

نور پدیده آشنایی است که باعث روشنایی می شود و به کمک آن می توانیم محیط اطراف خود را ببینیم.
تغایر مختلف برای نور وجود دارد، در زمان های قدیم تصور بر این بود که نور، چیزی مانند مایه غازی است که از یک منبع خارج شده و فضا را روشن می کند. اما اکنون می دانیم که نور بخشی از امواج الکترومغناطیس است.
اجسام به دو دسته تقسیم می شوند. ۱- اجسام منیر: اجسامی که از خود نور گسیل می کنند مانند ستاره ها، چراغ و...
۲- اجسام غیر منیر: اجسامی که از خود نور ندارند، بلکه بازتاب کننده نور هستند. مانند سیارات و اکثر اجسام اطراف ما.
هنگامی که نور از یک منبع صادر می شود، خود بخود در فضا پخش می شود. پخش شدن خود بخود نور در فضا را انتشار نور گویند. موادی مانند شیشه، هوا و آب را که نور می تواند از آنها عبور کند «شفاف»، گویند و مواد غیر شفاف را «کدر» می نامند. جسم یا محلی را که به محیط نور می دهد «چشمه نور» یا منبع نور می گویند.

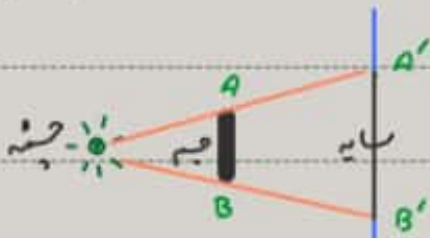
در هر محیط شفاف، نور به طور طبیعی به خط مستقیم منتشر می شود. تشکیل سایه و دیده شدن اجسامی که در پشت یک دیوار قرار دارند، دلیل بر این است که نور به خط مستقیم حرکت می کند.

باریکه نور: نوری که به شکل یک میله باریک از یک سوراخ یا شفاف خارج می شود باریکه نور می گویند.
پرتو نور: باریکه بسیار نازک نور را پرتو یا شعاع نور می گویند. پرتوهای نور می توانند موازی، واگرا یا همگرا باشند.

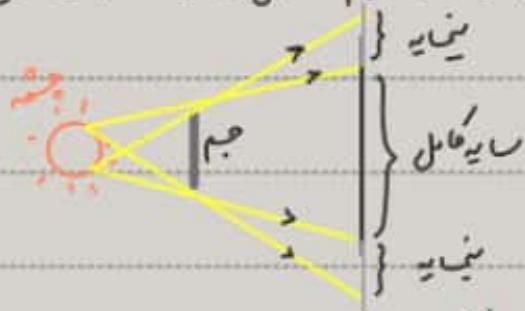


از چشمه های نوری که در طبیعت وجود دارند، همیشه پرتوهای واگرا خارج می شود. پرتوهای موازی و همگرا، توسط ابزاری مانند آینه ها و عدسی ها ساخته می شوند.

سایه: اگر جسم کدری در مقابل یک چشمه نقطه ای (کوچک) قرار گیرد، چون نوری که از چشمه خارج می شود، به خط مستقیم حرکت می کند، به فضای پشت جسم نمی رسد و در این حالت، فضای پشت جسم تاریک است و به آن سایه گفته می شود. هرچه جسم به چشمه نزدیک تر و از پرتو دورتر باشد، سایه اش بزرگ تر است.



نیست به ؛ وقتی چشم نور بزرگ (گسترده) باشد ، یک نور پهنه روشن در اطراف سایه جسم تشکیل می شود که به آن پهنای کفنه می شود .



خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی :

خورشید گرفتگی یا کسوف زمانی رخ می دهد که ماه بین زمین و خورشید قرار گیرد و سایه ماه روی زمین بیفتد .

ماه گرفتگی یا خسوف هنگامی روی می دهد که زمین بین ماه و خورشید قرار گرفته و سایه زمین روی ماه قرار گیرد .

بازتابش نور :

برای اینکه جسم دیده شود ، باید نوری از آن به چشم برسد . جسمی که غیر است ، هنگامی دیده می شود که نور آن به چشم ما برسد ، البته چون نوری که از منبع صادر می شود ، معمولاً شدید است ، نگاه کردن به آن معمولاً آزار دهنده است .

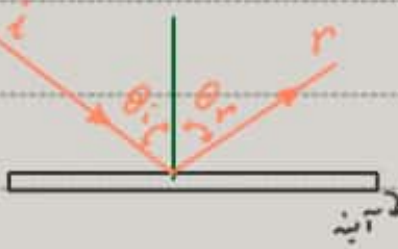
اسب (غیر منیر زمانی دیده می شوند که در معرض تابش نور قرار گرفته و تا) یا بخشی از آن را بازتاب می کنند .

هر جسمی که در معرض تابش نور قرار گیرد ، معمولاً بخشی از نور را جذب و بخشی دیگری را بازتاب می کند . رنگ جسم و درخشندگی اش بستگی به نوری دارد که بازتاب می کند .

قوانین بازتاب :

اگر جسم دارای سطح صاف و صیقلی باشد ، نور را بطور منظم بازتاب می کند و اگر سطح جسم صاف و صیقلی نباشد ،

بازتاب نامنظم خواهد بود . برای یک سطح صاف و صیقلی مانند شغل :



ن پرتو تابشی r پرتو بازتاب

θ_i زاویه بین پرتو تابشی با خط عمود بر سطح = زاویه تابشی

θ_r زاویه بین پرتو بازتاب با خط عمود = زاویه بازتاب

قانون اول : پرتو تابشی و بازتاب و خط عمود بر سطح آینه ، هر سه در یک صفحه قرار دارند .

قانون دوم : همیشه زاویه تابشی با زاویه بازتاب برابر است . $\theta_i = \theta_r$

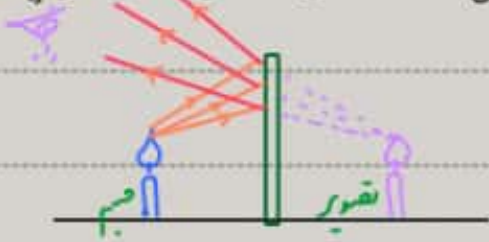
بنابراین همیشه بین پرتو تابشی و پرتو بازتاب زاویه برابر زاویه تابشی است .

همیشه پرتو نوری که عمود بر سطح آینه بتابد ، روی خودش بر می گردد .

تصویر در آینه ها:

(۳)

الف) آینه تخت: یک سطح صیقلی سطح که می تواند نور را به طور منظم بازتاب کند، یک آینه تخت است. وقتی جسمی در مقابل آینه قرار می گیرد، از هر نقطه جسم پرتو نور به آینه برخورد کرده و منعکس می شود. شخصی که مقابل آینه در مسیر پرتوهای بازتابی قرار دارد، تصویری کند که این پرتوها از پشت آینه می آیند.



ویژگی های تصویر در آینه تخت:

۱- مجازی است (در پشت آینه تشکیل می شود).

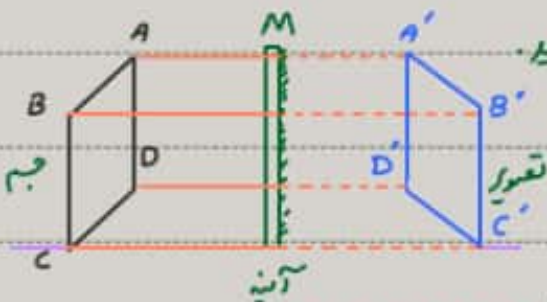
۲- هم اندازه با جسم است.

۳- مستقیم است (بالا و پائین جسم و تصویر مثل هم هستند).

۴- وارونگی جانبی دارد (قرینه است یعنی جای چپ و راست جسم با تصویر عوض می شود).

۵- همیشه فاصله جسم تا آینه با فاصله تصویر تا آینه برابر است.

بنابر ویژگی های تصویر، در آینه تخت، برای رسم تصویر یک جسم در آینه تخت، ابتدا از هر نقطه جسم خطی بر آینه عمود کرده و به اندازه خودش ادامه دهیم تا نقطه تصویر بدست آید.



مثال: شمع در فاصله ۸۰ cm از یک آینه تخت قرار دارد. الف) فاصله شمع تا تصویرش چقدر است؟

ب) اگر شمع به اندازه ۳۰ cm از آینه دور شود، تصویرش چقدر جابجا می شود و فاصله جدید شمع تا تصویرش چقدر خواهد شد؟

حل: الف) چون آینه تخت است فاصله جسم تا آینه با فاصله تصویر تا آینه برابر است. و تصویر پشت آینه است. بنابراین:

$$(فاصله جسم تا آینه) \times ۲ = فاصله تصویر تا آینه + فاصله جسم تا آینه = فاصله جسم تا تصویر$$

اگر فاصله جسم تا آینه را با P و فاصله تصویر تا آینه را با q نشان دهیم $P + q = ۲P = فاصله جسم تا تصویر$

$$۲P = ۲(۸۰) = ۱۶۰ \text{ cm} = فاصله شمع تا تصویرش \quad q = P = ۸۰ \text{ cm} = فاصله تصویر تا آینه$$

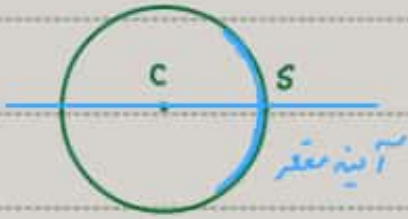
$$P = ۸۰ + ۳۰ = ۱۱۰ \text{ (م)} \quad \leftarrow \text{وقتی شمع ۳۰ cm از آینه دور شود} \quad q = P = ۱۱۰ \text{ cm}$$

$$فاصله جدید شمع تا تصویر = ۲(۱۱۰) = ۲۲۰ \text{ cm}$$

ب) آینه های کروی :

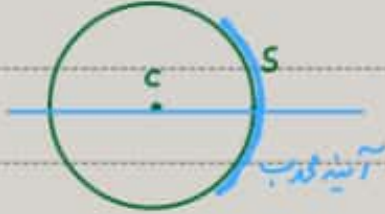
(۴)

هر آینه کروی، نقطه ای نزدیک پوسه کروی است که از بیرون یا درون صیتی و بازتاب کننده است. اثر مثبت بیرونی بازتاب کننده باشد، آینه را محدب یا کوثر یا برآمده می گویند و اگر بخش داخلی منعکس کننده باشد، آینه را مقعر یا کاهو یا فرو رفته می گویند.



نقطه C که مرکز کره آینه است را مرکز انحنا یا به اختصار مرکز آینه و

نقطه S وسط آینه را که گودترین یا برآمده ترین نقطه آن است،



رأس آینه می گویند. خط CS که مرکز را به رأس وصل می کند، محور اصلی

آینه نام دارد. شعاع کره آینه که برابر CS است را شعاع احتمالی

آینه می نامند و با r نشان می دهند.

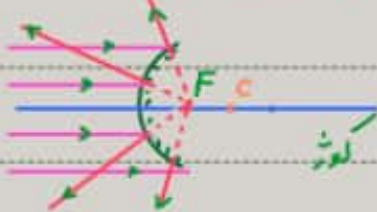
اگر یک دسته پرتو به موازات محور اصلی به آینه مقعر برخورد کند، پرتوهای بازتاب در یک نقطه روی محور اصلی جمع می شوند



به این نقطه، کانون اصلی آینه گفته می شود. در آینه محدب، چون پرتوهای

بازتاب واکرا هستند و در جلوی آینه به هم نمی رسند، امتداد آنها در پشت آینه

از یک نقطه می گذرند که همان کانون آینه است. بنابراین کانون آینه محدب



پشت آینه (مجازی) است. فاصله رأس آینه تا کانون آن را فاصله کانونی

نامیده و با f نشان می دهند و تقریباً نصف شعاع احتمالی آینه است.

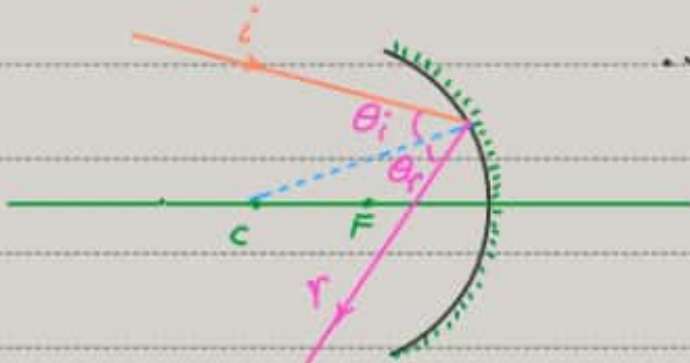
$$f \approx \frac{1}{2} r$$

توجه کنید که آینه مقعر پرتوهای نور انعکاسی را هکترای کند و آینه محدب پرتوهای نور را واکرا می کند. آینه تخت پرتوها

را نه هکترای کند و نه واکرا.

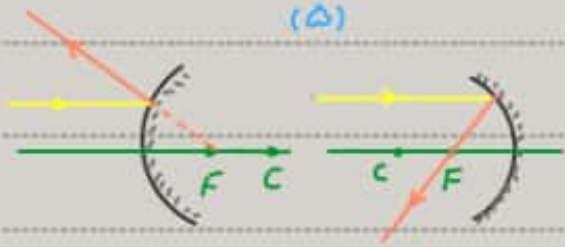
در آینه های کروی هر خطی که از مرکز آینه (C) به سطح آینه برخورد کند، خط عمود بر آینه است و همواره تعانون بازتاب

(زاویه تابش) بازتاب برابر است.

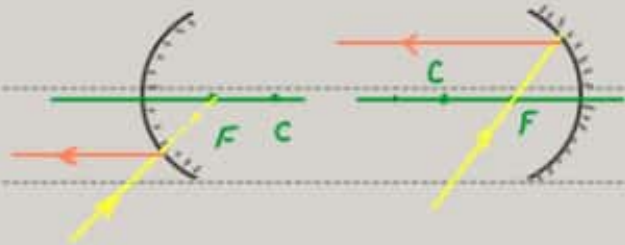


پرتوهای خاص در آینه های کروی :

(۵)



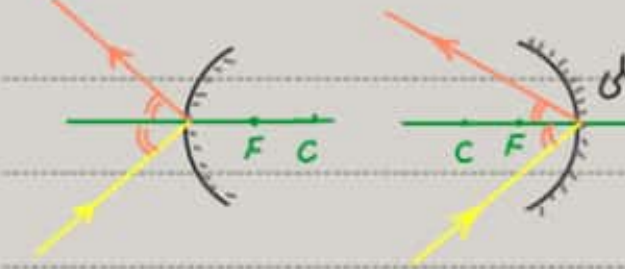
۱- پرتوی که به موازات محور اصلی به آینه می‌تابد، در بازتاب از کانون می‌گذرد.
در آینه کور، امتداد پرتو بازتاب در پشت آینه از کانون می‌گذرد.



۲- پرتوی که از کانون بگذرد (یا امتداد آن از کانون بگذرد)، در بازتاب به موازات محور اصلی منعکس می‌شود.



۳- پرتوی که از مرکز بگذرد و به آینه برخورد کند (یا امتداد آن از مرکز بگذرد)، چون بر سطح آینه عمود است، روی خودش بازتاب می‌کند.



۴- پرتوی که به رأس آینه برخورد کند، با هر زاویه ای نسبت به محور اصلی به آینه برخورد کند، با همان زاویه منعکس می‌شود.

برای بررسی تصویر یک جسم در آینه های کروی مناسب تر است که از پرتوهای خاص استفاده شود. اگر پرتوهای بازتاب، همگرا باشند، تصویر در جلوی آینه تشکیل می‌شود و تصویر حقیقی است. اگر پرتوهای بازتاب واگرا باشند، در جلوی آینه تصویر تشکیل نمی‌شود. بلکه امتداد پرتوها در پشت آینه بهم می‌رسند و تصویر مجازی است.

برای تصویر ها، ویژگی های گوناگونی وجود دارد که ۴ ویژگی بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. این ویژگی ها عبارتند از:

۱- نوع تصویر (حقیقی یا مجازی) ۲- جهت تصویر (مستقیم یا وارونه)

۳- اندازه تصویر (بزرگ تر یا کوچک تر از جسم) ۴- محل تشکیل تصویر



تصویر یابی در آینه محدب :

جسم AB و تصویر آن است.

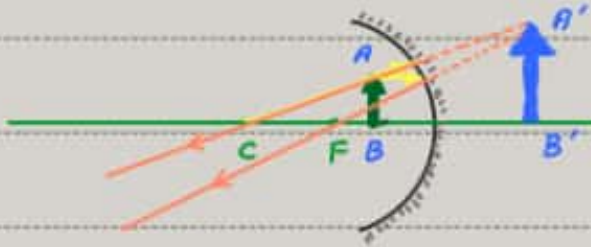
همانگونه که در شکل مشخص است، تصویر در آینه محدب، مستقیماً به محل قرار

گرفتن جسم ندارد و تنها یک حالت دارد. اگر جسم از آینه تا بی نهایت جایی شود، تصویر آن همواره مجازی، مستقیم، کوچکتر و در فاصله کانونی (در پشت آینه) تشکیل می شود.

تصویر یا بی در آینه معکوس:

آینه معکوس می تواند تصویرهای مختلفی از یک جسم ایجاد کند که بستگی به محل قرار گرفتن جسم نسبت به آینه دارد. این حالتها عبارتند از:

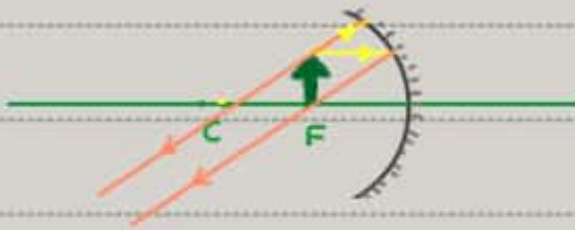
۱- جسم در فاصله کانونی قرار گیرد.



ملاقاتی می شود که تصویر: مجازی - مستقیم - بزرگتر و در پشت آینه

قرار می گیرد.

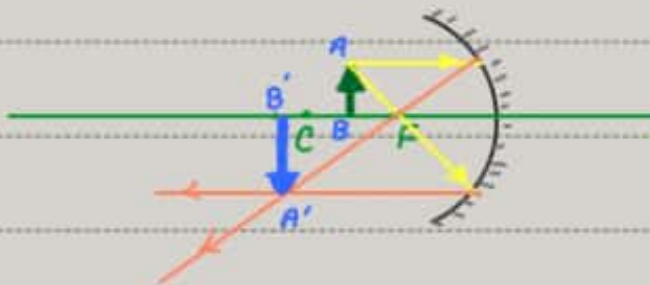
۲- جسم روی کانون است.



در این حالت تصویر: بسیار بزرگ و در بی نهایت (حقیقی یا مجازی)

پرتوهای بازتاب موازی با یکدیگرند.

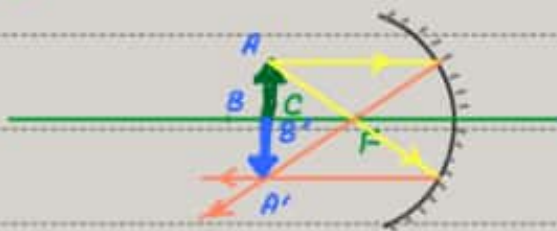
۳- جسم بین F و C (بین کانون و مرکز)



در این حالت تصویر: حقیقی - وارونه - بزرگتر و

دورتر از C (مرکز) قرار می گیرد.

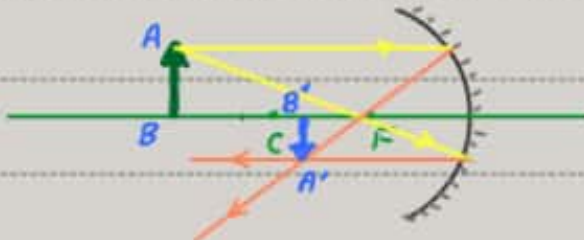
۴- جسم روی مرکز قرار دارد.



در این حالت تصویر: حقیقی - وارونه -

هم اندازه با جسم و روی مرکز تشکیل می شود.

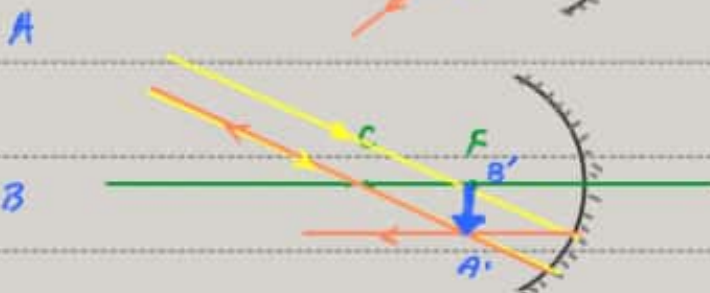
۵- جسم دورتر از مرکز (C) قرار دارد.



در این حالت تصویر: حقیقی - وارونه - کوچکتر

بین F (کانون) و C (مرکز) قرار دارد.

۶- جسم در بی نهایت (پرتوهای موازی نزدیک موازی هم)



تصویر: حقیقی - وارونه - بسیار کوچک و روی کانون

قرار دارد.

با توجه به شکل های رسم شده ، مشخص می شود که در آینه محدب ، همیشه تصویر مجازی است . برای آینه مقعر هم تصویر مجازی وجود دارد و هم تصویر حقیقی . همچنین مشخص می شود که تمام حالت هایی که تصویر حقیقی است ، تصویر وارونه شده و حالت هایی که تصویر مجازی است ، تصویر مستقیم است .

روابط ریاضی در آینه ها :

اگر فاصله جسم تا آینه با P و فاصله تصویر تا آینه با q ، فاصله کانونی آینه با f و شعاع انحنا آینه با r نشان داده شود .

$$f = \frac{1}{2} r$$

فرمول اصلی آینه ها به صورت مقابل است :

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

در رابطه فوق ، q برای تصویر حقیقی (+) و برای تصویر مجازی (-) است .

همچنین f برای آینه مقعر (+) و برای آینه محدب (-) است .

اگر طول جسم AB و طول تصویر آن $A'B'$ باشد ، بزرگنمایی آینه عبارت است از :

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \left| \frac{q}{P} \right|$$

مثال : در مقابل یک آینه مقعر با فاصله کانونی 3 cm ، جسم عمود بر محور در فاصله 2 cm از آینه قرار دارد .

الف ، نوع تصویر و فاصله آن تا آینه چیست ؟ ب ، فاصله جسم تا تصویرش چقدر است ؟

حل : با استفاده از فرمول اصلی آینه ها : $P = 2 \text{ cm}$ ، $f = 3 \text{ cm}$

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{2} + \frac{1}{q} = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{3} - \frac{1}{2} = \frac{2-3}{6} = -\frac{1}{6} \rightarrow q = -6 \text{ cm}$$

با توجه به اینکه q منفی شده ، پس تصویر مجازی است و نسبت آینه تشکیل می شود .

$$\text{فاصله جسم تا تصویر (ب)} = P + q = 2 + 6 = 8 \text{ cm}$$

مثال : جسمی در فاصله 15 cm از یک آینه گروی قرار گرفته و از آن تصویری مستقیم در فاصله 4 cm از آینه ایجاد

می شود . الف ، نوع آینه کدام است ؟ ب ، فاصله تصویر تا کانون چقدر است ؟

حل : همانگونه که قبلاً بیان شده (در بالای همین صفحه) تصاویر مستقیم ، مجازی هستند بنابراین $q = -4 \text{ cm}$

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{15} - \frac{1}{4} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{4-15}{60} = -\frac{11}{60} \rightarrow f = -10 \text{ cm}$$

چون f منفی است پس آینه محدب است .

ب. ده آینه محذب، کانون و تصویر هر دو در پشت آینه هستند. بنابراین فاصله آن دو از یکدیگر برابر است با:

$$10 - 4 = 6 \text{ cm} = \text{فاصله تصویر از کانون}$$

مثال: مدادی به طول 10 cm در فاصله 20 cm از یک آینه قرار دارد و تصویر آن روی پرده ای در فاصله 1 m از آینه افتاده است. الف) بزرگنمایی و طول تصویر چقدر است؟ ب) فاصله تصویر تا مدار چقدر است؟

حل: چون تصویر روی پرده است بنابراین حقیقی است و $q = 100 \text{ cm}$.

$$m = \frac{q}{p} = \frac{100}{20} = 5$$

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\text{طول تصویر}}{\text{طول جسم}} \rightarrow A'B' = (m)(AB) = 5(10) = 50 \text{ cm}$$

ب. چون جسم و تصویر هر دو حقیقی هستند پس هر دو در یک طرف (جلو) آینه هستند.

$$\text{فاصله جسم تا تصویر} = q - p = 100 - 20 = 80 \text{ cm}$$

مثال: در مقابل آینه مقعری به شعاع 4 cm، مدادی به طول 8 cm در فاصله 15 cm از آینه، کجود بر محور قرار می دهیم.

$$r = 4 \text{ cm} \rightarrow f = \frac{1}{2} r = \frac{1}{2} (40) = 20 \text{ cm}, \quad p = 15 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{15} + \frac{1}{q} = \frac{1}{20} \rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{20} - \frac{1}{15} = \frac{1-2}{30} = -\frac{1}{30} \rightarrow q = -30 \text{ cm}$$

چون q منفی شده، پس تصویر مجازی و در فاصله 30 cm از آینه (پشت آینه) تشکیل شده.

$$m = \left| \frac{q}{p} \right| = \frac{30}{15} = 2 \rightarrow m = \frac{A'B'}{AB} = 2 \rightarrow A'B' = 2(8) = 16 \text{ cm}$$

مثال: جسمی را در فاصله 120 cm از یک آینه کروی قرار می دهیم. تصویر آن مستقیم و $\frac{1}{4}$ اندازه جسم است.

نوع آینه و فاصله کانونی آن را تعیین کنید.

حل: با توجه به اینکه تصویر مستقیم است، بنابراین تصویر مجازی است و چون اندازه تصویر کوچکتر از جسم است، پس آینه

$$\text{محدب است.} \quad p = 120, \quad m = \frac{q}{p} \rightarrow \frac{1}{4} = \frac{q}{120} \rightarrow q = 30 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{120} - \frac{1}{30} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1-4}{120} = \frac{-3}{120} \rightarrow f = -\frac{120}{3} = -40 \text{ cm}$$

نکته: اگر تصویر مجازی باشد (پشت آینه) و جسم در جلوی آینه قرار دارد بنابراین فاصله بین جسم تا تصویرش

$(p+q)$ و اگر تصویر حقیقی باشد به همراه جسم در جلوی آینه فاصله جسم تا تصویرش $p-q$ یا $q-p$ است.

(9)

مثال: شش به طول 14 cm در فاصله 34 cm از یک پرده قرار دارد. به کمک یک آینه مقعری خواهیم تصویرش به طول 48 cm

از شش روی پرده بیندازیم. شش احتمالی آینه چقدر باید باشد؟

حل: به P و q را بدست آوریم، بعد f را می‌یابیم کرده و با آن r را بدست آوریم.

$$m = \frac{q}{P} = \frac{AB'}{AB} = \frac{48}{14} = 3 \quad \text{بزرگنمایی} \quad m = \frac{q}{P} \rightarrow 3 = \frac{q}{P} \rightarrow q = 3P$$

چون تصویر روی پرده تشکیل می‌شود، پس حقیقی بوده و فاصله بین جسم و تصویر $q - P$ است (q از P بزرگتر است)

$$\left. \begin{array}{l} q - P = 34 \\ q = 3P \end{array} \right\} \rightarrow 3P - P = 34 \rightarrow 2P = 34 \rightarrow P = \frac{34}{2} = 17 \text{ cm}$$

$$q = 3P = 3(17) = 51 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{17} + \frac{1}{51} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{3+1}{51} = \frac{4}{51} \rightarrow f = \frac{51}{4} = 12.75 \text{ cm}$$

$$f = \frac{1}{r} \rightarrow 12.75 = \frac{1}{r} \rightarrow r = 2(12.75) = 25.5 \text{ cm}$$

مثال: یک آینه گردی از جسی که در مقابل آن قرار دارد، تصویرش به بزرگی $\frac{3}{5}$ برابر جسم روی پرده انداخته است. اگر

فاصله پرده از جسم 40 cm باشد. الف) نوع آینه ب) فاصله جسم و تصویر از آینه ج) شش احتمالی آینه را تعیین کنید.

حل: با توجه به اینکه تصویر روی پرده افتاده است، پس تصویر حقیقی است و آینه باید مقعر باشد.

ب) با توجه به اینکه تصویر بزرگتر از جسم است پس باید نسبت به جسم در فاصله دورتری از آینه باشد. بنابراین فاصله

تصویر از جسم برابر $q - P$ است یعنی: $q - P = 40 \text{ cm}$ از طرفی $m = 3$

$$\left. \begin{array}{l} m = \frac{q}{P} = 3 \rightarrow q = 3P \\ q - P = 40 \end{array} \right\} \rightarrow 3P - P = 40 \rightarrow 2P = 40 \rightarrow P = 20 \text{ cm}$$

$$q = 3P = 3(20) = 60 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{20} + \frac{1}{60} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{3+1}{60} = \frac{4}{60} \rightarrow f = \frac{60}{4} = 15 \text{ cm}$$

$$f = \frac{1}{r} \rightarrow 15 = \frac{1}{r} \rightarrow r = 30 \text{ cm}$$