
الف) پرتوی تابش به رأس آینه می‌تابد.



ب) امتداد پرتوی تابش از کانون آینه می‌گذرد.



پ) امتداد پرتوی تابش از مرکز آینه می‌گذرد.



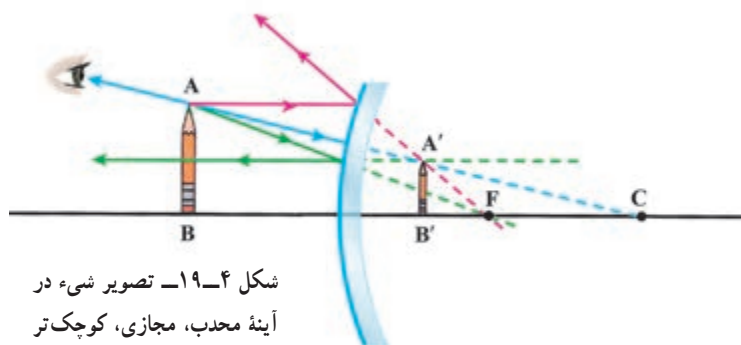
۲- جاهای خالی را پر کنید.

الف) هر پرتویی که موازی محور اصلی به آینه محدب بتابد، طوری باز می‌تابد که امتدادش از آینه محدب (در پشت آینه) می‌گذرد.

ب) هر پرتویی که امتدادش از کانون آینه محدب بگذرد، با محور اصلی باز می‌تابد.

پ) هر پرتویی که امتدادش از مرکز آینه محدب بگذرد، باز می‌تابد.

ت) هر پرتویی که به رأس آینه محدب بتابد، در سوی دیگر محور اصلی باز می‌تابد. طوری که نیم‌ساز زاویه بین پرتوی تابش و بازتاب است.



شکل ۴-۱۹- تصویر شیء در آینه محدب، مجازی، کوچک‌تر و مستقیم است.

تصویر در آینه محدب: با رسم دو پرتو تابش

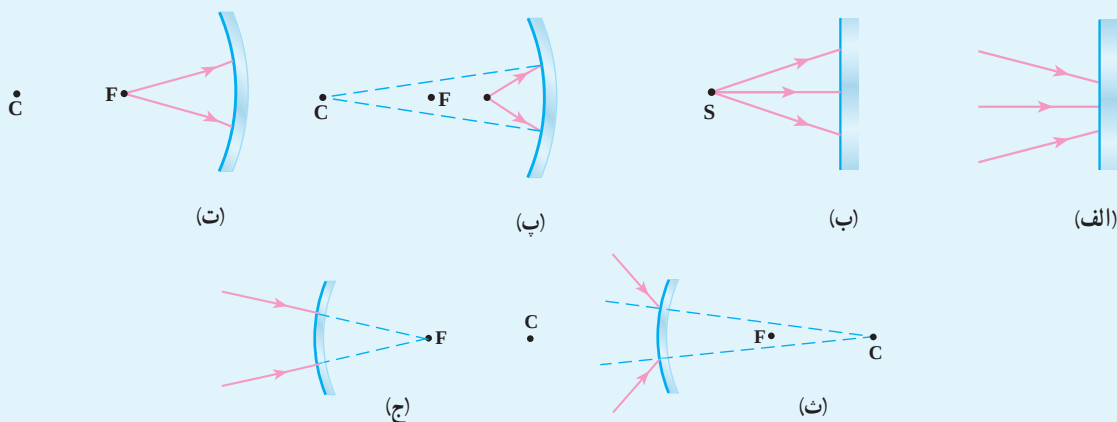
مشخص از بین پرتوهای تابش زیادی که از یک نقطه یک شیء به آینه می‌تابد و رسم پرتوهای بازتاب آنها و با توجه به فعالیت ۱۱، می‌توان تصویر یک شیء را که مقابل آینه و عمود بر محور اصلی است به دست آورد. شکل ۴-۱۹ تصویر شیء AB را در آینه محدب نشان می‌دهد.

در این مورد هم کسی که تصویر را می‌بیند،

احساس می‌کند که پرتوهایی از جسمی واقع در محل $A'B'$ به چشم او رسیده است و تصویر را در آنجا خواهد دید. چون تصویر از برخورد امتداد پرتوهای بازتاب حاصل می‌شود مجازی است. آینه‌های محدب، شیء در هر فاصله‌ای مقابل آینه قرار گیرد تصویر آن کوچک‌تر از شیء، مجازی، نسبت به شیء مستقیم و داخل فاصله کانونی آینه دیده می‌شود.

فعالیت ۱۲

در شکل‌های زیر ابتدا خط عمود بر سطح آینه در نقطه تابش را رسم و سپس با استفاده از قوانین بازتابش نور پرتوهای بازتاب را رسم کنید.

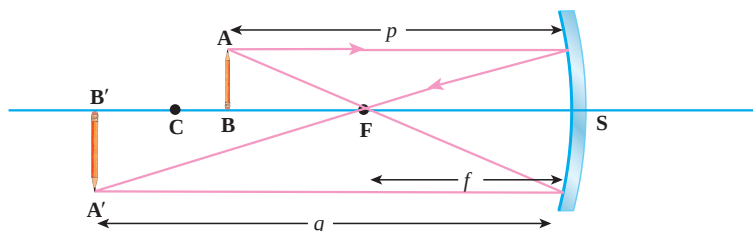


۴-۱۲ معادله آینه‌های کروی

همان‌طور که قبلاً دیدید در آینه‌های کروی فاصله تصویر تا آینه به فاصله شیء تا آینه بستگی دارد. در مواردی تصویر حقیقی و در مواردی هم تصویر مجازی است.

در شکل ۴-۲، فاصله شیء تا آینه با p ، فاصله تصویر تا آینه با q و فاصله کانونی آینه با f نشان داده شده است. ثابت می‌شود که بین p ، q و f رابطه زیر برقرار است:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad (۴-۳)$$



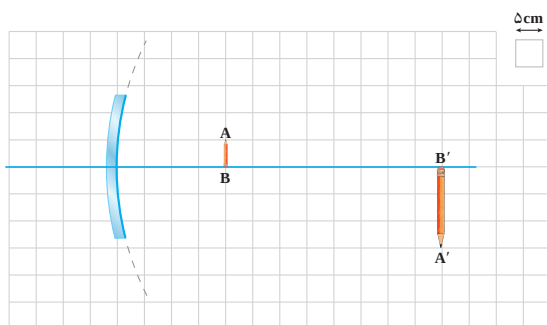
شکل ۴-۲ در آینه‌های کروی فاصله شیء تا آینه را با p ، فاصله تصویر تا آینه را با q و فاصله کانونی را با f نمایش می‌دهیم.

رابطه ۴-۳ برای آینه‌های مقعر و محدب برقرار است. با این توضیح که p همواره مثبت است ولی q و f می‌توانند مثبت یا منفی باشند. اگر کانون آینه حقیقی باشد (آینه مقعر)، f مثبت و اگر کانون آینه مجازی باشد (آینه محدب)، f منفی است. همچنین اگر تصویر حقیقی باشد، q مثبت و اگر تصویر مجازی باشد، q منفی است.

شعاعیت ۱۳

با استفاده از یک آینه مقعر، که فاصله کانونی آن مشخص است، تصویر یک جسم را بر روی یک صفحه تشکیل دهید و به کمک خط کش فاصله‌های جسم و تصویر تا آینه را به دست آورید و درستی رابطه ۴-۳ را تحقیق کنید.

مثال ۱



شکل روبه‌رو تشکیل تصویر (A'B') از شیء (AB) به وسیله آینه مقعر در یک آزمایش را نشان می‌دهد. الف) با توجه به مقیاس به کار رفته در شکل، مقادیر p و q را تعیین کنید.

ب) شعاع آینه چند سانتی‌متر است؟

پاسخ:

الف) $p = 4 \times 5 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$

$q = 12 \times 5 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$

ب) $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{20} + \frac{1}{60} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{4}{60} \Rightarrow f = 15 \text{ cm}$

مثال ۲



دندانپزشک برای دیدن لکه‌های روی دندان از آینه مقعر استفاده می‌کند. برای این کار، آینه را طوری پشت دندان قرار می‌دهد که دندان در فاصله بین آینه و کانون باشد و تصویر مجازی و بزرگ‌تر تشکیل شود. اگر فاصله کانونی آینه ۱۸mm و فاصله دندان از آینه ۱۲mm باشد، فاصله تصویر دندان از آینه چقدر است؟

پاسخ:

$$P=12\text{mm} \quad , \quad f=18\text{mm} \quad , \quad q=?$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{12} + \frac{1}{q} = \frac{1}{18}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{18} - \frac{1}{12} = -\frac{1}{36} \Rightarrow q = -36\text{mm}$$

یعنی تصویر دندان در فاصله ۳۶mm از آینه تشکیل می‌شود.

مثال ۳

آینه جلوی راننده در یک خودرو، آینه محدبی به شعاع ۱۶m است. اگر خودروی عقبی در فاصله ۱۰m از آینه قرار داشته باشد، تصویر آن در چه فاصله‌ای از آینه تشکیل می‌شود؟

پاسخ:

$$r=16\text{m} \quad , \quad p=10\text{m} \quad , \quad q=?$$

$$f = -\frac{r}{2} = -\frac{16}{2} = -8\text{m}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{10} + \frac{1}{q} = -\frac{1}{8}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{1}{8} - \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{9}{40} \Rightarrow q = -4\frac{4}{9}\text{m}$$

یعنی تصویر خودرو در فاصله ۴/۴ m از آینه تشکیل می‌شود.

تمرین ۱

یک شیء را در فاصله ۹cm از آینه مقعری قرار می‌دهیم. آینه تصویری مجازی و در فاصله ۲۱cm از جسم تشکیل می‌دهد شعاع آینه چند سانتی متر است؟

بزرگ‌نمایی: نسبت طول تصویر ($A'B'$) به طول شیء (AB) را **بزرگ‌نمایی خطی** می‌نامیم و آن را با m نمایش می‌دهیم:

$$m = \frac{A'B'}{AB} \quad (4-4)$$

بزرگ‌نمایی نشان می‌دهد که طول تصویر چند برابر طول شیء است. ثابت می‌شود که در هر دو نوع آینه کروی می‌توان نوشت:

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{|q|}{p} \quad (5-4)$$

یعنی نسبت طول تصویر به طول شیء برابر نسبت فاصله تصویر تا آینه به فاصله شیء تا آینه است.

شعاعیت ۱۴

- ۱- روی یک کاغذ شطرنجی آینه مقعری (بخش کوچکی از یک دایره بزرگ) رسم کنید.
- ۲- با استفاده از خط‌کش اندازه شعاع را تعیین و مرکز آینه را مشخص کنید.
- ۳- با نصف کردن شعاع، جای کانون را نیز تعیین کنید.
- ۴- شیء AB را در فاصله معینی از آینه رسم کنید و تصویر آن را با استفاده از ترسیم پرتوها به دست آورید.
- ۵- فاصله تصویر تا آینه را با شمارش خانه‌های شطرنجی به دست آورید.
- ۶- فاصله تصویر تا آینه را به کمک رابطه ۴-۳ محاسبه کنید و آن را با اندازه‌های به دست آمده در قسمت قبل مقایسه کنید.
- ۷- بزرگ‌نمایی خطی را یک بار با اندازه‌گیری طول شیء و طول تصویر (به کمک خط‌کش) و بار دیگر از رابطه $m = \frac{q}{p}$ به دست آورید و آنها را نیز با هم مقایسه کنید.

مثال ۴

جسمی به طول ۳ cm مقابل یک آینه مقعر با فاصله کانونی ۱۲ cm قرار دارد و تصویر حقیقی آن در فاصله ۳۶ cm از آینه تشکیل شده است.

(الف) فاصله جسم تا آینه چند سانتی‌متر است؟

(ب) طول تصویر در این حالت چقدر است؟

(پ) با انتخاب مقیاس مناسب و به کمک پرتوها شکل را رسم کنید.

پاسخ:

$A'B' = ?$ و $AB = 3 \text{ cm}$ و $f = 12 \text{ cm}$ و $q = 36 \text{ cm}$ و $p = ?$

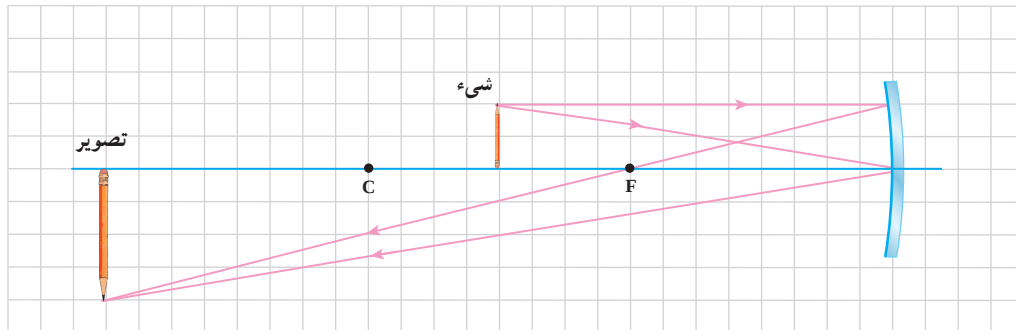
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{36} = \frac{1}{12} \quad (\text{الف})$$

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{12} - \frac{1}{36} = \frac{3-1}{36} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{2}{36} \Rightarrow p = 18 \text{ cm}$$

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{|q|}{p} \Rightarrow \frac{A'B'}{3} = \frac{36}{18} \Rightarrow \frac{A'B'}{3} = \frac{2}{1} \Rightarrow A'B' = 6 \text{ cm}$$

(ب)

(پ)



مثال ۵

یک شیء به طول ۲ cm را در ۱۵ سانتی متری آینهٔ محدب قرار می‌دهیم. تصویر مجازی در ۶ سانتی متری آینه دیده می‌شود. فاصلهٔ کانونی آینه و طول تصویر را محاسبه کنید.

پاسخ:

$p = 15 \text{ cm}$ و $q = -6 \text{ cm}$ و $AB = 2 \text{ cm}$ و $f = ?$ و $A'B' = ?$

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

$$\frac{1}{15} - \frac{1}{6} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{2-5}{30} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{-3}{30} \Rightarrow f = -10 \text{ cm}$$

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{|q|}{p} \Rightarrow \frac{A'B'}{2} = \frac{6}{15} \Rightarrow \frac{A'B'}{2} = \frac{2}{5} \Rightarrow A'B' = 0.8 \text{ cm}$$

مثال ۶

فاصلهٔ جسمی از تصویر حقیقی‌اش در یک آینهٔ کروی ۴۰ cm و طول تصویر $\frac{1}{3}$ برابر طول جسم است.

(الف) نوع آینه را معلوم کنید.

(ب) جسم در کدام یک از محدوده‌های زیر قرار دارد؟

۱- بین آینه و کانون ۲- بین کانون و مرکز ۳- روی محور اصلی آینه در فاصله‌ای بیشتر از r از آینه

(پ) فاصلهٔ کانونی آینه چقدر است؟

$$p - q = 4^\circ \text{cm} , \quad m = \frac{1}{3} , \quad f = ?$$

پاسخ:

الف) فقط آینه مقعر است که می تواند از جسم مقابله، تصویر حقیقی تشکیل دهد.

ب) از آنجا که تصویر حقیقی و کوچک تر از جسم است، می توان نتیجه گرفت که جسم در فاصله ای بیش از r از آینه

قرار دارد.

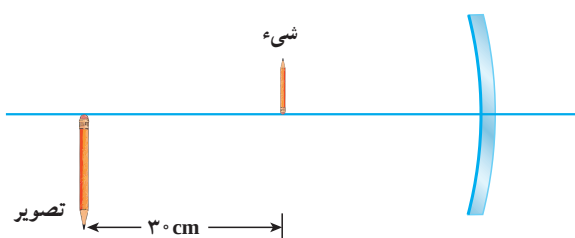
پ)

$$m = \frac{|q|}{p} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{q}{p} \Rightarrow q = \frac{1}{3}p$$

$$\begin{cases} p - q = 4^\circ \\ q = \frac{1}{3}p \end{cases} \Rightarrow p = 6^\circ \text{cm} , q = 2^\circ \text{cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{6^\circ} + \frac{1}{2^\circ} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{3}{6^\circ} \Rightarrow f = 2^\circ \text{cm}$$

مثال ۷



در شکل روبه روی تصویر و آینه مقعر نشان داده شده

است. فاصله شیء تا تصویر 3°cm و بزرگنمایی آینه در این

حالت ۲ است.

الف) فاصله شیء تا آینه و فاصله تصویر تا آینه چقدر

است؟

ب) شعاع آینه چند سانتی متر است؟

پاسخ:

$$q - p = 3^\circ \text{cm} , \quad m = 2 , \quad p = ? , \quad q = ? , \quad r = ?$$

الف) چون تصویر حقیقی است، q مثبت است. پس:

$$m = \frac{|q|}{p} \Rightarrow 2 = \frac{q}{p} \Rightarrow q = 2p$$

$$\begin{cases} q - p = 3^\circ \\ q = 2p \end{cases} \Rightarrow p = 3^\circ \text{cm} , \quad q = 6^\circ \text{cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{3^\circ} + \frac{1}{6^\circ} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{3}{6^\circ} \Rightarrow f = 2^\circ \text{cm}$$

ب)

$$f = \frac{r}{2} \Rightarrow 2^\circ = \frac{r}{2} \Rightarrow r = 4^\circ \text{cm}$$

در هریک از حالت‌های زیر جسمی جلوی آینه قرار دارد و آینه تصویر آن را تشکیل می‌دهد. در هر مورد با توجه به ویژگی‌های تصویر، نوع آینه را مشخص کنید.

الف) تصویر در پشت آینه تشکیل شده است و با دور کردن جسم از آینه یا نزدیک کردن جسم به آینه، اندازه تصویر همواره با اندازه جسم برابر است.

ب) تصویر در پشت آینه تشکیل شده و مستقیم و کوچک تر از جسم است.

پ) تصویر در پشت آینه تشکیل شده و مستقیم و بزرگ تر از جسم است.

ت) تصویر در جلوی آینه تشکیل شده و وارونه است.

تمرین ۲

آینه‌ای کروی به شعاع 36cm از جسمی به طول 2cm تصویری مستقیم و 4 برابر جسم ایجاد می‌کند.

الف) نوع آینه را تعیین کنید.

ب) فاصله جسم از تصویر را بیابید.

فناوری و کاربرد



با کوره‌ها و نیروگاه‌های خورشیدی می‌توان انرژی تابشی خورشید را به انرژی گرمایی تبدیل کرد.

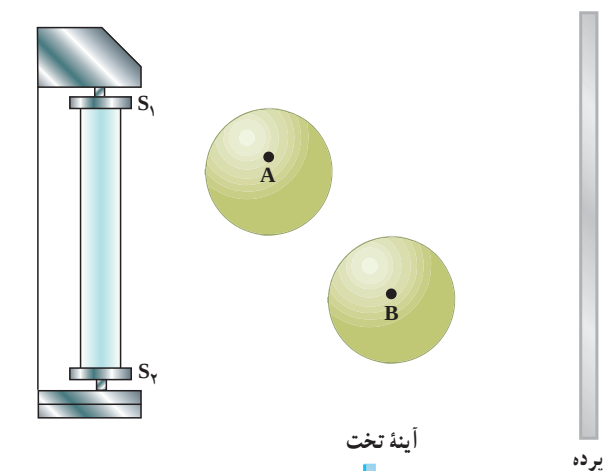
کوره‌های خورشیدی با استفاده از آینه‌های بشقابی انرژی تابشی خورشید را در منطقه کوچکی متمرکز و آن را به انرژی گرمایی تبدیل می‌کنند. هر کوره خورشیدی از یک آینه مقعر و یک پایه گردان تشکیل شده است. مرکز آینه، توسط یک موتور، طوری تنظیم می‌شود که دهانه آینه همواره متوجه خورشید باشد. پرتوهای خورشید به‌طور موازی به آینه برخورد می‌کند و در کانون آن متمرکز می‌شود و مایعی را که در مفزنی در ممل کانون قرار دارد گرم می‌کند. در نیروگاه‌های خورشیدی از چندین واحد کوره خورشیدی در کنار هم استفاده می‌شود و با گرم کردن مایعی مناسب انرژی لازم برای به‌کارانداختن یک موتور یا توربین کوچک تأمین می‌شود.

اجاق خورشیدی بسازید.

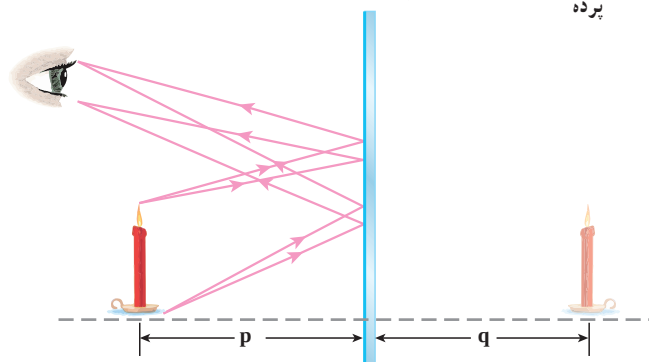
قبلاً دیدیم که با استفاده از یک آینهٔ مقعر می‌توان پرتوهای خورشید را در نقطه‌ای به نام کانون متمرکز کرد. اگر در کانون یک ظرف غذا قرار دهیم ممکن است دمای آن به بالاتر از 100°C برسد و امکان پختن غذا فراهم شود. با استفاده از امکانات بومی خود این اجاق را طراحی کنید و سپس آن را بسازید.



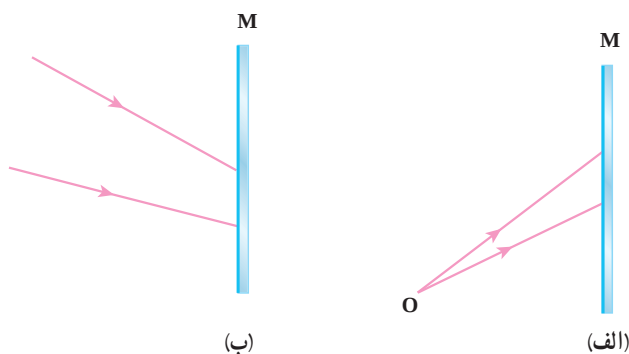
۱ توپ‌های کدر A و B را مطابق شکل جلوی یک لامپ مهتابی روشن (S_1, S_2) قرار داده‌ایم. با رسم پرتوهایی که از لامپ به دیوار (پرده) می‌رسند، نقاط کاملاً تاریک را مشخص نمایید.



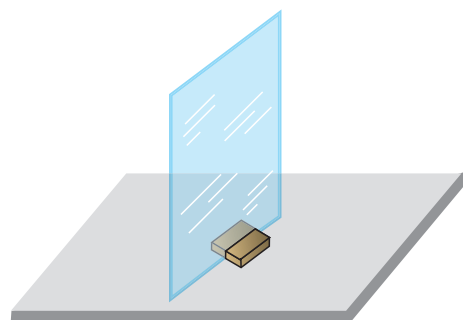
۲ در شکل روبرو با رسم امتداد پرتوها چگونگی تشکیل تصویر در آینه تخت را نشان دهید.



۳ با رسم پرتوهای بازتاب یا امتداد آنها در پشت آینه چگونگی تشکیل تصویر در آینه تخت را برای پرتوهای واگرا و همگرا در شکل مقابل نشان دهید.



۴ آینه تختی را مطابق شکل مقابل روی میز به‌طور قائم نصب کنید (یا از دوست خود بخواهید که آن را به‌طور قائم روی میز نگه‌دارد). سپس یک مداد یا خودکار را طوری روی میز مقابل آینه قرار دهید که:

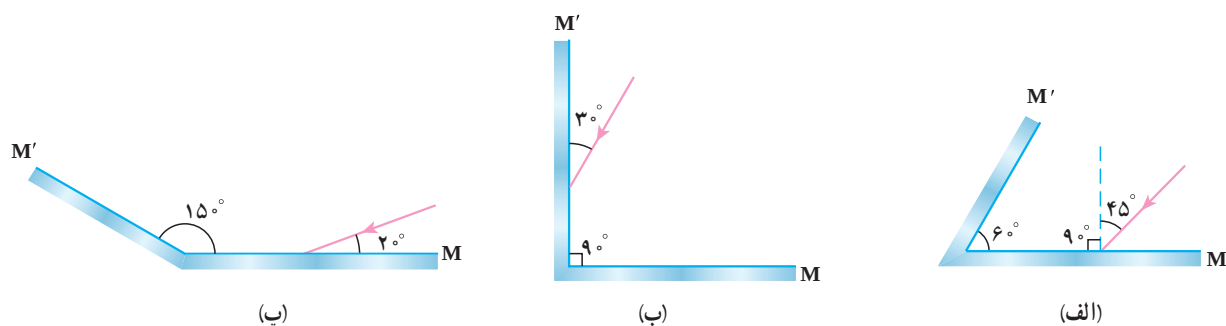


(الف) تصویر آن با مداد در یک راستا باشد.

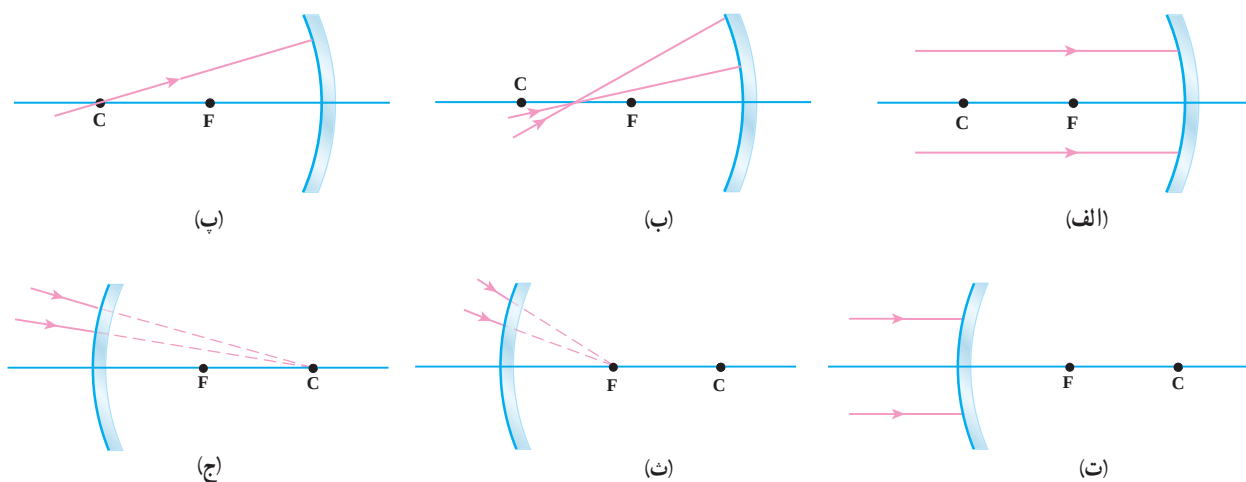
(ب) امتداد تصویر بر امتداد مداد عمود باشد.

در هر مورد شکل را رسم کنید.

۵ در شکل‌های زیر مسیر پرتو نور در بازتاب از روی آینه‌های M و M' را با رسم، کامل کنید.



۶ در شکل‌های زیر مسیر نور را پس از تابش به آینه، با رسم، کامل کنید.



۷ شیء را در چه ناحیه یا نقطه‌ای جلوی آینه مقعر قرار دهیم تا بزرگ‌نمایی آن،

(الف) بزرگ‌تر از یک باشد.

(ب) کوچک‌تر از یک باشد.

(پ) مساوی یک باشد.

۸ تحقیق کنید که :

(الف) چرا در پیچ جاده‌ها آینه نصب می‌کنند؟ این آینه از چه نوعی است؟

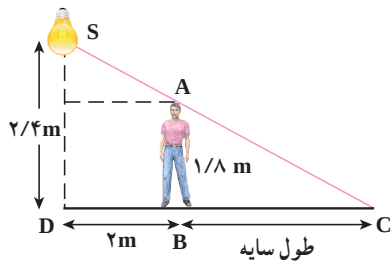
(ب) مزایا و معایب به کار بردن آینه تخت یا آینه محدب به عنوان آینه بغل اتومبیل چیست؟

۹ (الف) آیا می‌توان تصویر مجازی را روی پرده انداخت؟ توضیح دهید.

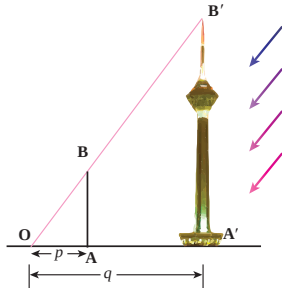
(ب) آیا می‌توان از تصویر مجازی عکس گرفت؟ توضیح دهید.



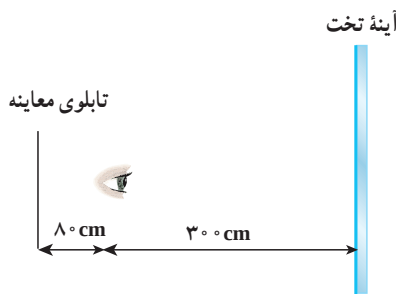
۱۰ جسمی از فاصله خیلی دور تا فاصله بسیار نزدیک، به آینه محدب نزدیک می‌شود. تصویر این جسم در چه محدوده‌ای جابه‌جا می‌شود؟



۱ مطابق شکل، یک لامپ کوچک در ارتفاع 2.4 متری روی یک دیوار نصب شده است. شخصی به قد 1.8 متر در فاصله 2 متری دیوار ایستاده است. طول سایه ایجاد شده از شخص روی زمین چند متر است؟



۲ شکل مقابل، برج میلاد را در یک روز آفتابی، به همراه سایه اش نشان می‌دهد. با استفاده از یک میله و سایه آن در همان زمان و منطقه می‌توانیم ارتفاع برج را محاسبه کنیم. در صورتی که طول میله قائم 3 م، طول سایه برج روی زمین 145 m و طول سایه میله 1 m باشد، ارتفاع برج را حساب کنید.

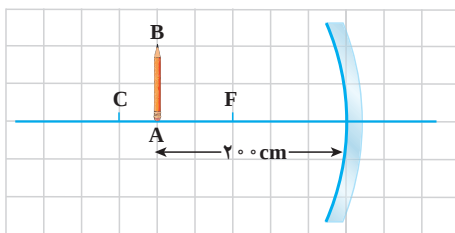


۳ مطابق شکل مقابل، تابلوی معاینه چشم در 80° سانتی متری چشم بیمار، پشت سر او قرار دارد و آینه تختی در 300° سانتی متری جلوی او است. فاصله چشمان بیمار تا تصویر چقدر است؟

۴ شخصی مقابل آینه تخت قائمی ایستاده است :

الف) اگر این شخص 50 cm به آینه نزدیک شود چند سانتی متر به تصویرش نزدیک می‌شود؟

ب) اگر این شخص در جای خود ساکن بماند و فاصله آینه از او 10 cm زیاد شود، تصویر او نسبت به تصویر اولیه چقدر جابه‌جا می‌شود؟



۵ روی کاغذ شطرنجی آینه مقعری رسم شده است. برای جسمی که در مقابل آن قرار دارد، اگر فاصله کانونی آینه 12.0 cm باشد :

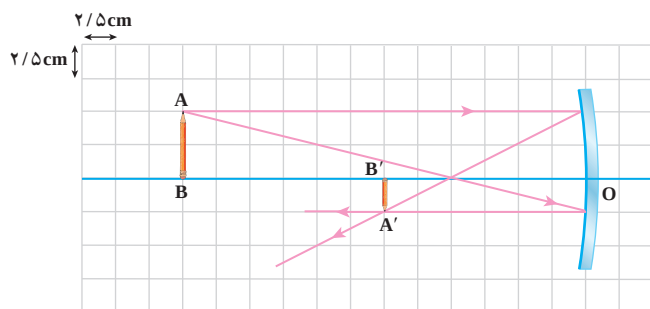
الف) مکان تصویر را با استفاده از رسم پرتوها بیابید و فاصله تصویر از آینه را تعیین کنید.

ب) با جاگذاری عددی مقدارهای p ، q و f در رابطه آینه‌های کروی درستی این رابطه را تحقیق کنید.

۶ جسمی در فاصله 18 سانتی متری آینه مقعری به شعاع 24 cm سانتی متر قرار دارد.

الف) فاصله تصویر تا آینه و نوع تصویر را مشخص کنید.

ب) شکل را با فاصله‌های داده شده برای جسم و فاصله کانونی رسم کنید. فاصله تصویر تا آینه را با خط کش اندازه بگیرید و آن را با عدد به دست آمده از محاسبه مقایسه کنید.



۷ با توجه به شکل روبه‌رو

الف) اندازه تصویر و جسم را مشخص نمایید.

ب) نوع آینه را تعیین کنید.

پ) فاصله کانونی آینه را با توجه به فاصله‌های جسم و تصویر از آینه به دست آورید و با اندازه آن روی شکل مقایسه نمایید.

۸ در یک آینه مقعر، فاصله جسم تا آینه ۱۵ cm است. اگر تصویر نسبت به جسم مستقیم و فاصله آن تا آینه ۲۰ cm باشد، فاصله

کانونی و شعاع این آینه چقدر است؟

۹ می‌خواهیم یک شیء مانند دندان را مقابل آینه کاوی به فاصله کانونی ۶ cm چنان قرار دهیم که تصویر مستقیم بزرگ‌تری را

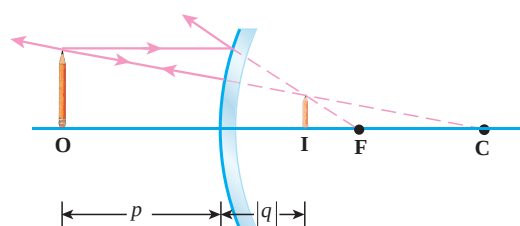
تشکیل دهد. شیء را کجا قرار دهیم تا ابعاد تصویر سه برابر ابعاد شیء باشد؟

۱۰ جسمی مقابل یک آینه محدب که فاصله کانونی آن ۱۰ cm است قرار دارد. فاصله جسم تا آینه ۲۰ cm است.

الف) فاصله تصویر تا آینه را حساب کنید.

ب-۱) اگر طول جسم ۴ cm باشد طول تصویر چقدر است؟

ب-۲) با توجه به مقادیر داده شده و با انتخاب مقیاس مناسب، شکل رسم کنید. سپس با اندازه‌گیری فاصله تصویر تا آینه و اندازه‌گیری طول تصویر با خط‌کش آنها را با عدددهای به دست آمده در بند الف و ب-۱ مقایسه کنید.

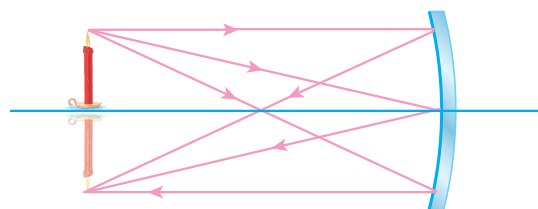


۱۱ در شکل روبه‌رو طول جسم ۵ cm است. این جسم در فاصله

۴۰ سانتی‌متری آینه قرار دارد و فاصله تصویر از آینه ۱۰ cm است.

الف) طول تصویر چند سانتی‌متر است؟

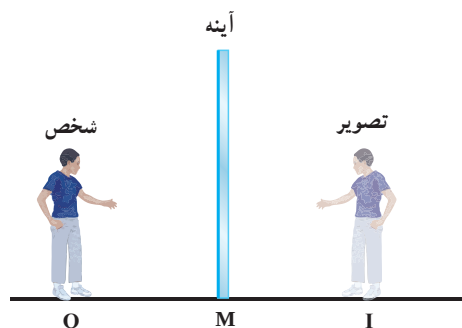
ب) شعاع آینه چقدر است؟



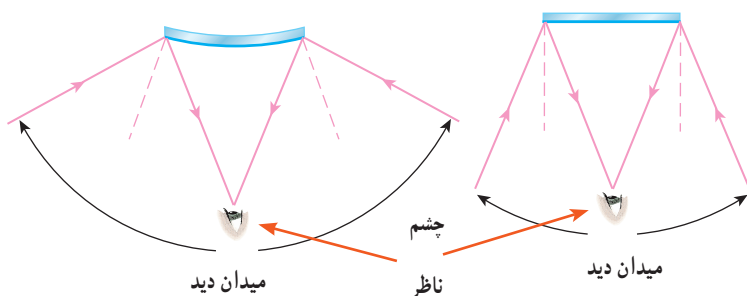
۱۲ در شکل روبه‌رو شمع را در برابر آینه کاو، آن قدر جابه‌جا کرده‌ایم

تا تصویر شعله شمع دقیقاً زیر آن بیفتد. در این حالت فاصله شمع از آینه ۱۵ cm است. شعاع آینه و فاصله کانونی آن، هر یک چند سانتی‌متر

است؟

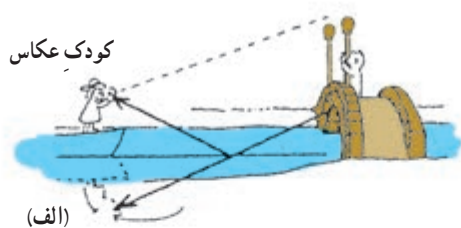


- ۱ در شکل روبرو شخص با سرعت 2 m/s به آینه نزدیک می‌شود.
 الف) تصویر شخص با چه سرعتی به آینه نزدیک می‌شود؟
 ب) تصویر شخص با چه سرعتی به خود شخص نزدیک می‌شود؟

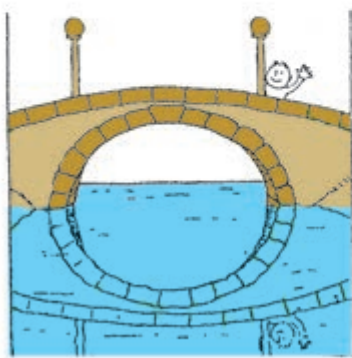


- ۲ در شکل مقابل :

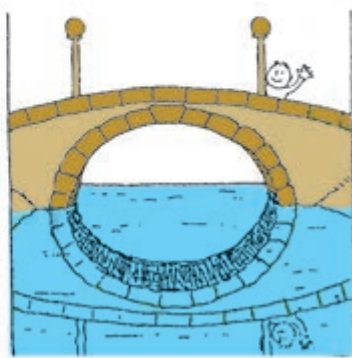
- الف) میدان دید (قسمتی از فضا جلوی آینه که توسط ناظر دیده می‌شود). را برای دو آینه تخت و محدب با هم مقایسه کنید.
 ب) اگر ناظرها از آینه دور شوند، میدان دید آینه چگونه تغییر می‌کند؟
 پ) به نظر شما، میدان دید به چه عواملی بستگی دارد؟



- ۳ مطابق شکل الف کودک از یک پل عکس می‌گیرد. در این عکس هم خود پل دیده می‌شود، هم تصویر پل در آب رودخانه‌ای که از زیر پل می‌گذرد. کدام یک از شکل‌های ب و پ، عکس گرفته شده به وسیله کودک را درست‌تر نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.



(پ)



(ب)

- ۴ اتوبوسی که ارتفاع آن 3 m است در جاده‌ای کوهستانی حرکت می‌کند. وقتی اتوبوس در فاصله 10 m از آینه سربخ است تصویر آن در آینه به فاصله $1/67 \text{ m}$ از آینه تشکیل می‌شود.
 الف) ارتفاع تصویر اتوبوس چقدر است؟
 ب) شعاع آینه چقدر است؟