حلبهٔ دوم

فیزیک نور

گروه هنر

مدرس: دکتر کالبر

فصل دوم

تصویر در آینه تخت

۴ــ۴ــ بازتاب نور

می‌دانیم که کره‌ی 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 چه‌طور؟

شکل ۴ــ۵ــ دیده‌شدن اشیا به سبب نوری است که پس از بازتاب از آن‌ها به چشم می‌رسد.

دیده‌شدن اشیای درون اتاق، هنگامی که چراغ روشن می‌شود، به سبب انتشار نور در اتاق و بازگشت نور از سطح اشیا و رسیدن آن به چشم است. در شکل (۴ــ۵) بازگشت نور از روی اشیا 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.

http://energy4students.blogfa.com/

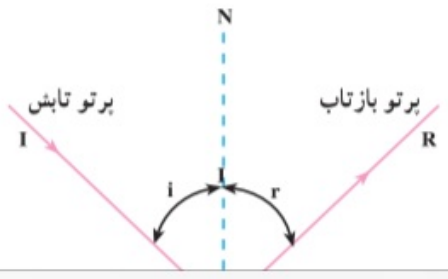
پاسخ دهید ۳

۱ــ در طول روز که آفتاب به درون اتاق نمی‌تابد چگونه اشیای درون اتاق دیده می‌شوند؟

۲ــ برای دیدن اشیا چه شرایطی لازم است؟

بازگشت نور از سطح اجسام را **بازتاب نور** می‌نامیم. سطح‌های صیقلی نظیر ورقه‌های تمیز نیکلی یا نقره‌اندود، یا شیشه‌هایی که یک طرف آن‌ها جیوه‌اندود شده است، نظیر آینه‌ها، پدیده‌ی بازتاب را به‌خوبی نشان می‌دهند. بازتاب از این سطح‌ها را بازتاب آینه‌ای می‌نامند.

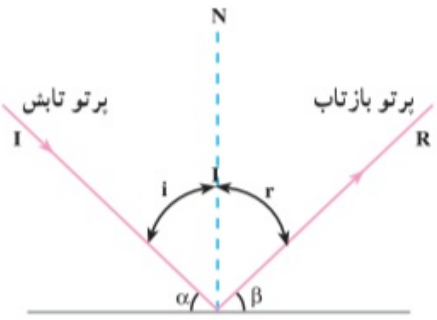
پرتو نوری که به سطح جسم می‌تابد **پرتو تابش** و پرتو بازگشته از سطح را **پرتو بازتاب** می‌نامند. نقطه‌ای را که نور به آن می‌تابد نقطه‌ی تابش، زاویه‌ی بین پرتو تابش و خط عمود بر سطح در نقطه‌ی برخورد نور را **زاویه‌ی تابش** (i) و زاویه‌ی بین خط عمود و پرتو بازتاب را **زاویه‌ی بازتاب** (r) می‌نامیم. در شکل (۴ــ۶) پرتوهای تابش و بازتاب، خط عمود بر سطح و زاویه‌های



بازگشت نور از سطح اجسام را **بازتاب نور** می‌نامیم. سطح‌های صیقلی نظیر ورقه‌های تمیز نیکلی یا نقره‌اندود، یا شیشه‌هایی که یک طرف آن‌ها جیوه‌اندود شده است، نظیر آینه‌ها، پدیده‌ی بازتاب را به‌خوبی نشان می‌دهند. بازتاب از این سطح‌ها را بازتاب آینه‌ای می‌نامند.

پرتو نوری که به سطح جسم می‌تابد **پرتو تابش** و پرتو بازگشته از سطح را **پرتو بازتاب** می‌نامند. نقطه‌ای را که نور به آن می‌تابد نقطه‌ی تابش، زاویه‌ی بین پرتو تابش و خط عمود بر سطح در نقطه‌ی برخورد نور را **زاویه‌ی تابش** (i) و زاویه‌ی بین خط عمود و پرتو بازتاب را **زاویه‌ی بازتاب** (r) می‌نامیم. در شکل(۴ــ۶) پرتوهای تابش و بازتاب، خط عمود بر سطح و زاویه‌های تابش و بازتاب نشان داده شده است. توجه کنید که زاویه‌ی تابش، متمم زاویه‌ی بین پرتو تابش و سطح آینه است و با توجه به شکل، داریم :

$$i + \alpha = 90^\circ$$



شکل ۴ــ۶ــ بازتاب نور از سطح یک آینه

students.blogfa.com/

قانون‌های بازتاب:

الف ــ پرتو تابش، پرتو بازتاب و خط عمود بر سطح آینه در نقطه‌ی تابش، هر سه در یک صفحه‌اند.

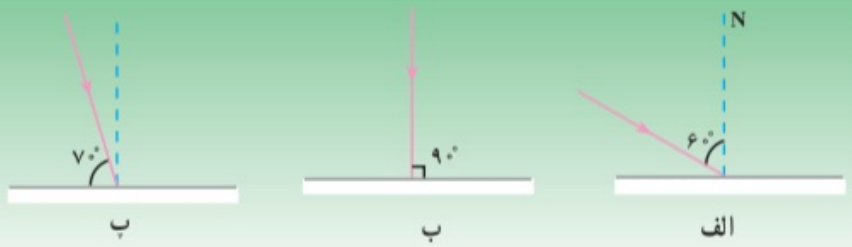
ب ــ زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتاب با هم برابرند.

$$i = r \qquad (۱ــ۴)$$

http://energy4student

فعالیت ۳

۱ــ در شکل‌های (۴ــ۸ ــ الف، ب، پ) با مشخص کردن اندازه‌ی زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتاب، پرتو بازتاب مربوط به هر یک از سطح‌های صیقلی را رسم کنید.



شکل ۴ــ۸

فعالیت ۴

۱ــ در شکل (۴ــ۹) زاویه‌ی تابش هر پرتو را تعیین کنید.

۲ــ پرتوهای تابش نسبت به هم چگونه‌اند؟ چرا؟

۳ــ پرتوهای بازتاب را رسم کنید و توضیح دهید این پرتوها نسبت به هم چگونه‌اند؟ چرا؟

شکل ۴ــ۹

ogfa.com/

ــ تصویر در آینه‌های تخت

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

آینه‌های معمولی را که سطح آن‌ها مسطح است آینه‌ی تخت می‌نامند. هنگامی که روبه‌روی آینه‌ای می‌ایستید خودتان را در آینه می‌بینید. مشاهده‌ی منظره‌های اطراف در سطح آب یک استخر،

دیده شدن اشیای مقابل آینه در آن، به سبب بازتاب نور از سطح آینه و رسیدن پرتوهای بازتاب به چشم است. آنچه در آینه دیده می‌شود **تصویر** شئ مقابل آینه است. شکل (۴ــ۱۰) چگونگی دیده شدن تصویر یک شئ (یک شمع) را در آینه‌ی تخت نشان می‌دهد.

شکل ۴ــ۱۰ــ پرتوهایی که از شئ به آینه تابیده‌اند سبب می‌شوند که مشاهده کننده شئ را در راستای پرتوهای بازتاب که به چشم رسیده‌اند ببیند.

هنگامی که یک شئ مقابل آینه قرار می‌گیرد از هر نقطه‌ی آن (نظیر نقطه‌ی A در شکل ۴ــ۱۰) پرتوهای نور به آینه می‌تابد، این پرتوها پس از بازتاب از سطح آینه به چشم بیننده می‌رسند. مثل این است که این پرتوها از A' به چشم می‌رسند. نقطه‌ی A' که محل به‌هم رسیدن پرتوهای بازتاب‌اند، تصویر نقطه‌ی A است. با این روش می‌توانیم، تصویر هر نقطه‌ی دیگری از شئ را به کمک حداقل دو پرتو که از آن نقطه به آینه می‌تابد مشخص کنیم.

http://energy4students.blogfa.com/

ویژگی‌های تصویر در آینه‌ی تخت

۱ــ همان‌طورکه در مورد چگونگی دیده‌شدن تصویر در آینه، در شکل (۴ــ۱۰) شرح داده شده اگر واقعاً در محل A' نقطه‌ی نورانی وجود داشت و پرتوهایی از آن به چشم می‌رسید، آن پرتوها مانند پرتوهایی بودند که از سطح آینه به چشم رسیده‌اند، به همین سبب انسان تصور می‌کند نقطه‌ی

نورانی A در A' است. **A' را تصویر مجازی A می‌نامیم**. همان‌طور که در شکل (۴ــ۱۰) دیده می‌شود، تصویر مجازی از برخورد امتداد پرتوهای بازتاب حاصل می‌شود.

۲ــ در آینه‌ی تخت، طول تصویر با طول شئ برابر است.

۳ــ همان‌گونه که شکل (۴ــ۱۰) نشان می‌دهد، تصویر در آینه‌ی تخت نسبت به جسم مستقیم است.

۴ــ شکل (۴ــ۱۲) تصویر نوشته‌ای را در کنار یک آینه‌ی تخت نشان می‌دهد.

شکل ۴ــ۱۲ــ تصویر در آینه‌ی تخت وارونی جانبی جسم است.

درحالی که نوشته‌ی روی کاغذ از راست به چپ خوانده می‌شود، تصویر نوشته را باید از چپ به راست خواند. این تغییر سمت را که به‌وسیله‌ی آینه حاصل شده است **وارونی جانبی** می‌نامند.

http://physy4students.blogfa.com/

تمرین تحویلی

چرا کلمه‌ی آمبولانس را در جلوی آن به‌صورت وارونه می‌نویسند؟
آیا این کلمه در پشت این اتومبیل نیز وارونه نوشته می‌شود؟

تمرین تحویلی

در آینه‌های تخت :

۱ــ فاصله‌ی تصویر تا آینه ..... فاصله‌ی شئ تا آینه است.

۲ــ طول تصویر با .... برابر است.

۳ــ تصویر شئ در آینه‌ی تخت ..... و ..... است.

۳۵ـ۱ تصویرهای مجازی و حقیقی

هنگامی که می‌خواهید چیزی را، مثلاً گربه‌ای را، ببینید باید پرتوهای نور بازتابیده از گربه با چشم شما برخورد کنند و به سمت **شبکیهٔ** واقع در انتهای چشم بروند. سیستم بینایی شما که از شبکیه آغاز و در لایهٔ بیرونی مغز پایان می‌یابد به طور خودکار و ناخودآگاه اطلاعات مربوط به این نور دریافت شده را پردازش می‌کند. این سیستم، کناره‌ها، سمتگیری‌ها، ساختارها، شکل‌ها و رنگ‌های اشیا را تشخیص و بی‌درنگ به خودآگاهی شما یک **تصویر** (باز تولید حاصل از پرتوهای نور دریافت شده) از گربه می‌دهد. در این حالت، شما گربه را، که در راستای پرتوهای نور دریافت شده و در فاصلهٔ معینی از شما قرار دارد، شناسایی می‌کنید.

سیستم بینایی این عمل پردازش و شناسایی را، حتی در هنگامی که پرتوهای نور رسیده از گربه، نه به طور مستقیم، بلکه پس از **بازتاب** از یک آینه، یا **شکست** به‌وسیلهٔ عدسی‌های یک دوربین دوچشمی، به‌چشم شما می‌رسند، نیز انجام می‌دهد. اما در این حالت، شما گربه را در راستایی می‌بینید که پرتوهای نور پس از بازتاب یا شکست به چشم شما رسیده‌اند و فاصله‌ای که از محل گربه درک می‌کنید با فاصلهٔ واقعی کاملاً متفاوت است.

به عنوان مثال، اگر پرتوهای نور از یک **آینهٔ تخت** به سوی شما بازتابیده شوند، به نظر می‌رسد که گربه در پشت آینه قرار دارد، زیرا پرتوهای نوری که به چشم شما برخورد می‌کنند از سوی آینه می‌آیند. البته، معلوم است که گربه در پشت آینه نیست. این نوع تصویر، که **تصویر مجازی** نامیده می‌شود، فقط در مغز وجود دارد و گفته می‌شود که محل آن در جایی است که آن را درک می‌کنید.

تصویر حقیقی، از این جهت که می‌تواند روی یک سطح، مثلاً روی یک مقوا یا روی پردهٔ سینما، تشکیل شود، متفاوت است. تصویر حقیقی را می‌توان دید (وگرنه سالن سینما خالی می‌ماند) اما وجود آن به محلی که از آنجا آن را می‌بینید بستگی ندارد و همیشه در جای خودش، حتی بدون حضور شما هم، موجود است.

در این فصل به مطالعهٔ وسایلی می‌پردازیم که در آنها تصویرهای مجازی و حقیقی به کمک **بازتاب** (در آینه‌ها) و **شکست** (در عدسی‌ها) تشکیل می‌شوند. هم‌چنین، تمایز میان دو نوع تصویر را به گونه‌ای دقیق‌تر توضیح می‌دهیم. در اینجا، نخست، به نمونه‌ای از یک تصویر مجازی طبیعی (سراب) اشاره می‌کنیم.

سراب

فصل سوم

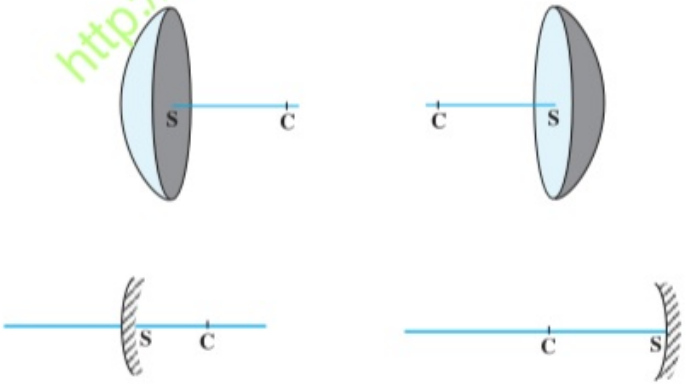
آسیب‌های کمرو

ــ آینه‌های کروی

با آینه‌ی تخت و ویژگی‌های تصویر در آن آشنا شدید. برای پاره‌ای از کاربردهای علمی و تجربی، نوع دیگری از آینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که سطح آن‌ها خمیده است. نوع ویژه‌ای از این‌گونه سطح‌های خمیده، آینه‌های کروی است که در این بخش بررسی می‌شوند.

سطح آینه‌های کروی، بخشی از سطح یک کره است، یعنی تمام نقاط آن از یک نقطه به نام مرکز آینه (مرکز کره‌ای که آینه بخشی از آن است) به یک فاصله‌اند.

اگر سطح درونی کره صیقلی باشد آن را آینه‌ی کاو یا مقعر و اگر سطح برآمده‌ی آن صیقلی باشد، آن‌را آینه‌ی کوژ یا محدب می‌نامند. این آینه‌ها به‌صورت طرح‌وار در شکل (۴ــ۱۳) نشان داده شده‌اند.



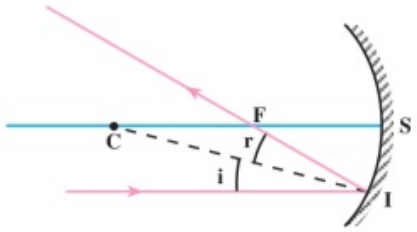
ب ــ آینه‌ی محدب　　الف ــ آینه‌ی مقعر

شکل ۴ــ۱۳

مرکز ــ محور اصلی: مرکز کره‌ای را که آینه قسمتی از آن است، **مرکز آینه** (نقطه‌ی C) می‌نامند. خطی که از مرکز آینه و وسط آینه (نقطه‌ی S) می‌گذرد، محور اصلی آینه نامیده می‌شود. قانون‌های بازتاب نور در مورد آینه‌های کروی هم به کار می‌رود. یعنی اگر در نقطه‌ی فرود پرتو تابش (نقطه‌ی تابش) یک آینه‌ی کروی،خطی عمود بر سطح آینه رسم کنیم، زاویه‌های تابش و بازتاب مشخص می‌شوند. در این‌جا نیز زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتاب با هم برابرند.

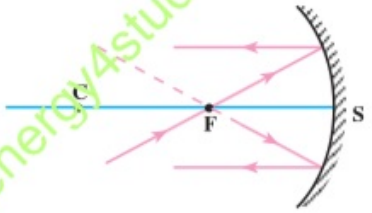
http://energy4students.blogfa.com/

در شکل (۴ـ۱۶) پرتو تابش موازی محور اصلی و پرتو بازتاب آن نشان داده شده است. در این آینه‌ها هم، قانون‌های بازتاب همان است که قبلاً بیان شد. هرگاه در نقطه‌ی تابش I خط عمودی بر سطح آینه (IC) رسم شود، زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتاب با هم برابرند.



شکل ۴ـ۱۶ــ پرتوی که موازی محور اصلی به آینه‌ی مقعر بتابد، پس از بازتاب از کانون می‌گذرد. می‌توان نشان داد که زاویه‌ی تابش (i) و بازتاب (r) با هم مساوی هستند.

پ : آزمایش نشان می‌دهد که **اگر پرتو تابش از کانون گذشته و به آینه بتابد و یا طوری بتابد که امتداد آن از کانون بگذرد، پرتو بازتاب آن موازی محور اصلی خواهد بود.** در شکل (۴ـ۱۷) این پرتوها نشان داده شده‌اند.



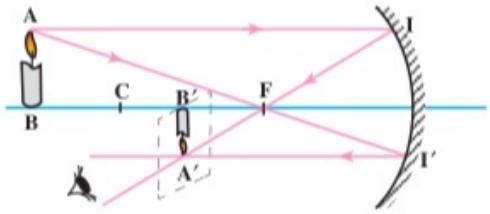
شکل ۴ـ۱۷ــ پرتوی که امتداد یا خود آن از کانون آینه‌ی مقعر بگذرد، موازی محور اصلی آینه باز می‌تابد.

http://energy4students.blogfa.com/

۴ــ۹ــ چگونگی تشکیل تصویر در آینه‌های مقعر

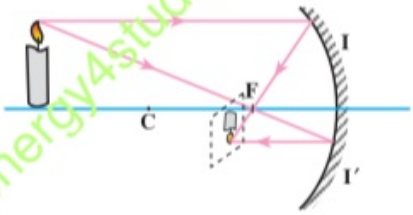
یک شئ، مثلاً یک شمع روشن، را در فاصله‌ای دورتر از مرکز، در مقابل آینه‌ی کاو عمود بر محور اصلی آن مطابق شکل (۴ــ ۱۹) در نظر بگیرید. از هر نقطه‌ی شمع، مانند نقطه‌ی A، پرتوهای زیادی به آینه می‌تابند، بازتاب دو پرتو تابش AI (موازی محور اصلی) و AI' (پرتو تابشی که از کانون گذشته) را به روشی که گفته شد رسم می‌کنیم، پرتوهای بازتاب یک‌دیگر را در نقطه‌ی A' قطع می‌کنند. اگر پرتوهای دیگری هم از نقطه‌ی A به آینه بتابد، بازتاب آن‌ها از نقطه‌ی A' می‌گذرد. بنابراین برای به‌دست‌آوردن نقطه‌ی A' رسم دو پرتو کافی است. A' تصویر نقطه‌ی A است. اگر برای

سایر نقطه‌های شمع هم به همین روش عمل کنیم، تصویر کامل شمع به‌دست می‌آید. عملاً بازتاب پرتوهای تابش و بازتاب از همه‌ی نقطه‌های شمع را رسم نمی‌کنیم زیرا آزمایش نشان می‌دهد که اگر شئ بر محور اصلی عمود باشد، تصویر هم بر محور اصلی عمود است. بعد از به‌دست آوردن نقطه‌ی A' (تصویر نقطه‌ی A)، می‌توان تصویر شئ را عمود بر محور اصلی رسم کرد.



شکل ۴ــ ۱۹ــ رسم تصویر شئ در آینه‌ی کاو

تصویری را که به این ترتیب حاصل شده است تصویر حقیقی می‌نامیم. اگر یک صفحه‌ی کاغذ را در مقابل آینه جابه‌جا کنیم تا قرار گرفتن کاغذ درمحل تصویر، مطابق شکل (۴ــ۲۰) تصویر حقیقی بر روی کاغذ تشکیل و مشاهده می‌شود.



شکل ۴ــ۲۰ــ تصویر حقیقی بر روی صفحه‌ی کاغذ تشکیل شده است.

هرگاه مطابق شکل (۴ــ ۱۹) چشم ناظر بعد از تصویر شمع، در راستای پرتوهای بازتاب، قرار گیرد تصویر را می‌بیند. زیرا اگر به جای A' نقطه‌ی روشنی وجود داشت، همین پرتوها از آن نقطه‌ی روشن به چشم می‌رسیدند. می‌توان نتیجه گرفت که اگر پرتوهای بازتاب خودشان یک‌دیگر را قطع کنند تصویر حقیقی است.

روش رسم تصویر در آینه‌های کاو: از هر نقطه‌ی شئ پرتوهای زیادی به آینه می‌تابد. در

http://energy4students.blogfa.com/