

راهنمای آموزشی فزیک صنف دهم (دور چهارم)

اهداف آموزشی:

1_ دانش آموزان با مفاهیم اساسی موضوعات (آینه‌های مقعر، تشکیل تصویر در آینه مقعر، آینه‌های محدب، تشکیل تصویر در آینه محدب و معادلات آینه‌های کروی، بزرگنمایی) آشنایی کامل دریافت کند.

2_ دانش آموزان با موارد استفاده از آینه و بزرگنمایی آگاهی کامل کسب نمایند.

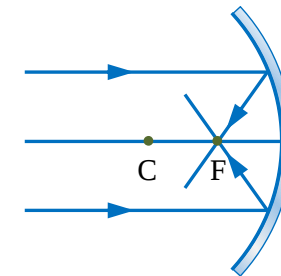
3_ دانش آموزان باید با اهمیت موضوعات هذا آشنا شده و بتوانند در زندگی روزمره شان تطبیق نمایند.

بخش اول: آینه‌های مقعر

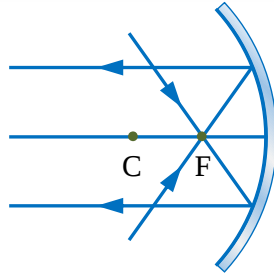
اگر سطح داخلی آینه کروی انعکاس دهنده و سطح خارجی آن صیقل شده باشد؛ آینه را مقعر یا متقارب گویند. اگر یک دسته شعاعات موازی با محور اصلی بالای سطح آینه وارد گردند، شعاعات منعکسه به هم نزدیک شده و هم‌دیگر را در یک نقطه، پیش روی آینه به نام محراق آینه قطع می‌کند؛ محراق در این نوع آینه‌ها حقیقی بوده و فاصله آن مثبت در نظر گرفته می‌شود.

تشکیل تصویر در آینه مقعر: برای تشکیل تصویر در آینه مقعر از دو یا سه شعاع استفاده می‌نماییم؛ که در این‌جا چهار شعاع را مطالعه می‌کنیم.

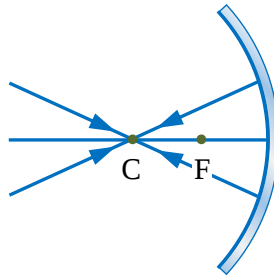
① شعاع که موازی به محور اصلی بالای سطح آینه وارد گردد، منعکسه آن از محراق می‌گذرد، مانند شکل زیر....



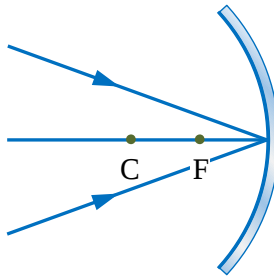
② شعاع که از محراق گذشته به آینه وارد شود، منعکسه آن موازی به محور اصلی باز می‌گردد، مانند شکل زیر....



③ شعاع که از مرکز انحنا گذشته به آینه وارد گردد، دوباره بروی خود منعکس می‌شود، مانند شکل زیر....



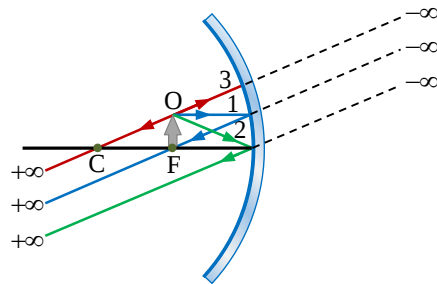
④ شعاع که تحت یک زاویه به رأس آینه بتابد طبق قانون انعکاس منعکس می‌شود، مانند شکل زیر.....



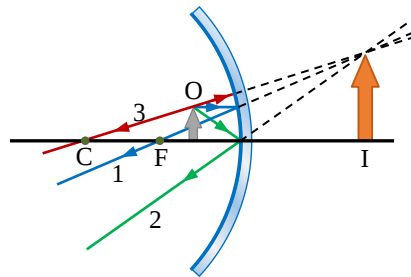
دریافت موقعیت تصویر در آینه مقعر:

① اگر جسم در بی‌نهایت باشد، تصویر آن در محراق، حقیقی نقطه‌ای و $m < 1$ تشکیل می‌گردد، مانند شکل زیر.....

⑤ اگر موقعیت جسم در محراق باشد، تصویر آن در بی نهایت قابل دید نیست، مانند شکل (2.19).



⑥ اگر جسم بین محراق و رأس آینه قرار داده شود، تصویر آن در عقب آینه، بین رأس و بی نهایت، مجازی سرراسته و $m > 1$ تشکیل می گردد، مانند شکل زیر.....

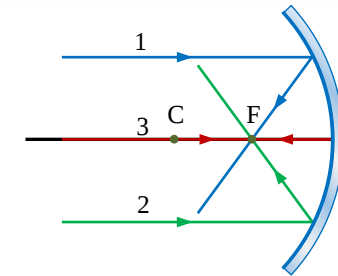


آینه های محدب

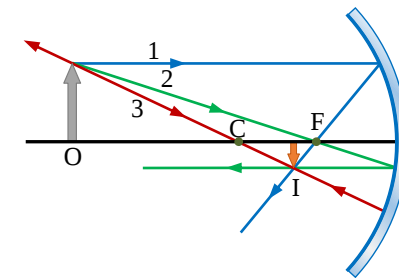
اگر سطح خارجی آینه کروی انعکاس دهنده و سطح داخلی آن صیقل شده باشد؛ آینه را محدب یا متباعد گویند. اگر یک تعداد شعاعات موازی به محور اصلی به آینه بتابد پس از انعکاس از هم دیگر دور می شوند و امتداد یافته شعاعات منعکسه آن هم دیگر خود را در یک نقطه در عقب آینه قطع می کند که این نقطه محراق آینه محدب است، محراق در این نوع آینه ها مجازی بوده و فاصله آن منفی در نظر گرفته می شود.

تشکیل تصویر در آینه محدب: برای تشکیل تصویر در آینه محدب نیز از دو یا سه شعاع استفاده می کنیم؛ که در این جا چهار نوع شعاع را مطالعه خواهیم کرد.

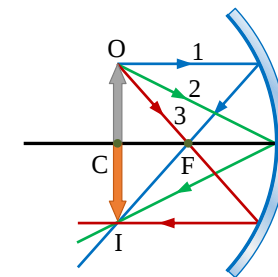
① شعاع که موازی به محور اصلی بالای سطح آینه بتابد، امتداد یافته شعاع منعکسه آن از محراق می گذرد، مانند شکل زیر....



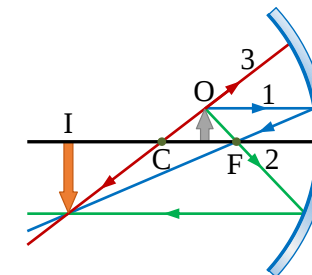
② در صورتی که جسم بین مرکز و بی نهایت باشد، تصویر آن بین محراق و مرکز، حقیقی سرچپه و $m < 1$ تشکیل می گردد، مانند شکل زیر.....



③ اگر جسم در مرکز انحناء قرار داشته باشد، تصویر آن در مرکز انحناء، حقیقی سرچپه و $m = 1$ تشکیل می گردد، مانند شکل زیر.....

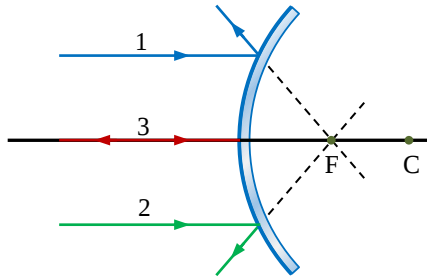


④ در صورتی که جسم بین محراق و مرکز آینه قرار گیرد، تصویر آن بین مرکز و بی نهایت، حقیقی سرچپه و $m > 1$ تشکیل می شود، مانند شکل زیر....

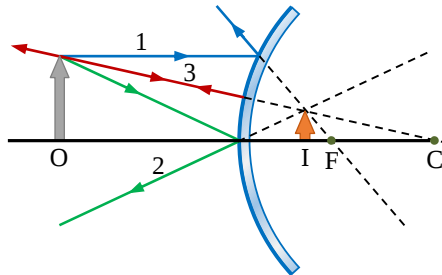


دریافت موقعیت تصویر در آئینه محدب:

① اگر جسم در بی نهایت باشد، تصویر آن در محراق، مجازی نقطه‌ای و $m < 1$ تشکیل می‌گردد، مانند شکل زیر...



② در صورتی که جسم را بین رأس و بی نهایت قرار دهیم، تصویر آن بین محراق و رأس، مجازی سرراسته و $m < 1$ تشکیل می‌گردد؛ مانند شکل زیر...

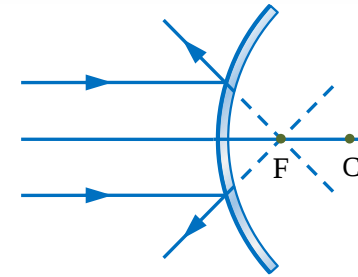


معادلات آئینه‌های کروی

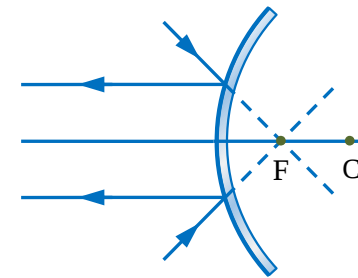
در شکل زیر دیده می‌شود، که فاصله شی، فاصله تصویر و شعاع انحناء با یک دیگر رابطه دارند، هرگاه فاصله شی از آئینه و شعاع انحنای آئینه را بشناسیم، هم‌چنان می‌توانیم با شناخت فاصله شی و فاصله تصویر از آئینه، شعاع انحنای آئینه را دریافت نماییم. معادله ذیل که رابطه بین فاصله شی p ، فاصله تصویر q و شعاع انحناء R را نشان می‌دهد، به نام معادله آئینه یاد می‌شود.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R} \quad \vee \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

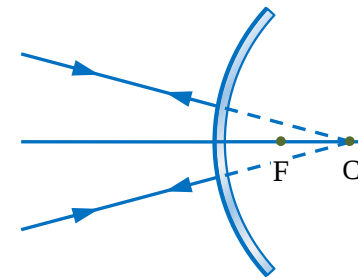
ثبوت هندسی معادله آئینه: معادله آئینه را می‌توانیم با استفاده از طریقه ترسیم هندسی که پیدا کردن تصویر یک شی در آئینه کروی مقعر ثبوت نماییم، برای این مقصد شکل را در نظر می‌گیریم و مطابق به قرارداد فاصله شی از نقطه رأس آئینه را به p و فاصله تصویر را به q و هم‌چنان شعاع انحنای آئینه را توسط R نشان می‌دهیم، شکل زیر دو شعاع را نشان می‌دهد که از نوک شی پخش می‌گردد،



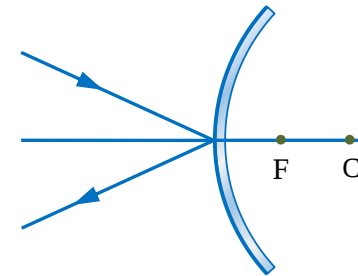
② شعاع که امتداد یافته آن از محراق بگذرد، منعکسه آن موازی به محور اصلی باز می‌گردد، مانند شکل زیر...



③ شعاع که امتداد یافته آن از مرکز انحناء آئینه بگذرد، دوباره به روی خود منعکس می‌شود، مانند شکل زیر...



④ شعاع که تحت یک زاویه به رأس آئینه بتابد، طبق قانون انعکاس منعکس می‌شود، مانند شکل زیر....



$$pR - pq = pq - qR \Rightarrow pR + qR = 2pq \Rightarrow \frac{pR}{pq} + \frac{qR}{pq} = \frac{2pq}{pq}$$

پس از اختصار به $\frac{R}{q} + \frac{R}{p} = 2$ تبدیل شده است، اگر دو طرف را به $\frac{1}{R}$ ضرب نماییم، پس معادله را داریم که

$$\frac{1}{q} + \frac{1}{p} = \frac{2}{R} \quad \vee \quad \frac{1}{q} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$$

اگر فاصله جسم از محراق به x و فاصله تصویر از محراق به x' نشان دهیم، پس فرمول نیوتن را در محاسبه فاصله محراق داریم که

$$f^2 = x \times x' \quad \vee \quad f = \sqrt{x \times x'}$$

و نظر به شکل (2.27) می توانیم چنین بنویسیم

$$p = x + f, \quad q = x' + f$$

مثال (1): یک شی از آئینه مقعر به فاصله 20 سانتی متر واقع است، اگر شعاع آئینه 30 سانتی متر باشد؛ فاصله تصویر را از آئینه و نوعیت تصویر را تعیین کنید، و نیز شکل آنرا ترسیم کنید.

حل: برای دریافت فاصله تصویر از آئینه، فاصله محراق آن را نیاز داریم، پس با داشتن شعاع انحناء داریم که

$$f = \frac{R}{2} = \frac{30 \text{ cm}}{2}, \quad f = 15 \text{ cm}$$

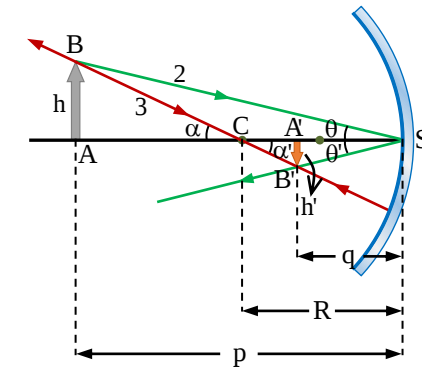
به اساس معادله آئینه داریم

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{20} + \frac{1}{q} = \frac{1}{15} \Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{15} - \frac{1}{20} = \frac{4-3}{60}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{60} \Rightarrow q = 60 \text{ cm}$$

چون q مثبت است، بنابراین تصویر حقیقی می باشد، مانند شکل زیر...

یک اشعه از مرکز انحنای آئینه (c) عبور کرده، بالای سطح آئینه طور عمود می تابد و واپس بالای خود شعاع منعکس می گردد، شعاع دوم بالای رأس آئینه می تابد و مطابق به قانون انعکاس منعکس می شود. تصویر این نقطه در محلی تشکیل می گردد که این شعاع ها یک دیگر را قطع می نمایند،



با استفاده از مثلث قائم الزاویه $\triangle ABS$ می توانیم بنویسیم که

$$\tan \theta = \frac{AB}{AS} = \frac{h}{p}$$

و از مثلث $\triangle A'B'S$ داریم که

$$\tan \theta' = \frac{A'B'}{A'S} = \frac{h'}{q}$$

چون $\theta = \theta'$ است، پس یک طرف این دو رابطه باهم مساوی می شوند و می توانیم بنویسیم که

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

هم چنان بروی مثلث های که دارای زاویه مانند α می باشد، می توانیم بنویسیم که

$$\tan \alpha = \frac{h}{p-R}, \quad \tan \alpha' = \frac{h'}{R-q}$$

نظر به قانون دوم انعکاس $\alpha = \alpha'$ است، پس یک طرف این دو رابطه باهم مساوی می شوند و چنین می نویسیم

$$\frac{h}{p-R} = \frac{h'}{R-q} \Rightarrow \frac{R-q}{p-R} = \frac{h'}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{R-q}{p-R} = \frac{q}{p}$$

مثال (4): یک آیینۀ مقعر از جسمی که در فاصله 60 سانتی متر آن است، تصویر حقیقی در فاصله 30 سانتی متری آیینۀ تشکیل می‌دهد، اگر جسم 20 سانتی متر به آیینۀ نزدیک شود، تصویر آن در چند سانتی متری آیینۀ تشکیل خواهد شد.

حل: در قدم نخست از فاصله جسم و تصویر فاصله محراقی آیینۀ را تعیین می‌کنیم داریم

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{60} + \frac{1}{30} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1+2}{60} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 20 \text{ cm}$$

پس اگر جسم 20 سانتی متر نزدیک گردد، یعنی در فاصله 40 سانتی متری آیینۀ قرار می‌گیرد، پس داریم

$$\begin{aligned} \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} &= \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{40} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{1}{q_2} = \frac{1}{20} - \frac{1}{40} \\ \Rightarrow \frac{1}{q_2} &= \frac{2-1}{40} \Rightarrow \frac{1}{q_2} = \frac{1}{40} \Rightarrow q_2 = 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

مثال (5): جسمی در فاصله 4 سانتی متر از محراق یک آیینۀ کروی قرار دارد و تصویر نسبت به جسم معکوس است، اگر فاصله جسم از تصویر 12 سانتی متر باشد، فاصله محراقی آیینۀ را بدست آورید.

حل: در صورتی که تصویر معکوس باشد، پس نوعیت تصویر حقیقی و نوعیت آیینۀ مقعر است، در این صورت جسم بین محراق و مرکز آیینۀ قرار دارد، پس داریم

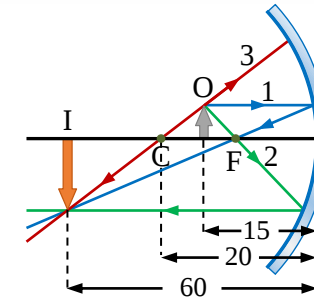
$$\begin{aligned} x' &= x + 12 \text{ cm} \Rightarrow x' = 4 \text{ cm} + 12 \text{ cm} = 16 \text{ cm} \\ f^2 &= x \cdot x' \Rightarrow f^2 = (4 \text{ cm})(16 \text{ cm}) \Rightarrow f = 8 \text{ cm} \end{aligned}$$

مثال (6): جسمی مقابل یک آیینۀ مقعر واقع است و تصویر مجازی از آن در آیینۀ سه برابر جسم دیده می‌شود، اگر فاصله جسم از تصویر 40 سانتی متر باشد، فاصله محراقی آیینۀ چند سانتی متر است.

حل: چون تصویر مجازی است، بنابراین جسم و تصویر در دو طرف آیینۀ هستند، در نتیجه داریم

$$\begin{aligned} h' &= 3h \rightarrow \frac{h'}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{3h}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow q = 3p \\ \Rightarrow p + q &= 40 \Rightarrow p + 3p = 40 \Rightarrow p = 10 \text{ cm}, q = -30 \text{ cm} \end{aligned}$$

پس اکنون در معادله آیینۀ داریم



مثال (2): یک شی از آیینۀ به فاصله 9 سانتی متر قرار می‌دهیم، آیینۀ از این شی تصویر مجازی به فاصله 12 سانتی متر در عقب آیینۀ واقع می‌باشد، شعاع آیینۀ و نوعیت آیینۀ را محاسبه کنید.

حل: چون تصویر مجازی است، باید در معادله فاصله تصویر را با علامه منفی وضع نماییم

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{9} + \frac{1}{-12} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{4-3}{36} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 36 \text{ cm}$$

چون شعاع انحنا دو برابر فاصله محراقی است پس داریم

$$R = 2f = 2(36 \text{ cm}) \Rightarrow R = 72 \text{ cm}$$

دیده می‌شود که $f > 0$ است، پس نوعیت آیینۀ مقعر می‌باشد.

مثال (3): یک شی از آیینۀ محدب به فاصله 20 سانتی متر واقع است، اگر شعاع انحنا آیینۀ محدب 10 سانتی متر باشد، فاصله تصویر از آیینۀ را معلوم نمایید.

حل: نوعیت آیینۀ محدب است، پس فاصله محراقی آن که نصف شعاع انحنا است با علامه منفی در معادله آیینۀ وضع می‌کنیم، پس داریم

$$f = \frac{R}{2} = \frac{10 \text{ cm}}{2} = 5 \text{ cm}, f = -5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} &= \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{20} + \frac{1}{q} = \frac{1}{-5} \Rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{1}{5} - \frac{1}{20} \\ \Rightarrow \frac{1}{q} &= \frac{-4-1}{20} \Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{-5}{20} \Rightarrow q = -4 \text{ cm} \end{aligned}$$

فاصله تصویر از آیینۀ علامه منفی نشان می‌دهد که تصویر مجازی است.

مثال (9): آیینۀ مقعری از یک شی حقیقی تصویر تشکیل می‌دهد که طول آن برابر سه چند طول شی و تصویر نسبت به جسم مستقیم است، اگر فاصله‌ی شی از آیینۀ 20 سانتی‌متر باشد، شعاع آیینۀ چند سانتی‌متر است.

حل: تصویر نسبت به جسم مستقیم است، بنابراین نوعیت تصویر مجازی و پشت آیینۀ تشکیل می‌شود، پس نظر به رابطه‌ی بزرگ‌نمایی داریم

$$\frac{h'}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{3h}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow q = 3p \Rightarrow q = 3(20) \Rightarrow q = -60 \text{ cm}$$

بودن تصویر چنین می‌نویسیم

$$\frac{1}{20} + \frac{1}{-60} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{3-1}{60} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{2}{60} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 30 \text{ cm}$$

اکنون می‌دانیم که $R = 2f$ است، پس $R = 60 \text{ cm}$ می‌گردد.

مثال (10): جسمی به فاصله‌ی 9 سانتی‌متر از آیینۀ محدب به شعاع 36 سانتی‌متر قرار دارد؛ فاصله‌ی تصویر این جسم تا محراق آیینۀ چند سانتی‌متر است.

حل: در قدم نخست فاصله‌ی تصویر از سطح آیینۀ را محاسبه می‌کنیم

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{9} + \frac{1}{q} = \frac{1}{-18} \Rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{1}{9} - \frac{1}{18}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{-2-1}{18} \Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{-3}{18} \Rightarrow q = -6 \text{ cm}$$

حالا در معادله‌ی $q = x' + f$ استفاده می‌کنیم؛ طوری که فاصله‌ی محراق و فاصله‌ی تصویر را منفی در نظر می‌گیریم و داریم

$$q = x' + f \Rightarrow -6 \text{ cm} = x' + (-18 \text{ cm}) \Rightarrow x' = 12 \text{ cm}$$

مثال (11): هنگامی که جسمی به اندازه‌ی 10 سانتی‌متر به سطح آیینۀ محدب نزدیک شود، بزرگ‌نمایی تصویر آن از $\frac{1}{5}$ به $\frac{1}{3}$ تغییر می‌کند، شعاع انحنای آیینۀ چند سانتی‌متر است.

حل: نظر به معادله‌ی آیینۀ و بزرگ‌نمایی داریم

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{10} + \frac{1}{-30} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{3-1}{30} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 15 \text{ cm}$$

مثال (7): طول تصویر حقیقی جسم در آیینۀ مقعر دو برابر طول جسم است، اگر فاصله بین جسم و آیینۀ را 4 cm بیشتر کنیم، طول جسم با طول تصویر برابر می‌شود؛ فاصله‌ی محراق آیینۀ چند سانتی‌متر است.

حل: در رابطه‌ی بزرگ‌نمایی آیینۀ داریم

$$\frac{h'}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{2h}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow q = 2p$$

پس در معادله‌ی آیینۀ چنین می‌نویسیم

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{2p} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{3}{2p} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{2}{3}p$$

اگر فاصله بین جسم و آیینۀ را 4 سانتی‌متر بیشتر سازیم، جسم در مرکز انحناء قرار می‌گیرد، پس $p = q$ می‌گردد، در این صورت داریم

$$\frac{1}{p+4} + \frac{1}{p+4} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{2}{p+4} = \frac{3}{2p} \Rightarrow 4p = 3p + 12$$

$$\Rightarrow p = 12, \quad f = \frac{2}{3}p = \frac{2}{3}(12) = 8 \Rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

مثال (8): جسمی به طول 8 سانتی‌متر بین محراق و رأس آیینۀ کروی قرار دارد، تصویر جسم به طول 80 سانتی‌متر و به فاصله‌ی 45 سانتی‌متری آیینۀ دیده می‌شود؛ فاصله‌ی محراق آیینۀ را دریابید.

حل: نظر به فورمول بزرگ‌نمایی داریم

$$\frac{h'}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{80 \text{ cm}}{8 \text{ cm}} = \left| \frac{-45 \text{ cm}}{p} \right| \Rightarrow p = 4.5 \text{ cm}$$

اکنون در معادله‌ی آیینۀ داریم

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{4.5} + \frac{1}{-45} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{10}{45} - \frac{1}{45} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{9}{45} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 5 \text{ cm}$$

$$3q + q = 16 \text{ cm} \Rightarrow 4q = 16 \text{ cm} \Rightarrow q = 4 \text{ cm}, p = 12 \text{ cm}$$

اکنون در معادله آینه با منفی بودن فاصله تصویر، وضع می‌کنیم

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{12} - \frac{1}{4} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1-3}{12} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = -6 \text{ cm}$$

مثال (13): در یک آینه کروی مقعر اگر فاصله جسم از آینه 3 برابر شعاع انحناء آینه باشد؛ بزرگ‌نمایی آن را دریابید.

حل: در قدم نخست فاصله محراق را از جنس فاصله جسم از آینه دریافت می‌کنیم؛ پس داریم

$$p = 3R \Rightarrow p = 3(2f) \Rightarrow p = 6f \Rightarrow f = \frac{1}{6}p$$

اکنون در معادله آینه وضع می‌کنیم تا رابطه بین p و q بدست آوریم

$$\begin{aligned} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} &= \frac{1}{\frac{1}{6}p} \Rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{6}{p} \Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{6}{p} - \frac{1}{p} \\ &\Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{5}{p} \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{q}{p} \Rightarrow m = \frac{1}{5} \end{aligned}$$

♦ فعالیت اول: شناخت عملی آینه‌های مقعر و محدب

هدف: آشنایی شاگردان با آینه‌های مقعر و محدب و طرز تشکیل تصویر در آن‌ها

وسایل مورد نیاز:

- دو قاشق فلزی یکی برای سطح مقعر، یکی برای سطح محدب
- شمع یا چراغ قوه کوچک
- کاغذ سفید
- قلم و خط‌کش

روش اجرا:

1. از شاگردان بخواهید تصویر خود را در طرف داخلی و بیرونی قاشق مشاهده کنند.
2. در فاصله‌های مختلف تصویر شمع یا چراغ را ببینند و یادداشت کنند که تصویر چگونه دیده می‌شود: مستقیم یا وارونه، بزرگ یا کوچک.
3. از مشاهدات خود نتیجه‌گیری نمایند که آینه‌ها چگونه تصویر تشکیل می‌دهند.

$$\frac{q_1}{p_1} = m_1 \Rightarrow \frac{q_1}{p_1} = \frac{1}{5} \Rightarrow q_1 = \frac{1}{5}p_1$$

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{\frac{1}{5}p_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p_1} + \frac{5}{p_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{6}{p_1} = \frac{1}{f} \dots (i)$$

نظر به بزرگ‌نمایی بعد از انتقال جسم چنین می‌نویسیم

$$\frac{q_2}{p_2} = m_2 \Rightarrow \frac{q_2}{p_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow q_2 = \frac{1}{3}p_2$$

می‌دانیم که $p_2 = p_1 - 10$ می‌گردد پس در $\frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f}$ وضع می‌کنیم

$$\begin{aligned} \frac{1}{p_1 - 10} + \frac{1}{\frac{1}{3}(p_1 - 10)} &= \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p_1 - 10} + \frac{3}{p_1 - 10} = \frac{1}{f} \\ &\Rightarrow \frac{4}{p_1 - 10} = \frac{1}{f} \dots (ii) \end{aligned}$$

با مساوی ساختن معادله اول و دوم را داریم

$$\frac{6}{p_1} = \frac{4}{p_1 - 10} \Rightarrow 6p_1 - 60 = 4p_1 \Rightarrow 2p_1 = 60 \Rightarrow p_1 = 30 \text{ cm}$$

اکنون مقدار بدست آمده را در معادله اول وضع می‌کنیم

$$\frac{6}{p_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{6}{30 \text{ cm}} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 5 \text{ cm}$$

پس نظر به $R = 2f$ مقدار $R = 10 \text{ cm}$ بدست می‌آید.

مثال (12): فاصله جسم از تصویرش در یک آینه محدب 16 cm و طول جسم 3 برابر طول تصویر آن است، فاصله محراق آینه چند سانتی‌متر است.

حل: می‌دانیم که در آینه محدب فاصله جسم از تصویرش $p + q = 16 \text{ cm}$ می‌گردد، پس نظر به رابطه بزرگ‌نمایی داریم

$$\frac{h'}{h} = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{h'}{3h'} = \frac{q}{p} \Rightarrow p = 3q$$

پس در رابطه $p + q = 16 \text{ cm}$ داریم

♦ تمرین دوم: رسم اشعه‌های نورانی در آینه‌های کروی

هدف: درک بهتر طرز تشکیل تصویر از طریق رسم اشعه نور

وسایل لازم:

- کاغذ خطدار یا شطرنجی
- قلم، پرگار
- خط‌کش

مراحل تمرین:

1. آینه مقعر و محدب را روی کاغذ رسم کنید.
2. نقطه‌ای را به عنوان جسم انتخاب کرده، سه اشعه اصلی را رسم نمایید.
3. محل تصویر را به کمک امتداد اشعه‌ها مشخص سازید.

پرسش:

- تصویر چگونه است؟ واقعی یا خیالی، مستقیم یا وارونه، بزرگ یا کوچک
- از این نوع آینه در کجاها استفاده می‌شود؟

♦ تمرین سوم: حل سوالات محاسباتی در مورد آینه‌ها

هدف: آموزش استفاده از فرمول‌های علمی در حل سوالات

فرمول‌ها:

- $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ (معادله آینه)
- $M = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$ (فرمول بزرگنمایی)

مثال تمرینی: جسمی در فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یک آینه مقعر با فاصله کانونی ۱۰ سانتی‌متر قرار دارد:

1. فاصله تصویر را حساب کنید.
2. نوع تصویر را تعیین کنید.
3. مقدار بزرگنمایی را پیدا کنید.

♦ فعالیت چهارم: کاربرد آینه‌ها در زندگی روزمره

هدف: پیوند دادن درس فزیک با زندگی واقعی

روش کار: شاگردان در گروه‌های کوچک موضوعات زیر را بررسی کرده و در صنف ارائه کنند:

- آینه مقعر در چراغ موتور، تلسکوپ، معاینات دندان پزشکی
- آینه محدب در آینه عقبی موتور، سرک‌های پریچ و خم
- نقش بزرگنمایی در آینه‌های آرایشی یا معاینات طبی

وظیفه خانگی: هر شاگرد یک نمونه از زندگی خود بیاورد که از یکی از این آینه‌ها استفاده کرده و توضیح دهد چرا مهم است.

♦ فعالیت پنجم: ساخت پوستر آموزشی

هدف: تقویت خلاقیت و بازگو نمودن آموخته‌ها

وظیفه: شاگردان به شکل انفرادی یا گروهی یک پوستر طراحی نمایند که شامل موارد زیر باشد:

- تعریف آینه مقعر و محدب
- رسم طرز تشکیل تصویر در هر کدام
- یادداشت کاربردهای آن‌ها در زندگی روزمره
- پوسترها در صنف نصب شده و مورد ارزیابی قرار می‌گیرند