

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فیزیک پایه

(ویژه‌ی دانش‌آموزان ممتاز رشته‌های ریاضی و تجربی)



انتشارات فوشهوان

مؤلفان: کامران ابراهیمی، داریوش مدقالچی



خدا را شاکریم که به ما این توفیق را عنایت نمود تا گامی هرچند کوچک برای دانش‌آموزان و فرهیختگان این مرز و بوم برداریم. چندین سال است بحث کنکور یکی از مسائل مهم و ارزشمند جامعه درآمده است و بعضی‌ها از آن به عنوان سدی برای ورود به دانشگاه یاد کرده‌اند. برای تسهیل گذر از این سد، مؤسسات و افراد مختلفی دست به کار شده و خدمات ارزنده‌ای را برای داوطلبین کنکور انجام داده‌اند که قابل تقدیر و تشکر است و اما متأسفانه خدمات بعضی از این افراد و یا مراکز به طور خواسته و یا ناخواسته نه تنها ورود به دانشگاه را راحت نمی‌کند بلکه راه رسیدن به دانشگاه را به انحراف می‌کشانند، که این موضوع باعث سردرگمی دانش‌آموزان گشته و انتخاب یک مرکز آموزشی مطمئن برای وی را دشوار کرده است.

انتشارات هوشفوان با بهره‌گیری از مدرسین برتر مراکز آموزشی تهران از جمله مدارس تیزهوشان

فرزانگان تهران، اسلام شهر و کرج، شهید بهشتی شهر ری، علامه حلی تهران و نمونه‌های دولتی امام صادق (ع)، رشد، الزهرا (س)، فدک، امام حسین (ع)، فرهنگ و غیرانتفاعی‌های انرژی اتمی، مفید و علامه طباطبایی اقدام به چاپ کتبی آموزشی برای دانش‌آموزان ممتاز نموده است تا بتواند گامی کوچک در جهت تسهیل ورود به دانشگاه‌ها را برای آنان بردارد.

امید است این اقدام در جهت خدمت به آینده‌سازان این مرز و بوم مؤثر افتد.

رسول حاجی زاده

مدیر انتشارات خوشخوان



به نام آن که جان را فکرت آموخت

سپاس و ستایش خدای متعال را که توفیق تألیف و تدوین این مجموعه را عنایت فرمود تا سهمی در پیشبرد اهداف علمی دانش‌آموزان عزیز این مرز و بوم داشته باشیم.

در کتابی که پیش رو دارید سعی شده است مطالب فیزیک پایه در قالبی جدید آموزش داده شود و بیش از هر چیز به درک صحیح و عمیق مطالب تأکید شده است. مطالب کتاب در یازده فصل بر اساس فصول کتب درسی سال‌های اول، دوم و سوم دبیرستان تنظیم شده است که موضوعات هر فصل در چند جلسه بررسی می‌شود که هر جلسه شامل آموزش مفاهیم متناسب با آن جلسه به همراه حل تعدادی مسئله و تست مربوط به آن مبحث برای افزایش یادگیری می‌باشد در پایان هر جلسه تعدادی تست به عنوان تمرین در رابطه با مطالب آموزش داده شده در آن جلسه آورده شده است که دانش‌آموزان برای سنجش و بهبود میزان یادگیری خود لازم است این تست‌ها را حل نمایند که پاسخ تشریحی این تست‌ها در ادامه فصل آمده است. در انتهای هر فصل تعدادی تست تکمیلی که شامل کلیه‌ی مباحث طرح شده فصل می‌باشد آورده شده است که پرداختن به آن‌ها برای تسلط و مهارت بیشتر در یادگیری توصیه می‌شود.

در پایان موفقیت دانش‌آموزان عزیز را در طی مدارج عالیّه علمی آرزو مندیم.

« فهرست مطالب »

صفحه

عنوان

۹	فصل اول. بازتاب نور – آینه‌ها
۹	جلسه‌ی اول
۱۵	تمرین ۱-۱
۱۷	جلسه‌ی دوم
۲۴	تمرین ۱-۲
۲۵	پاسخ کلیدی تمرینات فصل اول
۲۶	پاسخ تشریحی تمرینات فصل اول
۲۸	فصل دوم. شکست نور
۲۸	جلسه‌ی سوم
۳۹	تمرین ۲-۱
۴۲	جلسه‌ی چهارم
۵۲	تمرین ۲-۲
۵۴	پاسخ کلیدی تمرینات فصل دوم
۵۵	پاسخ تشریحی تمرینات فصل دوم
۵۹	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصول ۱ و ۲
۶۵	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصول ۱ و ۲
۶۶	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصول ۱ و ۲
۷۱	فصل سوم. اندازه‌گیری و بردار
۷۱	جلسه‌ی پنجم
۷۸	تمرین ۳-۱
۷۹	پاسخ کلیدی تمرینات فصل سوم
۸۰	پاسخ تشریحی تمرینات فصل سوم
۸۱	فصل چهارم. کار و انرژی
۸۱	جلسه‌ی ششم
۹۵	تمرین ۴-۱

۱۰۱	پاسخ کلیدی تمرینات فصل چهارم
۱۰۲	پاسخ تشریحی تمرینات فصل چهارم
۱۰۶	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل چهارم
۱۱۲	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل چهارم
۱۱۳	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل چهارم
۱۱۸	فصل پنجم. خواص ماده - هیدروستاتیک
۱۱۸	جلسه‌ی هفتم
۱۲۶	تمرین ۱-۵
۱۳۰	جلسه‌ی هشتم
۱۳۶	تمرین ۲-۵
۱۴۰	پاسخ کلیدی تمرینات فصل پنجم
۱۴۱	پاسخ تشریحی تمرینات فصل پنجم
۱۴۶	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل پنجم
۱۴۹	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل پنجم
۱۵۰	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل پنجم
۱۵۲	فصل ششم. حرارت
۱۵۲	جلسه‌ی نهم
۱۶۴	تمرینات فصل ششم
۱۶۹	پاسخ کلیدی تمرینات فصل ششم
۱۷۰	پاسخ تشریحی تمرینات فصل ششم
۱۷۳	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل ششم
۱۷۶	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل ششم
۱۷۷	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل ششم
۱۷۹	فصل هفتم. ترمودینامیک
۱۷۹	جلسه‌ی دهم
۱۹۴	تمرین ۱-۷
۱۹۷	جلسه‌ی یازدهم
۲۰۵	تمرین ۲-۷

۲۰۹	پاسخ کلیدی تمرینات فصل هفتم
۲۱۰	پاسخ تشریحی تمرینات فصل هفتم
۲۱۵	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل هفتم
۲۷	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل هفتم
۲۱۸	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل هفتم
۲۲۰	فصل هشتم. الکتریسیته ساکن
۲۲۰	جلسه‌ی دوازدهم
۲۳۳	تمرین ۸-۱
۲۳۷	جلسه‌ی سیزدهم
۲۴۳	تمرین ۸-۲
۲۴۶	جلسه‌ی چهاردهم
۲۶۰	تمرین ۸-۳
۲۶۵	پاسخ کلیدی تمرینات فصل هشتم
۲۶۶	پاسخ تشریحی تمرینات فصل هشتم
۲۷۵	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل هشتم
۲۷۷	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل هشتم
۲۷۸	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل هشتم
۲۸۰	فصل نهم. جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم
۲۸۰	جلسه‌ی پانزدهم
۲۹۱	تمرین ۹-۱
۲۹۳	جلسه‌ی شانزدهم
۳۰۱	تمرین ۹-۲
۳۰۷	جلسه‌ی هفدهم
۳۱۶	تمرین ۹-۳
۳۱۹	پاسخ کلیدی تمرینات فصل نهم
۳۲۰	پاسخ تشریحی تمرینات فصل نهم
۳۲۸	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل نهم
۳۳۱	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل نهم
۳۳۲	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل نهم

۲۳۵	.....	فصل دهم. مغناطیس
۲۳۵	.....	جلسه‌ی هجدهم
۳۴۴	.....	تمرین ۱-۱۰
۳۴۷	.....	جلسه‌ی نوزدهم
۳۵۵	.....	تمرین ۲-۱۰
۳۵۹	.....	پاسخ کلیدی تمرینات فصل دهم
۳۶۰	.....	پاسخ تشریحی تمرینات فصل دهم
۳۶۵	.....	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل دهم
۳۶۷	.....	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل دهم
۳۶۸	.....	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل دهم
۳۷۰	.....	فصل یازدهم. القای الکترومغناطیسی
۳۷۰	.....	جلسه‌ی بیستم
۳۷۸	.....	تمرین ۱-۱۱
۳۸۲	.....	جلسه‌ی بیست و یکم
۳۸۸	.....	تمرین ۲-۱۱
۳۹۰	.....	پاسخ کلیدی تمرینات فصل یازدهم
۳۹۱	.....	پاسخ تشریحی تمرینات فصل یازدهم
۳۹۶	.....	پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل یازدهم
۳۹۸	.....	پاسخ کلیدی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل یازدهم
۳۹۹	.....	پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای تکمیلی فصل یازدهم

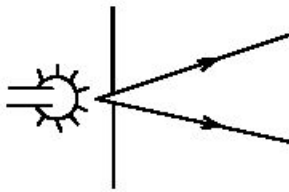
فصل اول

بازتاب نور - آینه‌ها

جلسه اول

تئوری انتشار نور به خط راست یکی از قدیمی ترین تئوری هاست که در مورد نور مطرح شده است. پدیده هایی چون تشکیل سایه و نیمسایه ، خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی با این تئوری قابل توجیه است.

چشمی نور گسترده و نقطه‌ای



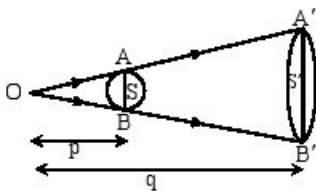
یک شیء نورانی (خورشید، چراغ روشن و ...) را چشمه نور گسترده می نامند. با قرار دادن یک صفحه ی کدر که روی آن سوراخ کوچکی ایجاد شده است در مقابل چشمه نور گسترده، سوراخ مانند یک چشمه نور کوچک عمل می کند که آن را چشمه نور نقطه ای می گویند.

باریکه ی نور

باریکه ی نور شامل تعداد زیادی خط نور است که به هر یک از آن ها پرتو نور گفته می شود. پهنای یک پرتو بسیار کم است. هر پرتو نور را با یک خط جهت دار نشان می دهند که جهت انتشار نور را نشان می دهد.

سایه و نیمسایه

با قرار گرفتن یک جسم کدر در مقابل چشمه نور نقطه ای، در پشت جسم، سایه تشکیل می شود.



در شکل مقابل با استفاده از تشابه دو مثلث OAB و $OA'B'$ خواهیم داشت:

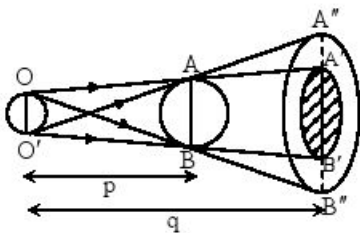
$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} \Rightarrow A'B' = AB \times \frac{q}{p}$$

قطر سایه

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

مساحت سایه

هرگاه چشمه نور گسترده باشد، در اطراف سایه، نیمسایه نیز تشکیل می شود.



$$A'A'' = B'B''$$

قطر یا پهنای نیمسایه

$$A'B' = A''B'' - A'A''$$

قطر سایه

$$O'A''B'' \sim O'AB: \frac{A''B''}{AB} = \frac{q}{p} \Rightarrow A''B'' = AB \left(\frac{q}{p}\right)$$

$$OO'A \sim AA'A'': \frac{A'A''}{OO'} = \frac{q-p}{p} \Rightarrow A'A'' = OO' \times \left(\frac{q-p}{p}\right)$$

پهنای نیمسایه

تست ۱. صفحه کدری به ابعاد $5\text{cm} \times 8\text{cm}$ به فاصله 80cm از چشمه نور نقطه ای قرار دارد. مساحت سایه ی آن

روی پرده ای به موازات صفحه و به فاصله 120cm از آن چند سانتی متر مربع است؟

۲۰۰(۴)

۵۰(۳)

۱۲۵(۲)

۴۵(۱)

پاسخ: گزینه ی ۲

$$\frac{S'}{S} = \left(\frac{q}{p}\right)^2 \rightarrow S' = (5 \times 4) \left(\frac{80+120}{80}\right)^2 \rightarrow S' = 125\text{cm}^2$$

تست ۲. جسم کدروی به قطر ۶cm در فاصله ۱ متری یک چشمه نور با قطر ۱/۵cm قرار گرفته است. قطر

سایه‌ی آن روی پرده‌ای که در فاصله ۵ متری چشمه قرار دارد، چند سانتی متر است؟

۱۵ (۴)

۲۰ (۳)

۲۴ (۲)

۳۰ (۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۲

$$A'A'' = OO' \times \left(\frac{q-p}{p} \right) = 1/5 \left(\frac{5-1}{1} \right) = 6 \text{ cm}$$

(پهنای نیمسایه)

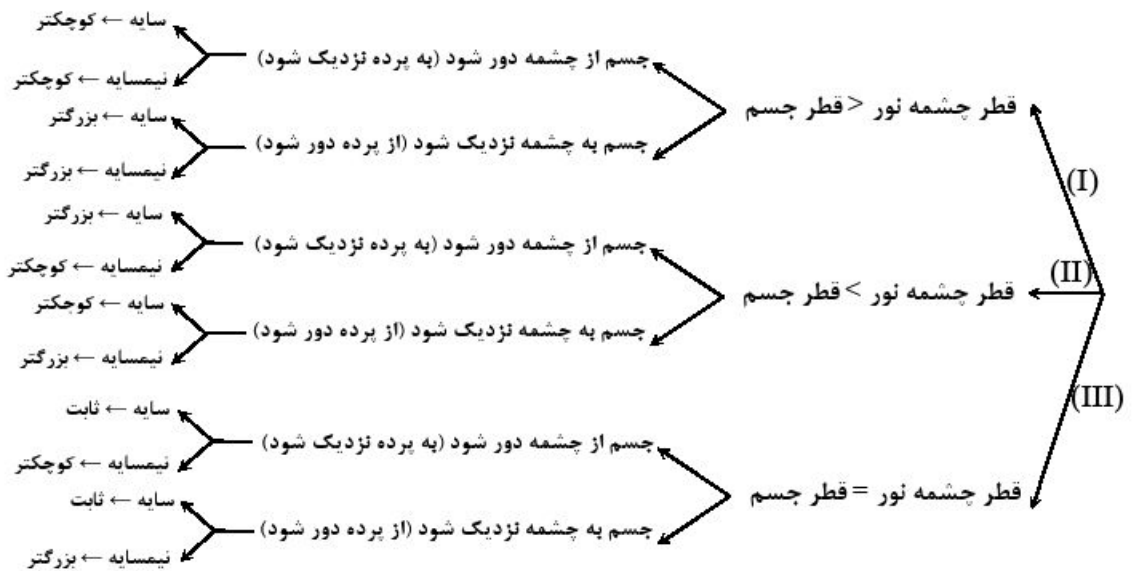
در شکل صفحه قبل:

$$A''B' = AB \times \left(\frac{q}{p} \right) = 6 \times \frac{5}{1} = 30 \text{ cm}$$

$$A'B' = A''B' - A'A'' = 30 - 6 = 24 \text{ cm}$$

(قطر سایه)

تغییر اندازه‌ی سایه و نیمسایه با مابین‌جایی جسم



تست ۳. هرگاه کره ماه به زمین نزدیک شود، اندازه‌های سایه و نیمسایه آن روی زمین به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

۴) بزرگتر-بزرگتر

۳) کوچکتر-کوچکتر

۲) بزرگتر-کوچکتر

۱) کوچکتر-بزرگتر

پاسخ: گزینه‌ی ۲

چون قطر خورشید < قطر ماه است بنابراین با نزدیک شدن کره ماه به زمین (دور شدن از خورشید) سایه آن بزرگتر و نیمسایه آن

کوچکتر می‌شود.

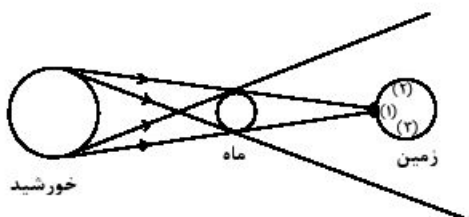
توجه: یکی از پدیده‌های طبیعی مهم که تشکیل سایه و نیمسایه در آن اتفاق می‌افتد، خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی است. هرگاه

خورشید، زمین و ماه در یک راستا باشند این پدیده‌ها روی می‌دهد.

خورشید گرفتگی (کسوف)

سایه‌ی ماه روی زمین می‌افتد.

در (۱) خورشید گرفتگی کامل و در (۲) و (۳) خورشید گرفتگی جزئی است.



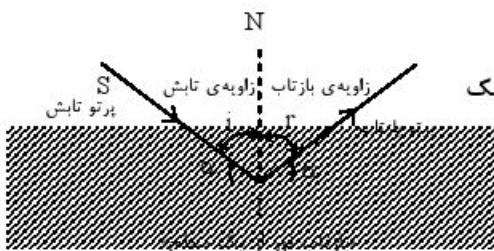
ماه گرفتگی (مسوف)

سایه ی زمین روی ماه می افتد و کره ماه تاریک می شود.

بازتاب نور

بازگشت نور از سطح اجسام را بازتاب نور می گویند. دیده شدن اشیا به سبب نوری است که از آنها باز می گردد. بازتاب از سطح های صیقلی و صاف منظم است (بازتاب آینه‌ای) و بازتاب از سطح های غیر صیقل و ناصاف، نامنظم است.

قانون های بازتاب



(I) پرتو تابش، پرتو بازتاب و خط عمود بر سطح در نقطه تابش هر سه در یک صفحه‌اند.

(II) زاویه تابش و زاویه بازتاب با هم برابرند. $\hat{i} = \hat{r}$

نکته ی ۱. زاویه ی بین پرتو تابش و سطح برابر زاویه بین پرتو بازتاب و سطح است:

$$\begin{cases} 2\alpha + i + r = 180^\circ \\ i = r \end{cases} \Rightarrow 2\alpha + 2i = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 90^\circ - i$$

یعنی \hat{i} و $\hat{\alpha}$ دو زاویه ی متمم هستند.

تست ۸. اگر زاویه بین پرتو تابش و پرتو بازتاب ۳ برابر زاویه تابش با سطح باشد، در این حالت زاویه تابش

چند درجه است؟

۶۷/۵(۴)

۵۴(۳)

۳۶(۲)

۲۲/۵(۱)

پاسخ: گزینه ی ۳

$$\begin{cases} 2i = 3\alpha \\ i + \alpha = 90^\circ \end{cases} \rightarrow \frac{5}{3}i = 90^\circ \rightarrow \hat{i} = 54^\circ$$

نکته ی ۲. قانون های بازتاب نور در تمامی سطح ها (صاف یا ناصاف) صحیح است.

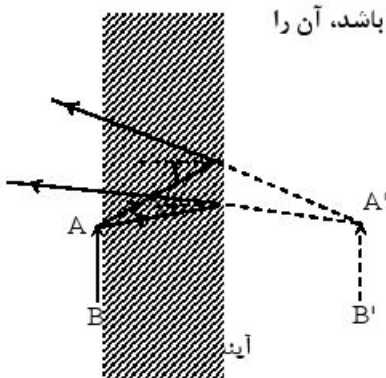
نکته ی ۳. هرگاه پرتو نوری عمود بر یک سطح بتابد، عمود بر سطح نیز بازتاب پیدا می کند. در این حالت

$$\hat{i} = \hat{r} = 0$$

پرتوهای تابش و بازتاب بر هم منطبق اند و :

آینه ها

آینه سطحی صاف و صیقلی است که بازتاب نور از روی آن منظم است. اگر این سطح مسطح باشد، آن را آینه ی تخت می نامند و اگر خمیده باشد، آن را آینه ی خمیده می گویند.



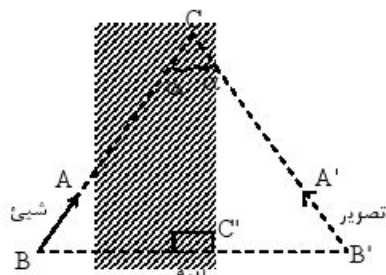
تصویر در آینه های تخت

مطابق شکل تصویر هر نقطه از شیء را (نقطه A) می توان با رسم حداقل دو پرتو که به طور واگرا به آینه می تابند، مشخص کرد. لازم به ذکر است که در اینجا نیز قانون های بازتاب نور حاکم است.

ویژگی‌های تصویر در آینه تخت

- ۱- فاصله ی تصویر تا آینه برابر فاصله ی شیء تا آینه است.
- ۲- طول تصویر با طول شیء برابر است. (بزرگنمایی خطی آینه برابر یک است)
- ۳- تصویر مجازی است. (از تلاقی امتداد پرتوهای بازتاب تشکیل می شود)
- ۴- تصویر نسبت به شیء مستقیم است.
- ۵- تصویر نسبت به شیء وارونی جانبی دارد. (تصویر نوشته BNC در آینه تخت **NCNB** دیده می شود).

زاویه بین شیء و تصویر در آینه تخت



در شکل مقابل دو مثلث $\triangle BCC'$ و $\triangle B'CC'$ بنا به حالت دو ضلع و زاویه ی بین آنها برابرند، در نتیجه:

$$\begin{aligned} \angle BCC' &= \angle B'CC' = \alpha \\ \angle BCB' &= 2\alpha \end{aligned}$$

نکته ی ۴. زاویه ی بین شیء و تصویرش ۲ برابر زاویه ی بین شیء و سطح آینه است.

تست ۵. یک مداد را چنان جلوی یک آینه تخت گرفته ایم تا بر تصویرش عمود باشد. زاویه ی بین مداد و آینه چند

درجه است؟

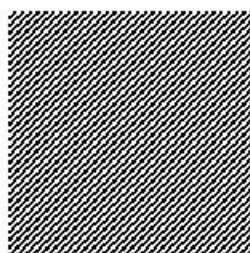
- (۱) صفر
(۲) 45°
(۳) 90°
(۴) بستگی به زاویه ی آینه با افق دارد
- پاسخ: گزینه ی ۲

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ = \text{زاویه ی مداد با تصویرش}$$

تعداد تصویرها در آینه های متقاطع

اگر زاویه ی بین دو آینه ی تخت متقاطع برابر α باشد، به علت بازتاب های متوالی نور بین دو آینه تعداد n تصویر در آینه ها دیده

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \quad \text{می شود و:}$$



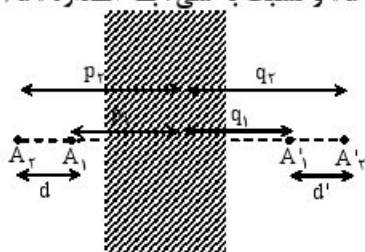
تست ۶. در شکل مقابل زاویه بین هر دو آینه مجاور 120° می باشد. از شیء A چند تصویر در آینه ها تشکیل می شود؟

- (۱) ۴
(۲) ۲۰
(۳) ۲۴
(۴) بی نهایت
- پاسخ: گزینه ی ۴

آینه های روبرو با هم موازی است. پس بی نهایت تصویر در هر دو آینه روبرو دیده می شود.

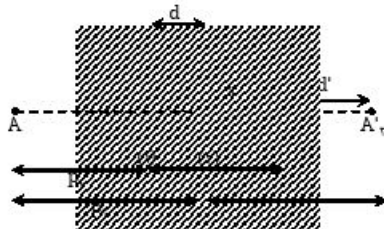
جابه جایی آینه و شیء

الف- اگر آینه ساکن و شیء به اندازه «d» جابه جا شود، تصویر نسبت به وضع قبلی به اندازه «d» و نسبت به شیء به اندازه «۲d» جابه جا می شود.



$$p_2 = q_2 \Rightarrow p_1 + d = q_1 + d' \xrightarrow{(p_1 = q_1)} d = d'$$

جابه جایی تصویر نسبت به شیء: $d + d' = 2d$ (جابه جایی ها در خلاف جهت اند)



ب- اگر شیء ساکن و آینه به اندازه «d» جابه‌جا شود، تصویر نسبت به موضع قبلی به اندازه «۲d» و نسبت به آینه به اندازه «d» جابه‌جا می‌شود.

$$p_2 = p_1 + d \rightarrow \begin{cases} p_2 = q_1 + d \\ q_1 = d + x \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p_2 = 2d + x \\ q_2 = d + x \end{cases}$$

چون $(p_2 = q_2) \Rightarrow 2d + x = d + x$

$$d' = 2d$$

جابه‌جایی تصویر نسبت به آینه: $d' - d = d$ (هر دو جابه‌جایی در یک جهت است)

نکته ۵. در آینه‌ها (آینه تخت) جابه‌جایی‌های شیء و تصویر در خلاف جهت یکدیگرند.

تست ۷. شیئی در مقابل یک آینه تخت قرار دارد. هرگاه در راستای عمود بر آینه، شیء و آینه هر کدام ۱۰cm به

طرف هم جابه‌جا شوند، تصویر نسبت به شیء چند سانتی متر جابه‌جا می‌شود؟

۴۰(۴)

۳۰(۳)

۲۰(۲)

۱۰(۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۴

ابتدا آینه را ساکن فرض می‌کنیم: $2 \times 10 = 20 \text{ cm}$ = جابه‌جایی تصویر نسبت به شیء

حال اگر شیء را ساکن فرض کنیم: $2 \times 10 = 20 \text{ cm}$ = جابه‌جایی تصویر نسبت به شیء

وقتی هم شیء و هم آینه جابه‌جا شوند: $20 + 20 = 40 \text{ cm}$ = جابه‌جایی تصویر نسبت به شیء

سرعت انتقال تصویر در آینه تخت

با توجه به آنچه در جابه‌جایی شیء و آینه گفته شد، نتیجه می‌شود که اگر شیء و آینه به ترتیب با

سرعت‌های ثابت v_1 و v_2 حرکت کنند، سرعت انتقال تصویر در آینه به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{سرعت تصویر نسبت به زمین} = v_1 + 2v_2$$

$$\text{سرعت تصویر نسبت به شیء} = 2v_1 + 2v_2$$

در استفاده از رابطه‌های بالا باید توجه کرد که هنگام نزدیک شدن هر کدام به دیگری علامت سرعت آن مثبت ($v > 0$) و هنگام دور

شدن علامت سرعت آن منفی ($v < 0$) منظور می‌شود.

تست ۸. شیئی مقابل یک آینه تخت قرار گرفته است. اگر شیء و آینه هر یک با سرعت $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از هم دور شوند.

سرعت انتقال تصویر چند متر بر ثانیه است؟

۱۲(۴)

۹(۳)

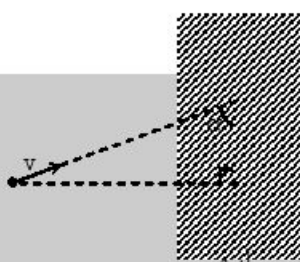
۶(۲)

۳(۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۳

$$\text{سرعت تصویر} = v_1 + 2v_2 = (-3) + 2(-3) = -9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

علامت منفی سرعت نشانگر دور شدن تصویر است.

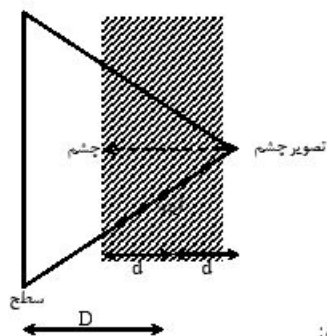


نکته ۶. اگر امتداد حرکت شیء با سطح آینه زاویه‌ی « α » بسازد، سرعت انتقال

تصویر با رابطه‌های زیر بدست می‌آید:

$$\text{سرعت تصویر} = v_1 \sin \alpha + 2v_2$$

$$\text{سرعت تصویر نسبت به شیء} = 2v_1 \sin \alpha + 2v_2$$



میدان دید آینه تخت

میدان دید آینه، فضایی است در پشت آینه که هر شیء واقع در این فضا، در آینه قابل مشاهده است. برای یافتن میدان دید، تصویر چشم ناظر را در آینه پیدا کرده و از آن به لبه‌های بالا و پایین آینه وصل می‌کنیم و امتداد می‌دهیم.

مساحت سطحی که در آینه تخت قابل مشاهده است از تشابه مثلث‌ها در شکل بالا بدست می‌آید:

S' : مساحت سطح

$$\frac{S'}{S} = \left(\frac{D+d}{d}\right)^2$$

S : مساحت آینه تخت

$$\text{یا: } S' = S \left(\frac{D+d}{d}\right)^2$$

d : فاصله ناظر از آینه

D : فاصله سطح از آینه

تست ۹. شخصی به فاصله 30cm از یک آینه تخت به مساحت 50cm^2 ایستاده است. این شخص چه مساحتی (بر

حساب cm^2) از یک دیوار پشت و به فاصله 3m از خودش را می‌تواند ببیند؟

۷۲۰۰(۴)

۶۰۵۰(۳)

۵۰۰۰(۲)

۴۰۵۰(۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۴

$$S' = S \left(\frac{D+d}{d}\right)^2 = 50 \times \left(\frac{330 + 30}{30}\right)^2 = 7200\text{cm}^2$$

تمرین ۱-۱

۱. یک جسم کدر دایره‌ای به موازات یک دیوار و در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متری آن قرار دارد. چشمی نقطه‌ای S را در چه فاصله‌ای از جسم کدر قرار دهیم تا قطر سایه‌ی ایجاد شده ۳ برابر جسم کدر شود؟

- (۱) ۳۰ cm
(۲) ۶۰ cm
(۳) ۲۰ cm
(۴) ۴۰ cm

۲. یک خط‌کش چوبی با طول L روی زمین به طور قائم قرار گرفته و سایه‌ی آن روی زمین ایجاد شده است. خط‌کش به آرامی بدون آن که پای آن حرکت کند روی زمین می‌افتد. در حین افتادن طول سایه چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) زیاد می‌شود
(۲) کم می‌شود

(۳) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود. (۴) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود

۳. مطابق شکل، پرتو تابش I بر سطح آینه‌ی تختی می‌تابد. اگر زاویه‌ی β ، α برابر زاویه‌ی α باشد، زاویه‌ی تابش چند درجه است؟

- (۱) ۳۰
(۲) ۶۰
(۳) ۱۲۰
(۴) ۱۵۰

۴. جسم کدری مطابق شکل، روی سطح شیب‌دار و در راستای آن به سطح آینه‌ی تختی نزدیک می‌شود. زاویه‌ی جسم با تصویرش چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) افزایش می‌یابد
(۲) کاهش می‌یابد
(۳) ثابت می‌ماند
(۴) بستگی به زاویه‌ی α دارد

۵. عقربه‌های ساعت در یک آینه‌ی تخت، هشت و بیست و پنج دقیقه را نشان می‌دهد. وقت واقعی کدام است؟

- (۱) چهار و سی و پنج دقیقه
(۲) سه و سی و پنج دقیقه
(۳) پنج و بیست و پنج دقیقه
(۴) نه و بیست و پنج دقیقه

۶. شخصی در فاصله‌ی ۴ متری یک آینه‌ی تخت متحرک ایستاده است. ناگهان آینه با سرعت ثابت $\frac{3m}{s}$ از شخص دور می‌شود. فاصله‌ی شخص از تصویرش پس از ۳ ثانیه چقدر می‌شود؟

- (۱) ۱۳ متر
(۲) ۲۶ متر
(۳) ۲۲ متر
(۴) ۱۸ متر

۷. وقتی یک دسته پرتو نور واگرا به آینه‌ی تختی می‌تابد، کدام گزینه در مورد پرتوهای بازتابش و نوع تصویر صحیح است؟

- (۱) واگرا-حقیقی
(۲) همگرا-حقیقی
(۳) واگرا-مجازی
(۴) همگرا-مجازی

۸. در شکل مقابل زاویه‌ی بین پرتو بازتابش از آینه‌ی M_2 با پرتو SI فرودی بر آینه M_1 چند درجه است؟

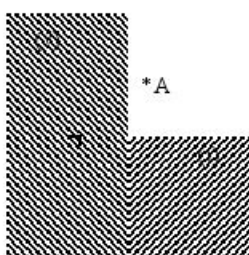
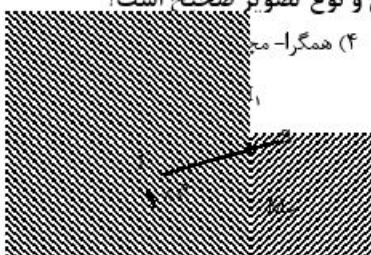
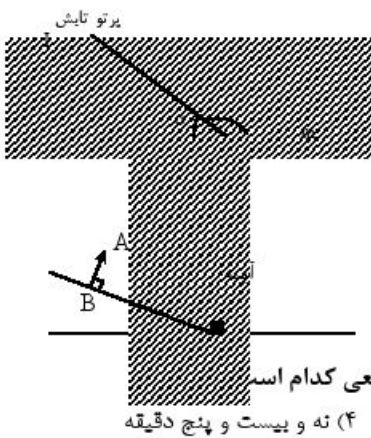
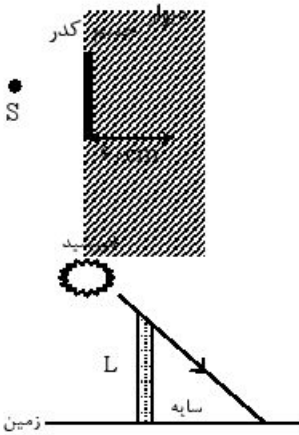
- (۱) ۴۰
(۲) ۱۶۰
(۳) ۵۰
(۴) ۱۰۰

۹. اگر فاصله‌ی بین شیء و آینه‌ی تخت ۲ برابر شود، فاصله‌ی بین تصویر تا آینه و طول تصویر (به ترتیب از راست به چپ) چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۲، ۱
(۲) ۴ و ۱
(۳) ۲ و ۲
(۴) ۴ و ۲

۱۰. در شکل مقابل، زاویه‌ی بین دو آینه‌ی تخت 90° است. از نقطه‌ی A، چند تصویر در آینه‌های (۱) و (۲) می‌توان مشاهده کرد؟

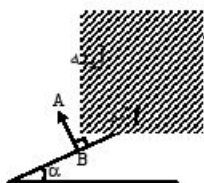
- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۴
(۴) ۵



۱۱. آینه‌ی تخت دایره‌ای به شعاع R روی سطح میز افقی است و نقطه‌ای نورانی به فاصله‌ی d از بالای آن و روی خط عمودی است که از وسط آن می‌گذرد. فاصله‌ی آینه از سقف Δd است. شعاع دایره‌ی روشن روی سقف برابر کدام است؟

- (۱) $6R$ (۲) $6d$ (۳) $5R$ (۴) $5d$

۱۲. در شکل مقابل شیء AB بر سطح شیب‌دار عمود است. زاویه‌ی حاده بین تصویر و سطح شیب‌دار چقدر است؟



- (۱) 1° (۲) 4°

- (۳) 8° (۴) 85°

۱۳. دسته پرتو موازی نور به آینه‌ی تختی می‌تابد. اگر با دوران آینه، زاویه‌ی تابش را نصف کنیم، زاویه‌ی بین پرتو تابش و پرتو بازتاب چند برابر می‌شود؟

- (۱) $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) 1 (۴) 4

۱۴. هنگامی که پرتو نوری بر یک سطح به طور عمود می‌تابد، زاویه‌های تابش (\hat{i}) و بازتاب (\hat{r}) به ترتیب چند درجه هستند؟

- (۱) 90° و 0° (۲) 90° و 0° (۳) 90° و 90° (۴) 0° و 0°

۱۵. در یک آینه‌ی تخت، فاصله‌ی شیء از تصویرش حداقل شده است. فاصله‌ی تصویر از آینه چقدر است؟

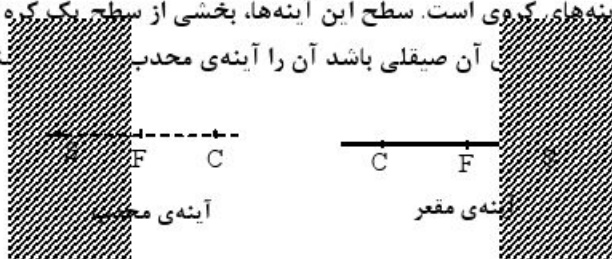
- (۱) بی‌نهایت (۲) صفر (۳) برابر فاصله‌ی شیء از آینه (۴) گزینه‌های (۲) و (۳) صحیح‌اند.

آینه‌های کروی

جلسه‌ی دوم

آینه‌های کروی

نوع ویژه‌ای از آینه‌های خمیده، آینه‌های کروی است. سطح این آینه‌ها، بخشی از سطح یک کره است. اگر سطح درونی کره صیقلی باشد آن را آینه‌ی مقعر (کاو) و اگر سطح بیرونی آن صیقلی باشد آن را آینه‌ی محدب می‌نامند.



اصطلاحات آینه‌ی کروی

(I) مرکز آینه.

مرکز کره‌ای است که آینه قسمتی از آن است و با «C» نشان می‌دهند.

(II) محور اصلی آینه.

خطی است که از مرکز آینه و وسط آینه (S) می‌گذرد.

(III) رأس آینه.

محل برخورد محور اصلی با آینه است. (نقطه‌ی S)

(IV) کانون اصلی آینه.

نقطه‌ای است روی محور اصلی به طوری که هرگاه یک دسته پرتو نور، موازی با محور اصلی به آینه بتابد، پرتوهای بازتاب (با امتداد آن‌ها) در آن نقطه به هم می‌رسند. (نقطه‌ی F)

(V) فاصله‌ی کانونی آینه.

فاصله‌ی کانون تا آینه است و با «f» نشان می‌دهند.

(VI) شعاع کره‌ای آینه.

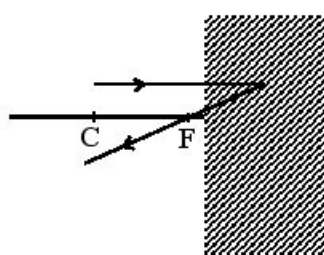
شعاع کره‌ای است که آینه قسمتی از آن است و با «R» نشان می‌دهند.

$$f = \frac{R}{2}$$

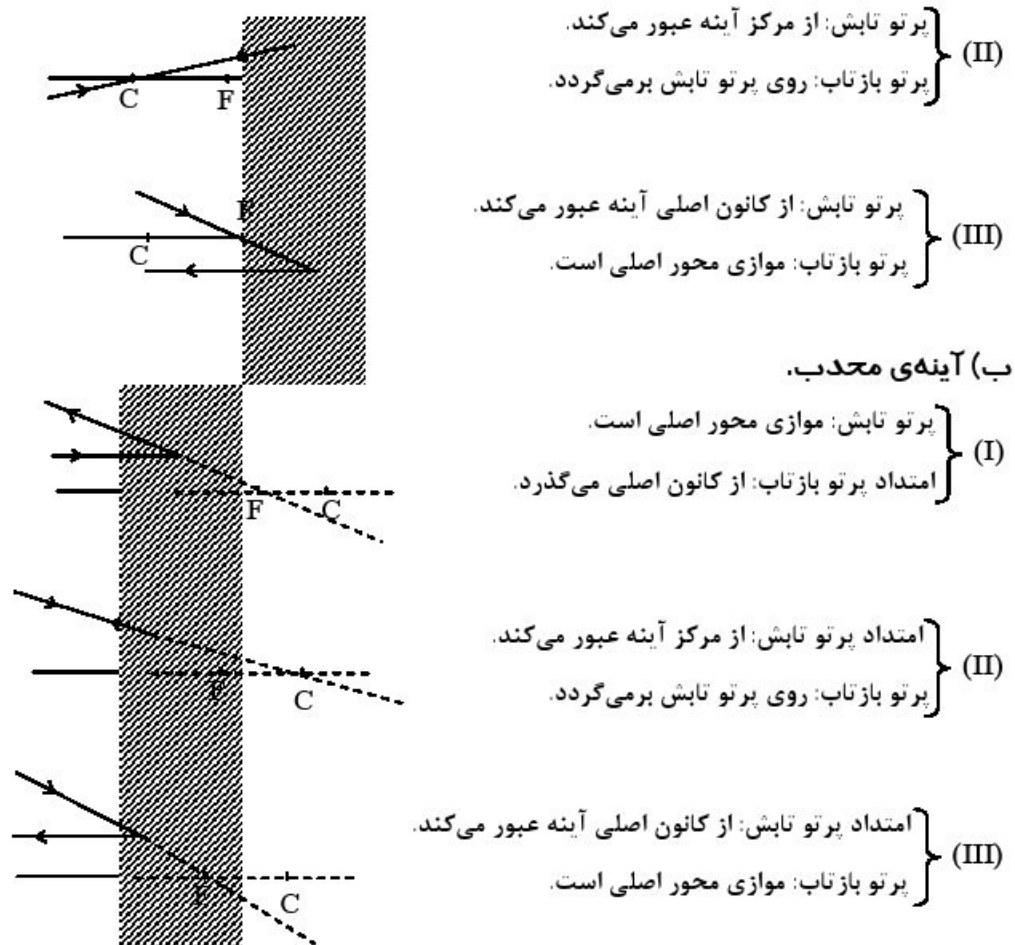
نکته‌ی ۷. فاصله‌ی کانونی نصف شعاع آینه است:

رسم پرتوهای بازتاب در آینه‌های مقعر و محدب

الف) آینه‌ی مقعر.

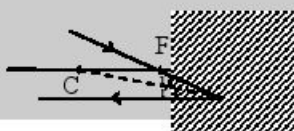


(I) } پرتو تابش: موازی محور اصلی است.
پرتو بازتاب: از کانون اصلی می‌گذرد.



توجه: در تمام حالت‌های بالا قانون‌های بازتاب نور صادق است و اگر در نقطه‌ی تابش، خط عمود رسم شود، معلوم می‌شود که $(\hat{i} = \hat{r})$ است.

نکته‌ی ۸. در آینه‌های کروی خط عمود بر سطح آینه، از مرکز آینه می‌گذرد.



مکونگی تشکیل تصویر در آینه‌های کروی

برای به دست آوردن تصویر یک نقطه از شیء، رسم حداقل دو پرتو تابش و بازتاب آن‌ها لازم است که محل برخورد دو پرتو بازتاب یا (امتداد آن‌ها) تصویر نقطه‌ی مزبور می‌باشد.
پس از آن می‌توان تصویر شیء را رسم کرد.
تصویر ایجاد شده در آینه‌ها بر دو نوع است. ۱- حقیقی ۲- مجازی
تصویر حقیقی از برخورد پرتوهای بازتاب و تصویر مجازی از برخورد امتداد پرتوهای بازتاب تشکیل می‌شود.

نکته‌ی ۹. تصویر حقیقی در جلوی آینه و بر روی پرده تشکیل می‌شود ولی تصویر مجازی در پشت آینه تشکیل شده و در آینه قابل رؤیت است.

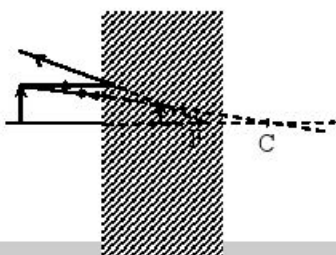
نکته‌ی ۱۰. تصویر حقیقی نسبت به شیء وارونه و تصویر مجازی نسبت به شیء مستقیم است.

الف) تصویر در آینه‌های مقعر:

حالت	محل شیء	محل تصویر	ویژگی تصویر	روش رسم تصویر
۱	بین F و آینه ($0 < p < f$)	پشت آینه	مجازی بزرگ‌تر از شیء مستقیم	
۲	روی F ($p = f$)	∞	نامشخص	
۳	بین C, F ($f < p < 2f$)	خارج C	حقیقی بزرگ‌تر از شیء وارونه	
۴	روی C ($p = 2f$)	روی C	حقیقی هم‌اندازه‌ی شیء وارونه	
۵	خارج C ($2f < p < \infty$)	بین F, C	حقیقی کوچک‌تر از شیء وارونه	
۶	∞ ($p = \infty$)	روی F	حقیقی کوچک‌تر از شیء وارونه	

نکته‌ی ۱۱. کانون آینه‌ی مقعر حقیقی است و در جلوی آینه واقع می‌باشد اما کانون آینه‌ی محدب مجازی بوده و در پشت آینه است.

ب) تصویر در آینه‌های محدب:



در شکل مقابل تصویر یک شیء که مقابل آینه‌ی محدب و عمود بر محور اصلی است، نشان داده شده است. شیء در هر فاصله‌ای مقابل آینه قرار داده شود، تصویر آن کوچک‌تر از شیء، مجازی، نسبت به شیء مستقیم و داخل فاصله‌ی کانونی آینه تشکیل می‌شود.

مرکت شیء و تصویر در آینه‌های گروی

نکته‌ی ۱۲. همواره حرکت شیء و تصویر در خلاف جهت هم صورت می‌گیرد.

نکته‌ی ۱۳. سرعت حرکت تصویر نسبت به شیء با طول تصویر نسبت به شیء متناسب است.

$$\left. \begin{array}{l} \text{شیء } l > l \Rightarrow \text{تصویر } V > V \\ \text{شیء } l < l \Rightarrow \text{تصویر } V < V \end{array} \right\}$$

نکته‌ی ۱۴. اگر در حین حرکت تصویر طول آن در حال افزایش باشد، اندازه‌ی سرعت تصویر نیز در حال افزایش است و حرکت آن تندشونده خواهد بود.

نکته‌ی ۱۵. اگر در حین حرکت تصویر، طول آن در حال کاهش باشد، اندازه‌ی سرعت تصویر نیز در حال کاهش است و حرکت آن کندشونده خواهد بود.

تست ۱۰. یک شیء با سرعت ثابت از مجاورت آینه‌ی مقعری تا مرکز آن جابه‌جا می‌شود. در این انتقال سرعت تصویر از سرعت شیء ... است.

- (۱) بیش‌تر
(۲) کم‌تر
(۳) ابتدا بیش‌تر و سپس کم‌تر
(۴) ابتدا کم‌تر و سپس بیش‌تر

پاسخ: گزینه‌ی ۱

با توجه به حالت از ۱ تا ۳ تشکیل تصویر در آینه‌های مقعر معلوم می‌شود که طول تصویر همواره بزرگ‌تر از طول شیء است. بنابراین همواره: $V > V$ تصویر

تست ۱۱. یک شیء با سرعت ثابت روی محور اصلی یک آینه‌ی محدب (کوژ) از آن دور می‌شود. تصویر آن چگونه حرکت می‌کند؟

- (۱) با سرعت ثابت از آینه دور می‌شود.
(۲) با سرعت ثابت به آینه نزدیک می‌شود.
(۳) با حرکت کندشونده از آینه دور می‌شود.
(۴) با حرکت کندشونده به آینه نزدیک می‌شود.

پاسخ: گزینه‌ی ۳

با دور شدن شیء از آینه، طول تصویر کوچک‌تر می‌شود. (وقتی شیء چسبیده به آینه باشد، تصویر نیز چسبیده به آینه بوده و هم‌اندازه‌ی شیء است) پس حرکت آن کندشونده است. ضمن این که تصویر نیز باید از آینه دور شود. زیرا می‌دانیم جهت‌های حرکت شیء و تصویر در خلاف یکدیگرند.

فرمول آینه‌های کروی

در آینه‌های کروی محل تصویر بستگی به فاصله‌ی شیء تا آینه و فاصله‌ی کانونی آینه دارد. فاصله‌ی شیء تا آینه را با p و فاصله‌ی تصویر تا آینه را با q و فاصله‌ی کانونی آینه را با f نشان می‌دهیم.

توجه. چون p و q و f معرف فاصله می‌باشند همه‌ی آن‌ها را مثبت می‌گیریم. در این صورت رابطه‌ی بین p و q و f به صورت زیر می‌باشد.

$$۱) \text{ آینه‌ی مقعر با تصویر حقیقی: } \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$۲) \text{ آینه‌ی مقعر با تصویر مجازی: } \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$۳) \text{ آینه‌ی محدب: } \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{-1}{f}$$

تست ۱۲. یک شیء در فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متری آینه‌ی محدبی که شعاع آن ۱۰ سانتی‌متر است قرار دارد. تصویر آن در چه فاصله از آینه تشکیل می‌شود؟

- (۱) ۲ cm
(۲) ۲/۵ cm
(۳) ۴ cm
(۴) ۲۰/۳ cm

پاسخ: گزینه‌ی ۳

$$f = \frac{r}{2} \Rightarrow f = 5 \text{ cm}$$

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{q} \Rightarrow -\frac{1}{5} = \frac{1}{20} - \frac{1}{q} \Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{4} \Rightarrow q = 4 \text{ cm}$$

بزرگ‌نمایی فطی آینه‌ها

$$m = \frac{A'B'}{AB}$$

نسبت طول تصویر به طول شیء را بزرگ‌نمایی خطی آینه می‌گویند:

نکته‌ی ۱۶. بزرگ‌نمایی خطی واحد ندارد.

$$m = \frac{q}{p}$$

ثابت می‌شود که بزرگ‌نمایی خطی برابر نسبت فاصله‌ی تصویر تا آینه به فاصله‌ی شیء تا آینه نیز است:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$$

نکته‌ی ۱۷. از رابطه‌های اخیر می‌توان نتیجه گرفت که:

نکته‌ی ۱۸.

$$\left. \begin{array}{l} \text{در آینه‌های تخت همواره: } m = 1 \\ \text{در آینه‌های محدب همواره: } m < 1 \\ \left. \begin{array}{l} m > 1 \\ m = 1 \\ m < 1 \end{array} \right\} \text{در آینه‌های مقعر} \end{array} \right\}$$

نکته‌ی ۱۹. رابطه‌های مستقل از «q» در آینه‌های کروی:

$$\begin{array}{l} \text{آینه‌ی مقعر} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \\ m = \frac{q}{p} \Rightarrow q = mp \end{array} \right. \Rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{mp} = \frac{1}{f} \Rightarrow m = \pm \frac{f}{p-f} \quad \text{یا} \quad m = \frac{f}{|p-f|} \\ \text{آینه‌ی محدب} \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{-1}{f} \\ m = \frac{q}{p} \Rightarrow q = mp \end{array} \right. \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{mp} = -\frac{1}{f} \Rightarrow m = \frac{f}{p+f} \end{array}$$

تست ۱۳. یک شیء در ۱۲ سانتی‌متری یک آینه‌ی مقعر قرار دارد. تصویر مستقیم که طول آن ۳ برابر طول شیء

است، تشکیل شده است. فاصله‌ی کانونی آینه چند سانتی‌متر است؟

۲۴ (۴)

۱۸ (۳)

۱۲ (۲)

۹ (۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۳

تصویر مستقیم، همواره مجازی است، بنابراین شیء در فاصله‌ی کانونی آینه واقع است و ($p < f$)

$$m = \frac{f}{|p-f|}$$

$$m = \frac{f}{-p+f} \Rightarrow 3 = \frac{f}{-12+f} \Rightarrow f = 18 \text{ cm}$$

تست ۱۴. شیئی در فاصله‌ی ۵f از یک آینه‌ی کروی قرار دارد. تصویر مجازی و کوچک‌تر از شیء تشکیل شده

است. بزرگ‌نمایی خطی آینه چقدر است؟

$\frac{1}{6}$ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۳)

$\frac{1}{3}$ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۴

تصویر مجازی و کوچک‌تر در آینه‌ی محدب تشکیل می‌شود.

$$m = \frac{f}{p+f} \Rightarrow m = \frac{f}{\Delta f + f} \Rightarrow m = \frac{1}{\epsilon}$$

نکته‌ی ۲۰. فاصله‌ی شیئی از تصویرش در آینه‌های کروی (Δ):

$$\left. \begin{array}{l} \Delta = p + q \text{ اگر تصویر مجازی باشد;} \\ \Delta = q - p \text{ اگر } m > 1 \text{ باشد;} \\ \Delta = p - q \text{ اگر } m < 1 \text{ باشد;} \end{array} \right\} \text{ اگر تصویر حقیقی باشد:}$$

نکته‌ی ۲۱. رابطه‌ی مستقل از «q» و «p» برای محاسبه‌ی فاصله‌ی شیئی از تصویرش در آینه‌های کروی:

$$\left. \begin{array}{l} m = \frac{q}{p} \\ \Delta = |p \pm q| \end{array} \right\} \text{ با حل دستگاه: } \Delta = \frac{|m^2 - 1|}{m} f \leftarrow \text{ و استفاده از فرمول آینه‌ها}$$

تست ۱۵. آینه‌ی مقعری با فاصله‌ی کانونی ۱۵ cm از شیئی که مقابل آن قرار دارد، تصویر وارونه تشکیل داده است

که طول آن ۳ برابر طول شیء است. فاصله‌ی شیء از تصویر چند سانتی‌متر است؟

۶۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۳

$$\text{روش اول: } \frac{q}{p} = 3 \longrightarrow q = 3p \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \\ q = 3p \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{p} + \frac{1}{3p} = \frac{1}{15} \\ q = 3p \end{array} \right.$$

با حل دستگاه فوق:

$$\Delta = q - p \Rightarrow \Delta = 60 - 20 = 40 \text{ cm در نتیجه: } q = 60 \text{ cm و } p = 20 \text{ cm}$$

$$\text{روش دوم: } \Delta = \frac{|m^2 - 1|}{m} f \Rightarrow \Delta = \frac{|3^2 - 1|}{3} \times 15 \Rightarrow \Delta = 40 \text{ cm}$$

نکته‌ی ۲۲. فاصله‌ی شیء از کانون (a) و فاصله‌ی تصویر حقیقی از کانون (a') در آینه‌های کروی.

$$\text{ثابت می‌شود که: } m = \frac{a'}{f} \text{ و } m = \frac{f}{a} \text{ در نتیجه:}$$

$$\frac{f}{a} = \frac{a'}{f} \Rightarrow aa' = f^2 \quad \text{«رابطه‌ی نیوتن»}$$

تست ۱۶. یک آینه‌ی مقعر از شیئی که مقابل آن قرار دارد تصویر حقیقی و ۲ برابر شیء تشکیل داده است. شیء را

۵ cm به آینه نزدیک می‌کنیم، تصویر به بی‌نهایت می‌رود. فاصله‌ی کانونی آینه چند سانتی‌متر است؟

۲۵ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۲

بار دوم شیء روی کانون قرار می‌گیرد، پس ابتدا فاصله‌ی شیء از کانون ۵ cm است و بین F و C قرار دارد. (تصویر حقیقی و

$$m = \frac{f}{a}$$

بزرگ‌تر است)

$$2 = \frac{f}{5} \Rightarrow f = 10 \text{ cm}$$

تست ۱۷. شیئی به فاصله ۱۰ cm از کانون یک مقعر قرار دارد. تصویر مجازی و به فاصله ۶۰ cm از آینه است. فاصله کانونی آینه چند سانتی‌متر است؟

۴۰ (۴)

۳۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

$$aa' = f^2$$

$$۱۰(۶۰+f) = f^2 \Rightarrow f^2 - ۱۰f - ۶۰۰ = ۰ \Rightarrow \begin{matrix} f = ۳۰ \text{ cm} \\ f = -۲۰ \text{ cm} \end{matrix} \quad \text{غُ ق ق}$$

نکته ۲۳. در آینه‌های کروی اگر شیء به محل تصویر حقیقی‌اش منتقل شود، تصویر نیز به محل شیء منتقل خواهد شد. زیرا

رابطه‌ی $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ نسبت به p و q متقارن است.

$$\begin{cases} \frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \\ \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \end{cases} \xrightarrow[\begin{matrix} (p_2=q_1) \\ (p_1=q_2) \end{matrix}]{(p_1=q_2)} \frac{q_1}{p_1} \times \frac{q_2}{p_2} = 1 \quad \text{یا} \quad m_1 m_2 = 1$$

تست ۱۸. شیئی در مقابل آینه‌ی مقعری واقع است. طول تصویر حقیقی ایجاد شده ۲ cm می‌باشد. اگر شیء به محل

تصویر منتقل شود، طول تصویر ۵۰ cm خواهد شد. طول شیء چند سانتی‌متر است؟

۵۰ (۴)

۲۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

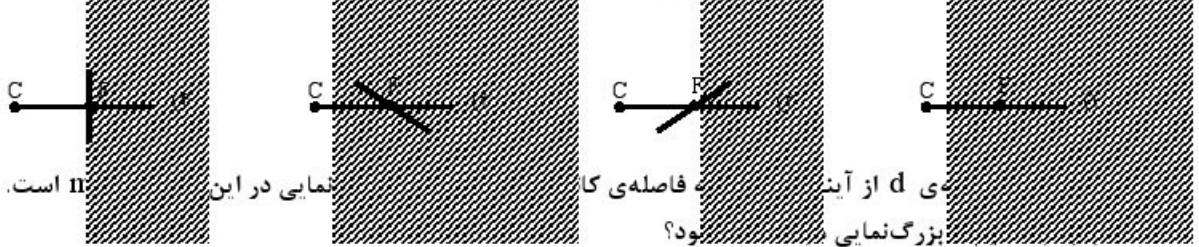
پاسخ: گزینه ۲

$$m_1 m_2 = 1 \Rightarrow \frac{(A'B')_1}{AB} \times \frac{(A'B')_2}{AB} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{۲}{AB} \times \frac{۵۰}{AB} = 1 \Rightarrow AB = ۱۰ \text{ cm}$$

تمرین ۱-۲

۱۶. اگر دهانه‌ی یک آینه‌ی مقعر نسبت به قطر آن بزرگتر باشد، کدام گزینه مکان هندسی کانون‌های فرعی آینه را صحیح نشان



- ۱) $۲(f - d)$ ۲) $۲(f + d)$ ۳) $۲f$ ۴) $۲d$
- بسی از آینه‌ی مقعر به فاصله‌ی d از آینه‌ی مقعر قرار داده‌اند. تصویر بزرگ‌نمایی می‌شود؟

۱۸. طول تصویر تشکیل شده در یک آینه‌ی مقعر $\frac{1}{4}$ طول شیء است. اگر شیء را ۵ cm به آینه نزدیک کنیم طول تصویر نصف طول شیء می‌شود. شعاع آینه چند سانتی‌متر است؟

- ۱) $\frac{5}{2}$ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۱۹. مختصات تصویر نقطه‌ی A در آینه‌ی مقعری به شعاع ۲۰ cm کدام است؟ (مختصات رأس آینه S می‌باشد)

- ۱) $(-۵, ۲/۵)$ ۲) $(-۱۰, ۵)$ ۳) $(-۲/۵, ۵)$ ۴) $(-۵, ۱۰)$

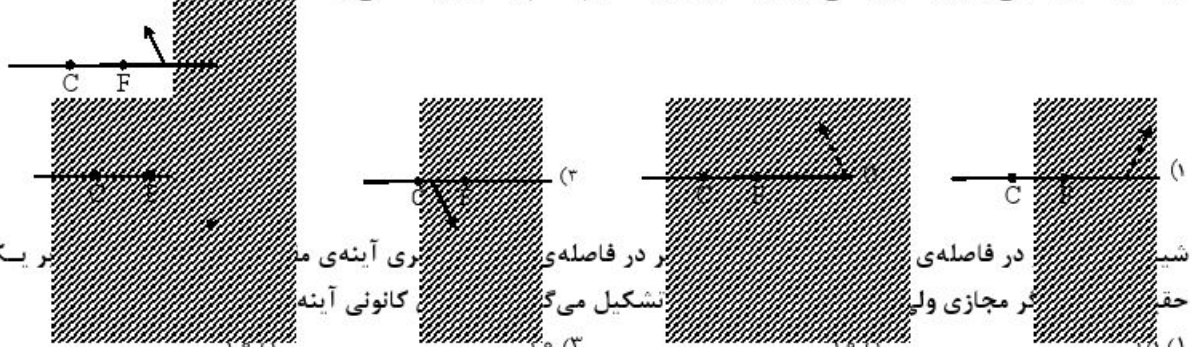
۲۰. شیئی را از فاصله‌ی دور تا کانون یک آینه‌ی مقعر (کاو) به طور یکنواخت به آینه نزدیک می‌کنیم. سرعت انتقال تصویر از سرعت انتقال شیء بیشتر یا کمتر است؟

- ۱) ابتدا بیشتر و سپس کمتر ۲) ابتدا کمتر و سپس بیشتر
۳) همواره بیشتر ۴) همواره کمتر

۲۱. یک آینه‌ی مقعر از جسمی که در مقابل آن واقع است تصویری مستقیم و ۳ برابر شیء تشکیل داده است. اگر فاصله‌ی کانونی آینه ۶ cm باشد فاصله‌ی جسم تا تصویر چند سانتی‌متر است؟

- ۱) ۱۲ ۲) ۱۶ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

۲۲. در شکل مقابل شیئی را روی محور اصلی آینه‌ی مقعری قرار داده‌ایم. کدام یک از گزینه‌ها می‌تواند تصویر آن باشد؟



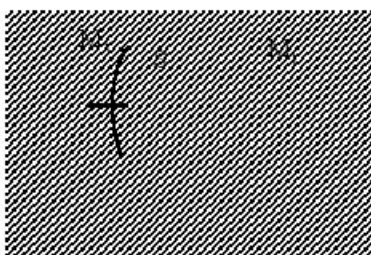
۲۳. شیئی را در فاصله‌ی مجازی ولی حقیقی در فاصله‌ی مجازی در فاصله‌ی مجازی در فاصله‌ی مجازی

۲۴. شیئی را در چه فاصله از یک آینه‌ی مقعر به فاصله‌ی کانونی f باید قرار داد تا فاصله‌ی میان شیء و تصویر حقیقی آن حداقل باشد؟

- ۱) $۱/۵f$ ۲) $۲f$ ۳) $۴f$ ۴) $۶f$

۲۵. بر تو S به وسط آینه‌ی محدب $M_۱$ با فاصله‌ی کانونی ۶ cm می‌تابد و پس از بازتاب به آینه‌ی مقعر $M_۲$ با فاصله‌ی کانونی ۱۰ cm می‌تابد. فاصله‌ی $M_۲$ و $M_۱$ چند سانتی‌متر باشد، تا بر تو بازتاب بر بر تو تابش منطبق شود؟

- ۱) ۶ ۲) ۱۰ ۳) ۱۶ ۴) ۲۰



۲۶. فاصله‌ی کانونی آینه‌ی محدب f است. شیئی در فاصله‌ی f از آن واقع است. بزرگ‌نمایی خطی آینه در این حالت کدام است؟
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) بی‌نهایت
۲۷. هرگاه یک شیء را از یک آینه دور می‌کنیم تصویر به آینه نزدیک می‌شود. این آینه:
 (۱) محدب (کوژ) است (۲) مقعر (کاو) است. (۳) تخت است (۴) می‌تواند تخت یا محدب باشد.
۲۸. فاصله‌ی کانونی یک آینه‌ی محدب ۸cm است. شیئی را در چه فاصله‌ای از آینه قرار دهیم تا تصویر در ۱۰cm آینه تشکیل شود؟
 (۱) ۵ cm (۲) ۱۶ cm (۳) ۴۰cm (۴) چنین چیزی امکان ندارد
۲۹. در یک آینه‌ی کروی از شیئی که در فاصله‌ی p از آینه قرار دارد تصویر مستقیم و بزرگ‌تر تشکیل شده است. کدام یک می‌تواند فاصله‌ی کانونی آینه باشد؟
 (۱) $f = \frac{3}{4}p$ (۲) $f = \frac{3}{4}p$ (۳) $f = \frac{1}{4}p$ (۴) $f = p$
۳۰. یک آینه‌ی مقعر از شیئی که مقابل آن قرار دارد، تصویر حقیقی تشکیل داده است که طول آن m برابر طول شیء است. هرگاه شیء به محل تصویر منتقل شود، در این حالت طول تصویر جدید چند برابر طول شیء خواهد بود؟
 (۱) m (۲) m^2 (۳) ۱ (۴) $\frac{1}{m}$

پاسخ کلیدی تمرینات فصل اول

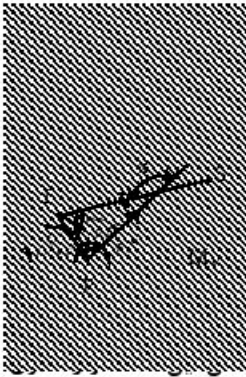
۱. ● ○ ○ ○ ○
 ۲. ○ ○ ○ ○ ●
 ۳. ○ ● ○ ○ ○
 ۴. ○ ○ ● ○ ○
 ۵. ○ ● ○ ○ ○
 ۶. ○ ● ○ ○ ○
 ۷. ○ ○ ● ○ ○
 ۸. ○ ● ○ ○ ○
 ۹. ● ○ ○ ○ ○
 ۱۰. ○ ● ○ ○ ○

۱۱. ● ○ ○ ○ ○
 ۱۲. ● ○ ○ ○ ○
 ۱۳. ○ ● ○ ○ ○
 ۱۴. ○ ○ ○ ○ ●
 ۱۵. ○ ○ ○ ○ ●
 ۱۶. ○ ○ ○ ○ ●
 ۱۷. ● ○ ○ ○ ○
 ۱۸. ○ ● ○ ○ ○
 ۱۹. ○ ● ○ ○ ○
 ۲۰. ○ ● ○ ○ ○

۲۱. ○ ● ○ ○ ○
 ۲۲. ● ○ ○ ○ ○
 ۲۳. ● ○ ○ ○ ○
 ۲۴. ○ ● ○ ○ ○
 ۲۵. ○ ○ ○ ○ ●
 ۲۶. ○ ○ ○ ○ ●
 ۲۷. ○ ● ○ ○ ○
 ۲۸. ○ ○ ○ ○ ●
 ۲۹. ● ○ ○ ○ ○
 ۳۰. ○ ○ ○ ○ ●

پاسخ تشریحی تمرینات فصل اول

پاسخ تمرین ۱-۱



۸. در مثلث SIP : $\hat{\alpha} = 100 + 60 = 160^\circ$

$$= 160^\circ$$

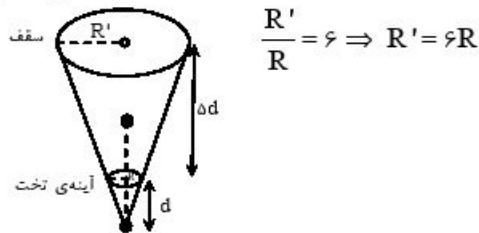
۹. همواره در آینه‌های تخت: $q = p$

شود، q نیز دو برابر می‌شود. تصویر با طول شیء یکسان است و به فاصله‌ی شیء از آینه بستگی ندارد.

۱۰. تعداد تصویر در آینه‌های تخت متقاطع: $n = \frac{360}{\alpha} - 1$

$$n = \frac{360}{90} - 1 \Rightarrow n = 3$$

$$\begin{cases} \frac{S'}{S} = \left(\frac{\epsilon d}{d}\right)^2 \\ \frac{S'}{S} = \left(\frac{R'}{R}\right)^2 \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{R'}{R}\right)^2 = \left(\frac{\epsilon d}{d}\right)^2 = 36$$



$$\frac{R'}{R} = 6 \Rightarrow R' = 6R$$

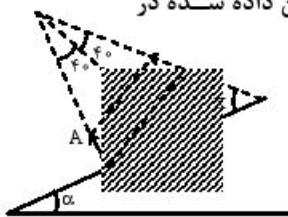
۱۲. زاویه‌ی بین شیء و تصویر در آینه‌ی تخت دو برابر زاویه‌ی شیء با آینه است.

در مثلث بزرگ نشان داده شده در

شکل می‌توان نوشت:

$$\hat{x} = 180 - (90 + 8)$$

$$x = 10^\circ$$



۱۳. زاویه‌ی بین پرتو تابش و پرتو بازتاب

$$\text{در حالت اول: } \theta_1 = 2i$$

زاویه‌ی بین پرتو تابش و پرتو بازتاب

$$\text{در حالت دوم: } \theta_2 = 2\left(\frac{i}{2}\right)$$

$$\begin{cases} \theta_1 = 2i \\ \theta_2 = i \end{cases} \Rightarrow \theta_2 = \frac{1}{2}\theta_1$$

$$\hat{i} = 0 \Rightarrow \hat{r} = 0$$

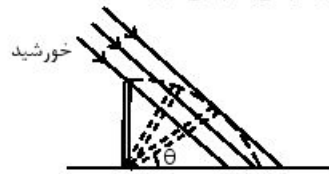
۱۵. در یک آینه‌ی تخت وقتی فاصله‌ی شیء از تصویرش حداقل می‌شود که شیء تقریباً چسبیده به آینه باشد که در این حالت تصویر نیز چسبیده به آینه است و

$$p = q = 0$$

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} \Rightarrow 3 = \frac{6+p}{p} \Rightarrow p = 3 \text{ cm}$$

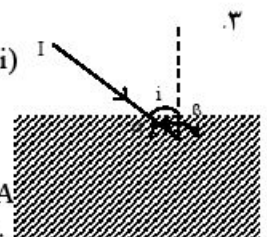
۲. وضعیتی که نور خورشید بر دایره مسیر مماس باشد، طول سایه بیش‌ترین است.

طول سایه ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.



$$\beta = \Delta\alpha \Rightarrow 90 + i = \Delta(90 - i)$$

$$6i = 360 \Rightarrow i = 60^\circ$$

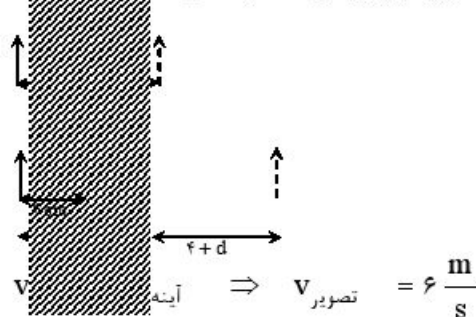


۳. در راستای سطح زاویه‌ی بین جسم و آینه ثابت می‌ماند، بنابراین زاویه‌ی بین جسم و تصویرش نیز تغییر نخواهد کرد. و مقدار « α » بی‌تأثیر است.

۵. در آینه‌های تخت، تصویر نسبت به شیء وارونه‌ی جانبی دارد. ساعت سه و سی و پنج دقیقه به نظر می‌رسد.



۶. اگر آینه به اندازه‌ی d از شیء دور شود، تصویر به اندازه‌ی $2d$ دور می‌شود. پس در یک بازه‌ی زمانی معین سرعت حرکت تصویر دو برابر سرعت حرکت آینه است.



۱۴. فاصله‌ی تصویر از شیء

$$x = vt + x_0 = 6 \times 3 + (4 + 4) = 26 \text{ m}$$

۷. اگر پرتوهای نور واگرا به آینه‌ی تختی بتابند، پرتوهای بازتاب از آینه نیز واگرا خواهند بود و امتداد آن‌ها یکدیگر را قطع می‌کند، بنابراین تصویر مجازی خواهد بود.

پاسخ تمرین ۲-۱

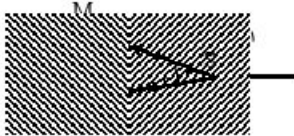
۲۳

$$\begin{cases} \frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} & \text{پارالول} \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} - \frac{1}{q_2} & \text{پاردوم} \end{cases} \xrightarrow{(q_1=q_2)} \frac{2}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2}$$

$$\frac{2}{f} = \frac{1}{30} + \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{2}{f} = \frac{4}{30} \Rightarrow f = 15 \text{ cm}$$

۲۴. در آینه‌ی مقعر هرگاه شیء بر روی مرکز آینه واقع باشد ($p = 2f$)، تصویر حقیقی آن نیز روی مرکز تشکیل می‌گردد و فاصله‌ی شیء از تصویرش حداقل ($\Delta = 0$) می‌شود.

۲۵. نقطه‌ای که رأس آینه‌ی M_1 است باید مرکز آینه‌ی M_2 نیز باشد زیرا پرتو نوری که از مرکز آینه‌ی مقعر گذشته و به آینه می‌تابد بازتاب آن بر روی خود پرتو تابش منطبق می‌شود.

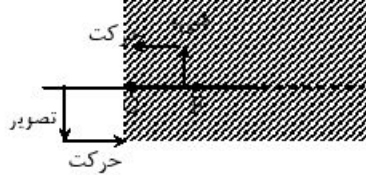


$$2f_2 = \text{فاصله‌ی دو آینه}$$

$$= 2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

$$m = \frac{f}{p+f} \Rightarrow m = \frac{f}{f+f} \Rightarrow m = \frac{1}{2}$$

۲۷. با توجه به این که حرکت هر دو تصویر در آینه‌ها در خلاف جهت یکدیگر است، امکان نزدیک شدن تصویر



۲۸. در آینه‌ی محدب تصویر همواره بین آینه و کانون تشکیل می‌شود: $0 < q < f$ بنابراین امکان تشکیل تصویر در فاصله‌ی ۱۰ cm وجود ندارد.

۲۹. تصویر مستقیم و بزرگ‌تر یک تصویر مجازی در آینه‌ی مقعر می‌باشد این تصویر وقتی تشکیل می‌شود که ($p < f$) باشد $f = \frac{3}{2}p$ می‌تواند صحیح باشد.

۳۰. هرگاه شیء به محل تصویر حقیقی‌اش منتقل شود، تصویر نیز به محل شیء منتقل شده و $m_1 \cdot m_2 = 1$ می‌باشد. بنابراین:

$$\begin{cases} m_1 = m \\ m_1 \cdot m_2 = 1 \Rightarrow m_2 = \frac{1}{m} \end{cases}$$

۱۶. وقتی دهانه‌ی آینه بزرگ باشد، آینه بی‌شمار کانون دارد و مکان هندسی آن‌ها خط عمود بر محور اصلی آینه در نقطه‌ی F است.

۱۷. در حالت اول فاصله‌ی شیء از آینه «d» بوده و تصویر مجازی است ($d < f$ فرض می‌شود) و در حالت دوم فاصله‌ی شیء از آینه «d'» بوده و تصویر حقیقی است. ($d' > f$ است).

$$(1) \quad m = \frac{f}{-d+f} \Rightarrow \frac{f}{-d+f} = \frac{f}{d'-f} \Rightarrow d+d' = 2f$$

$$(2) \quad m = \frac{f}{d'-f}$$

$$\Delta d = d' - d \xrightarrow{\text{طبق رابطه فرق}} \Delta d = 2f - d - d = 2(f - d)$$

تصویر تشکیل شده حقیقی است:

$$(1) \quad m = \frac{f}{p-f} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{f}{p-f} \Rightarrow p = \Delta f$$

$$(2) \quad \frac{1}{2} = \frac{f}{p-\Delta-f} \Rightarrow 2f = p - \Delta$$

$$\Rightarrow 2f = \Delta f - \Delta$$

$$f = 2/\Delta \text{ cm}$$

$$r = 2f = \Delta \text{ cm}$$

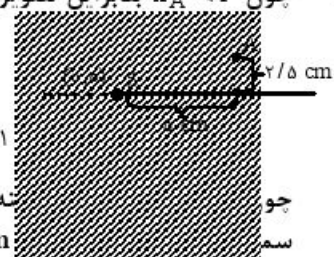
۱۹. چون $x_A < f$ بنابراین تصویر نقطه‌ی A مجازی است.

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

$$\Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{5} - \frac{1}{q} \Rightarrow q = 10$$

چون تصویر تشکیل می‌شود در واقع $x'_A = -10 \text{ cm}$

$$m = \frac{q}{p} = \frac{10}{5} = 2 \quad y'_A = 2 \times 2/\Delta = \Delta \text{ cm}$$



در نتیجه مختصات تصویر (5 و -10) است.

۲۰. از دور تا مرکز آینه ($m < 1$) $V < V_{شیء}$ تصویر از مرکز تا کانون آینه ($m > 1$) $V < V_{شیء}$ تصویر

یادآوری: سرعت تصویر نسبت به شیء با طول تصویر نسبت به شیء متناسب است.

$$f = \frac{m\Delta}{|m^2-1|} \Rightarrow 6 = \frac{3 \times \Delta}{|3^2-1|} \Rightarrow \Delta = 16 \text{ cm}$$

۲۲. هرچه نقطه‌ی (نوک پیکان) به کانون آینه نزدیک‌تر باشد، تصویر آن دورتر از آینه تشکیل می‌شود (زیرا وقتی نقطه به کانون برسد تصویر آن به فاصله‌ی خیلی دور می‌رود) ضمن این که تصویر مجازی و بزرگ‌تر از شیء نیز است.

