

فصل ۱

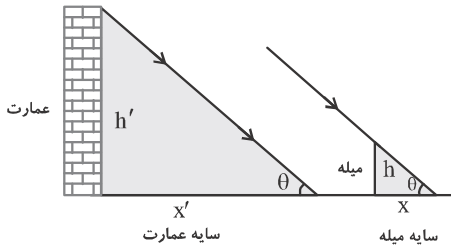
نور و بازتاب نور

$$r = \frac{q}{d} \rightarrow q = rd$$

$$d' = q - p \xrightarrow{q=rd} d' = rd - d \rightarrow d' = \frac{1}{2}d$$

۵- گزینهی «۳»

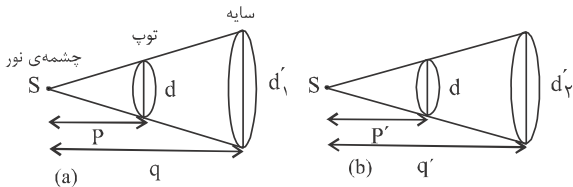
چون میله و عمارت در یک مکان و یک موقع بررسی می‌شوند، زاویه‌ی تابش خورشید برای هر دو یکسان بوده، لذا می‌توان سایه‌ی آن‌ها را با توجه به تشابه دو مثلث ایجاد شده به صورت زیر بررسی کرد:



$$\frac{h'}{h} = \frac{x'}{x} \xrightarrow{h=2m, x=1/6m} \frac{h'}{2} = \frac{\lambda}{1/6} \rightarrow h' = 10m$$

۶- گزینهی «۳»

با رسم شکل، دو بار به تحلیل سؤال می‌پردازیم:



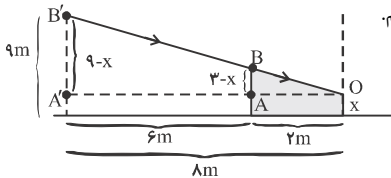
$$\frac{d'}{d} = \frac{q}{p} \xrightarrow{d'=2d} \frac{q}{p} = 2 \xrightarrow{p=2m} q = 4m$$

$$\frac{d'}{d} = \frac{q'}{p'} \xrightarrow{d'=2d} \frac{q'}{p'} = 2 \quad (1)$$

$$q' - p' = q - p = 2m \xrightarrow{(1), (2)} p' = 1m$$

۷- گزینهی «۱»

مطابق شکل مسیر پرتوهایی را که باعث تشکیل سایه، از میله بر روی پرده می‌شوند رسم کرده و با استفاده از تشابه مثلث‌ها، طول سایه (X) را محاسبه می‌کنیم.



$$\Delta OAB \sim \Delta OA'B' \rightarrow \frac{q-x}{q} = \frac{2}{X} \rightarrow X = 1m$$

۸- گزینهی «۲»

در حل چنین مسائلی، جسم در حال حرکت را، همانند یک ذره‌ی مادی در نظر می‌گیریم، لذا حرکت جسم، همانند حرکت این ذره‌ی مادی و حرکت سایه‌ی آن بر روی سطح افقی را به صورت زیر بررسی می‌کنیم. دقت کنید که از طرف خورشید پرتوهای نور به صورت موازی می‌تابند. از این رو هنگامی که جسم از نقاط A، B، C و D می‌گذرد، سایه‌ی آن بر روی زمین از نقاط A'، B'، C' و D' می‌گذرد.

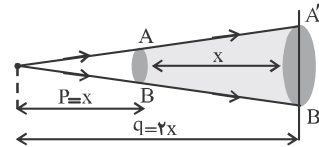
پاسخ‌ها از: سیدعلی میرنوری

۱- گزینهی «۴»

هنگامی که خورشید به‌طور مایل می‌تابد، از اجسامی مانند درخت بر روی زمین سایه تشکیل می‌شود و اگر پرتوهای خورشید عمود بر سطح زمین بتابند تقریباً هیچ سایه‌ی از این اجسام بر روی زمین تشکیل نمی‌شود. لذا از طلوع خورشید تا ظهر، سایه‌ی اجسام کوچک شده و از آن پس تا غروب آفتاب، مجدداً این سایه بزرگ می‌شود.

۲- گزینهی «۴»

با رسم صفحه‌ی کدر و چشمه‌ی نقطه‌ای نور، ابعاد سایه‌ی ایجاد شده را به صورت زیر با استفاده از تشابه مثلث‌ها بررسی می‌کنیم. اگر S' مساحت سایه و S مساحت قرص کدر باشد داریم:

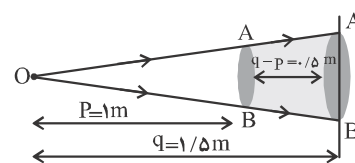


$$\Delta OAB \sim \Delta OA'B'$$

$$\frac{S'}{S} = \left(\frac{q}{p}\right)^2 \xrightarrow{q=2x, p=x} \frac{S'}{S} = (2)^2 \rightarrow \frac{S'}{S} = 4$$

۳- گزینهی «۲»

با رسم پرتوها و تشابه مثلث‌ها، می‌توان مساحت سایه را به صورت زیر بررسی کرد که در آن S' مساحت سایه و S مساحت قرص کدر است.



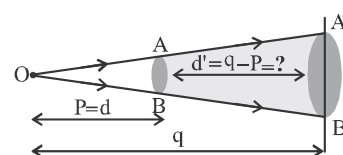
$$\Delta OAB \sim \Delta OA'B'$$

$$\frac{S'}{S} = \left(\frac{q}{p}\right)^2 \xrightarrow{q=1/5m, p=1m} \frac{S'}{S} = (1/5)^2 \rightarrow \frac{S'}{S} = \frac{1}{25}$$

۴- گزینهی «۲»

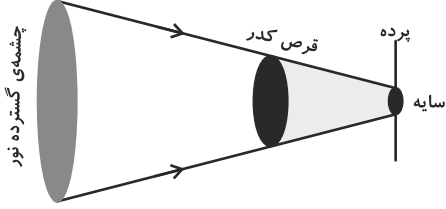
اگر قطر سکه برابر AB و قطر سایه‌ی آن A'B' باشد، با توجه به تشابه مثلث‌هایی که به صورت زیر ترسیم می‌شوند، داریم:

$$\Delta OAB \sim \Delta OA'B' \rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} \xrightarrow{p=d} \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{d}$$



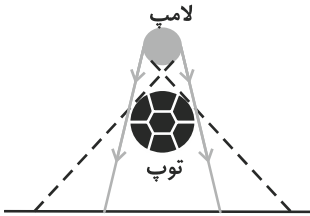
## -۱۳- گزینهی «۳»

در این جا سطح مقطع منبع نور بزرگتر از جسم است، لذا سایه‌ی تشکیل شده کوچکتر از جسم خواهد بود، از این رو با دور کردن پرده از قرص، قطر سایه کوچکتر می‌شود.



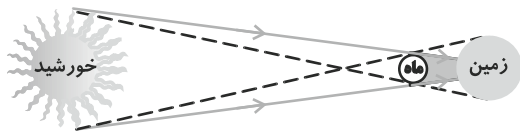
## -۱۴- گزینهی «۱»

می‌دانیم که قطر توپ فوتبال از قطر لامپ بزرگتر بوده، لذا قطر سایه‌ی توپ بر روی زمین نیز از قطر توپ بزرگتر است. با نزدیک شدن توپ به کف اتاق قطر سایه‌ی توپ و پهنای نیم سایه هر دو کاهش می‌یابد.



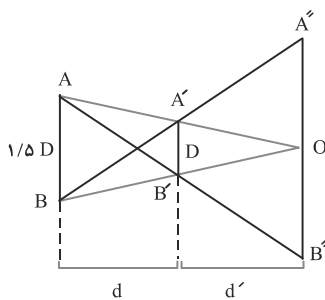
## -۱۵- گزینهی «۳»

اگر فرض کنیم که در هر دو حالت سایه‌ی ماه بر روی زمین بیافتد، با نزدیک شدن ماه به زمین، سایه‌ی ماه بر روی زمین بزرگتر شده ولی پهنای نیم‌سایه‌ی آن کوچکتر می‌شود.



## -۱۶- گزینهی «۱»

با توجه به این مطلب که اگر پرده از مخروط تشکیل سایه خارج نشود، سایه از بین می‌رود، با نوشتن تشابه مثلث‌ها داریم:



$$\triangle OA'B' \sim \triangle OAB \Rightarrow \frac{1/5 D}{D} = \frac{d'}{d+d}$$

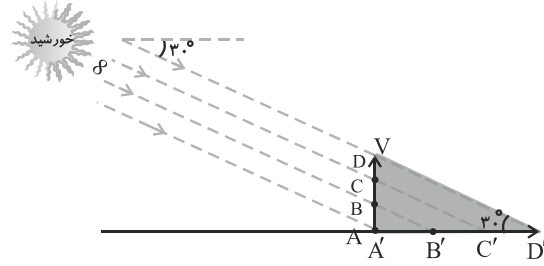
$$\Rightarrow 1/5 d' = d' + d \Rightarrow d' = 2d$$

$$\triangle BA'B' \sim \triangle BA''O \Rightarrow \frac{OA''}{D} = \frac{d+d'}{d} \quad d'=2d \rightarrow$$

$$\frac{OA''}{D} = \frac{d+2d}{d} = 3 \Rightarrow OA'' = 3D$$

$$\text{قطر نیم‌سایه } A''B'' = 2OA'' = 2 \times 3D = 6D$$

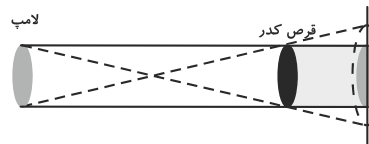
خواهد گذشت. لذا اگر سرعت جسم  $V$  باشد سرعت سایه‌ی آن بر روی زمین  $V'$  بوده و در مثلث قائم‌الزاویه‌ی ایجاد شده داریم:



$$\tan 30^\circ = \frac{V}{V'} \quad \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{V}{V'} \rightarrow V' = \sqrt{3}V$$

## -۹- گزینهی «۴»

چون قطر قرص کدر و قطر چشمه‌ی گسترده‌ی نور یکسان است، با جابه‌جا کردن قرص کدر (نزدیک و یا دور کردن از چشمه)، قطر سایه تغییر نمی‌کند (که فقط در گزینهی «۴» چنین است) از طرفی با نزدیک کردن جسم کدر به چشمه‌ی نور، پهنای نیم سایه افزایش می‌یابد.

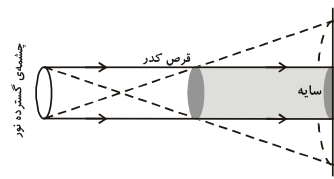


## -۱۰- گزینهی «۱»

به طور کلی اگر چشمه‌ی نور گسترده و جسم کدر از هم دور شوند، الزاماً پهنای نیم‌سایه کاهش می‌یابد.

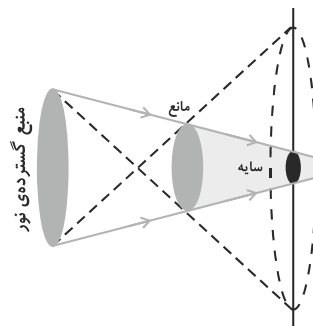
## -۱۱- گزینهی «۱»

چون قطر قرص کدر و قطر چشمه‌ی گسترده‌ی نور یکسان است، با جابه‌جا کردن قرص کدر (نزدیک و یا دور کردن از چشمه)، قطر سایه تغییر نمی‌کند و اگر



جسم کدری از چشمه‌ی گسترده دور و به پرده نزدیک شود، پهنای نیم سایه‌ی آن الزاماً کاهش می‌یابد.

## -۱۲- گزینهی «۲»



در این جا ابعاد مانع کدر کوچکتر از منبع نورانی است، لذا سایه نیز از مانع کوچکتر است. با دور کردن منبع نورانی از مانع، پرتوها تقریباً به طور موازی به مانع تابیده، لذا قطر سایه افزایش و پهنای نیم سایه کاهش می‌یابد.

$$\Delta SAB \sim \Delta SA'B' \Rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{y}{x} \Rightarrow$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{حالت اول: } \frac{3d}{AB} = \frac{y}{d} \Rightarrow y = 3d \\ \text{حالت دوم: } \frac{3d}{AB} = \frac{y}{x} \Rightarrow x = \frac{y}{3} = \frac{3d}{3} \end{array} \right.$$

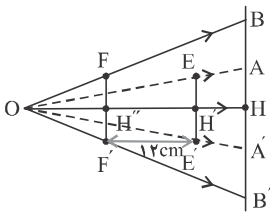
بنابراین برای آن که قطر سایه‌ی قرص کدر از سه برابر به دو برابر قطر قرص کاهش یابد، باید آن را به اندازه‌ی  $\frac{3d}{3} - d = \frac{d}{3}$  به دیوار نزدیک‌تر کرد.

**گزینه‌ی ۲۱ - ۲۱ درصد پاسخ درست (۸٪)**

با توجه به شکل زیر اگر رابطه‌ی تشابه را در دو حالت بنویسیم؛ داریم:

$$\Delta OEE' \sim \Delta OAA' \Rightarrow \frac{EE'}{AA'} = \frac{OH'}{OH} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{OH'}{OH} \quad (1)$$

$$\Delta OFF' \sim \Delta OBB' \Rightarrow \frac{FF'}{BB'} = \frac{OH''}{OH} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{OH''}{OH} \quad (2)$$



و با توجه به شکل داریم:

$$\overline{OH'} = \overline{OH''} + 12 \quad (3)$$

با حل همزمان معادله‌های (۱)، (۲) و (۳) داریم:

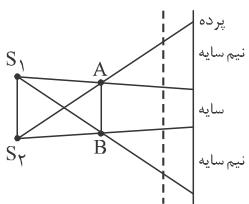
$$\overline{OH'} = 36\text{cm}, \overline{OH''} = 24\text{cm}, \overline{OH} = 72\text{cm}$$

**گزینه‌ی ۲۲ - ۲۲**

بدیهی است، در حالتی که چشمه‌ی نور گسترده است و توپ کوچک‌تر از چشمه است، سایه‌ی توپ نیز کوچک‌تر از توپ خواهد بود.

در این حالت، با نزدیک کردن چشمه به توپ، سایه‌ی توپ کوچک‌تر از حالت قبل خود می‌شود.

**گزینه‌ی ۲۳ - ۲۳ درصد پاسخ درست (۲۵٪)**

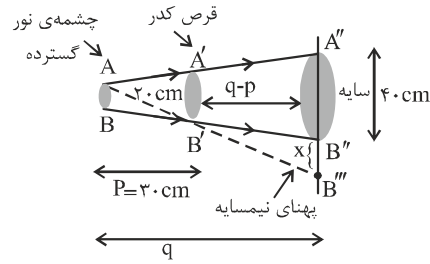


در شکل مقابل طرح ساده‌ای از مسأله را رسم کرده‌ایم. توجه کنید که رعایت اندازه‌ی نسبی چشمه و جسم کدر در شکل الزامی است.

ملاحظه می‌شود اگر پرده را از وضعیت اولیه به حالت خط‌چین منتقل کنیم، سایه بزرگ‌تر و نیم‌سایه کوچک‌تر می‌شود.

**گزینه‌ی ۲ - ۱۷**

با رسم شکل و استفاده از تشابه مثلث‌ها، پهنای نیم‌سایه را محاسبه می‌کنیم.



$$\Delta AA''B'' \sim \Delta AA'B' \rightarrow \frac{40+x}{20} = \frac{q}{30} \rightarrow 40+x = \frac{2}{3}q \quad (1)$$

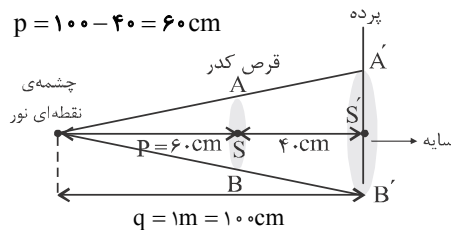
$$\Delta AB'B \sim \Delta B'B''B'''$$

$$\rightarrow \frac{x}{4} = \frac{q-30}{30} \rightarrow x = \frac{q-30}{7.5} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} x = 5\text{cm}$$

**گزینه‌ی ۴ - ۱۸ درصد پاسخ درست (۱۳٪)**

$$p = 100 - 40 = 60\text{cm}$$

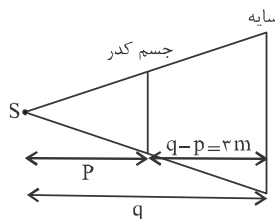


$$\frac{S'}{S} = \left(\frac{q}{p}\right)^2 \Rightarrow \frac{\pi r'^2}{36\pi} = \left(\frac{100}{60}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{r'}{6} = \frac{10}{6} \Rightarrow r' = 10\text{cm}$$

**گزینه‌ی ۲ - ۱۹**

با توجه به شکل داریم:

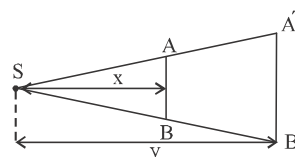


$$\frac{\text{مساحت سایه } s'}{\text{مساحت جسم کدر } s} = \left(\frac{q}{p}\right)^2 \xrightarrow{s'=4s} 4 = \left(\frac{q}{p}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{q}{p} = 2 \xrightarrow{q-p=3\text{m}} \begin{cases} p = q - 3 \\ q = 2p \end{cases} \rightarrow q = 6\text{m}$$

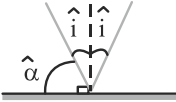
**گزینه‌ی ۲ - ۲۰ درصد پاسخ درست (۹٪)**

در شکل زیر، طرح ساده‌ای از چشمه‌ی نقطه‌ای نور، قرص کدر و سایه‌ی آن بر روی دیوار کشیده شده است. با توجه به تشابه دو مثلث  $\Delta SAB'$  و  $\Delta SA'B'$  می‌توان نوشت:



۲۸- گزینهی «۲»

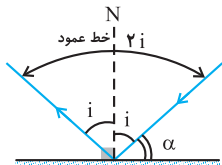
اگر زاویه تابش به اندازه  $\hat{\alpha}$  تغییر کند، زاویه بازتاب نیز به همان اندازهی  $\hat{\alpha}$  تغییر می کند.



$$\begin{cases} \hat{\alpha} + \hat{i} = 90^\circ \\ \hat{r} = \frac{1}{4}\hat{\alpha} \end{cases} \Rightarrow 4\hat{i} + \hat{i} = 90^\circ \Rightarrow \hat{i} = 18^\circ$$

۳۰- گزینهی «۳»

اگر زاویه تابش را « $\hat{i}$ » بنامیم، زاویه بین پرتوهای تابش و بازتابش « $\hat{r}$ » خواهد بود. لذا با توجه به شکل داریم:



$$\hat{i} + \hat{\alpha} = 90^\circ \rightarrow \begin{cases} \hat{r} = 4\hat{\alpha} \\ \hat{i} = 2\hat{\alpha} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \hat{\alpha} = 30^\circ \\ \hat{i} = 60^\circ \end{cases}$$

۳۱- گزینهی «۱»

روش اول: با توجه به قانون های بازتابش، مسیر پرتوهای تابش و بازتابش را رسم می کنیم، چون پرتوی تابش بر سطح آینهی  $M'$  عمود می شود (با توجه به

این که جمع زاویه های داخلی یک مثلث  $180^\circ$  است) به راحتی می توان دریافت که زاویه تابش به سطح  $M'$  برابر صفر است.

روش دوم: اگر زاویه بین دو آینه « $\gamma$ » و زاویه تابش (یا بازتابش) سطح هر یک از آینه ها به ترتیب  $\alpha$  و  $\beta$  باشد داریم:

$$\hat{\gamma} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \rightarrow \hat{\gamma} = 60^\circ \rightarrow \hat{\beta} = 0^\circ$$

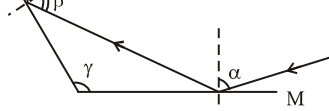
۳۲- گزینهی «۴»

روش اول: پرتوهای تابش و بازتابش را با استفاده از قانون های بازتابش رسم می کنیم.

سپس با توجه به این که مجموع زاویه های داخلی هر مثلث  $180^\circ$  است. زاویه تابش به آینهی  $M'$  را محاسبه می کنیم.

روش دوم: اگر زاویه بین دو آینهی تخت  $\gamma$  و زاویه های تابش (یا بازتابش) آینه ها  $\alpha$  و  $\beta$  باشد همواره  $\gamma = \alpha + \beta$  است.

در این جا داریم:

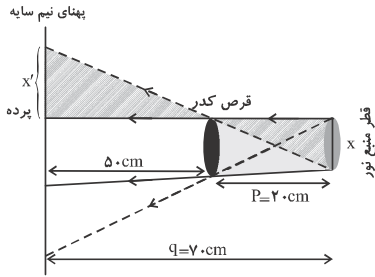


$$\gamma = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \rightarrow 150^\circ = 70^\circ + \hat{\beta} \rightarrow \hat{\beta} = 80^\circ$$

بدهی است که اگر پرده را از جسم کدر دور کنیم، نیم سایه بزرگتر و سایه کوچکتر می شود. در حالتی که چشمه را به جسم نزدیک کنیم یا جسم کدر را به چشمه نزدیکتر کنیم، سایه کوچکتر و نیم سایه بزرگتر خواهد شد.

۲۴- گزینهی «۳»

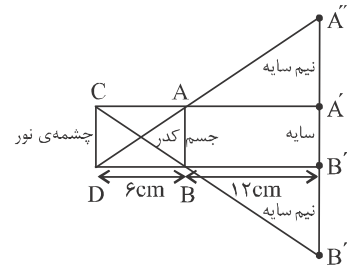
با تشابه دو مثلث هاشور زده در شکل داریم: (x قطر قرص روشن است).



$$\frac{x'}{x} = \frac{50}{20} \rightarrow \frac{x'}{x} = \frac{5}{2} \rightarrow x' = \frac{5}{2}x$$

۲۵- گزینهی «۱» درصد پاسخ درست (۲۵٪)

با توجه به شکل زیر و با استفاده از تشابه مثلث ها، پهنای نیم سایه و قطر سایه را به دست می آوریم. دقت کنید وقتی قطر جسم کدر و چشمه نور گسترده با هم برابر باشد، قطر سایه ی بر روی پرده برابر با قطر جسم کدر می شود.



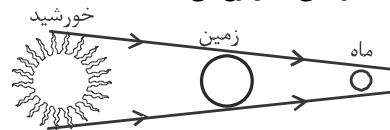
قطر سایه  $A'B' = AB = CD = 6\text{cm}$

$$\triangle CDB \sim \triangle BB'B'' \Rightarrow$$

$$\frac{B'B''}{CD} = \frac{B'B}{BD} \Rightarrow \frac{B'B''}{6} = \frac{6}{12} \Rightarrow B'B'' = 3\text{cm}$$

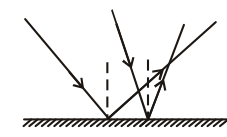
۲۶- گزینهی «۱»

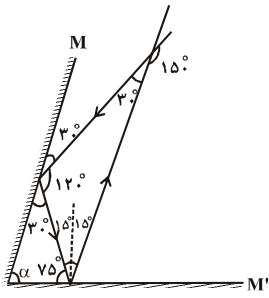
هنگامی که ماه گرفتگی رخ می دهد، ماه در سایه ی زمین قرار می گیرد و از دید ناظر واقع بر سطح ماه، خورشید دیده نمی شود، از این رو از دید او خورشید گرفتگی کامل رخ می دهد.



۲۷- گزینهی «۱»

اگر پرتوهای تابش به سطح آینهی تخت همگرا بوده (و در سطح آینه همرس نشوند)، پرتوهای بازتاب نیز همگرا خواهد بود.



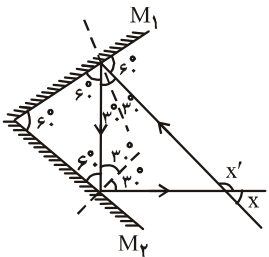


۳۸- گزینهی «۳»

در شکل مقابل زاویه‌های نامعلوم مشخص شده‌اند که با توجه به برابری زاویه‌ی تابش و بازتاب و این‌که مجموع زاویه‌ی داخلی هر مثلثی  $180^\circ$  است، می‌توان نوشت:

$$\hat{\alpha} + 75^\circ + 30^\circ = 180^\circ \Rightarrow \hat{\alpha} = 75^\circ$$

نوشت:



۳۹- گزینهی «۴»

روش اول: با رسم پرتوهای تابش و بازتابش، همچنین با استفاده از قانون‌های بازتابش و این مطلب که هر زاویه‌ی خارجی در مثلث برابر

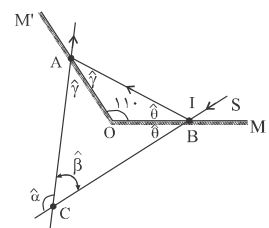
مجموع دو زاویه‌ی داخلی غیرمجاور است، به صورت زیر عمل

$$\hat{X}' = 2 \times 30^\circ + 2 \times 30^\circ \rightarrow \hat{X}' = 120^\circ$$

می‌کنیم:

روش دوم: اگر مطابق شکل زاویه‌ی بین دو آینه  $\hat{\gamma}$  باشد، می‌توان زاویه‌ی  $\hat{X}'$  را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\hat{X}' = 2\hat{\gamma} \rightarrow \hat{\gamma} = 60^\circ \rightarrow \hat{X}' = 120^\circ$$



۴۰- گزینهی «۴»

مجموع زاویه‌ی داخلی هر

مثلثی برابر  $180^\circ$  است، بنابراین داریم:

$$AOB: \hat{\gamma} + 11^\circ + \hat{\theta} = 180^\circ$$

$$\hat{\gamma} + \hat{\theta} = 70^\circ \rightarrow 2\hat{\gamma} + 2\hat{\theta} = 140^\circ \xrightarrow{\hat{\alpha} = 2\hat{\gamma} + 2\hat{\theta}} \hat{\alpha} = 140^\circ$$

۴۱- گزینهی «۳»

در این جا زاویه‌ی بین امتداد پرتوی تابش به آینه‌ی (۱) و امتداد پرتوی بازتابش از آینه‌ی (۲) مطلوب است، لذا به صورت زیر عمل می‌کنیم:

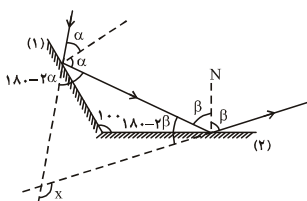
روش اول: با استفاده از قانون‌های بازتابش و رسم پرتوهای تابش و بازتابش از سطح آینه‌ها داریم:

هر زاویه‌ی خارجی برابر

مجموع دو زاویه‌ی

داخلی غیرمجاور در هر

مثلث است.



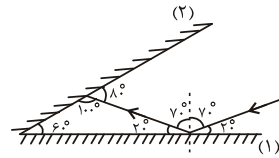
$$\hat{X} = 180^\circ - 2\hat{\alpha} + 180^\circ - 2\hat{\beta}$$

$$\rightarrow \hat{X} = 360^\circ - 2(\hat{\alpha} + \hat{\beta}) \xrightarrow{\hat{\gamma} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}} \hat{X} = 360^\circ - 2\hat{\gamma}$$

$$\xrightarrow{\hat{\gamma} = 100^\circ} \hat{X} = 360^\circ - 200^\circ \rightarrow \hat{X} = 160^\circ$$

۳۳- گزینهی «۴»

به راحتی با ادامه‌ی پرتو بازتابش از سطح آینه‌ی «۱» می‌توان زاویه‌ی بین پرتو تابش به سطح آینه‌ی «۲» و سطح آینه را به دست آورد.



۳۴- گزینهی «۱»

می‌دانیم اگر پرتوی نوری تحت زاویه‌ی تابش  $\theta$  به دو آینه‌ی تخت که با هم زاویه‌ی  $\theta$  می‌سازند، بتابد، منطبق بر خودش بازتاب می‌یابد. بنابراین در این سؤال باید  $\hat{\alpha} = \hat{\beta}$  باشد تا پرتوی نور روی خودش بازتاب شود.

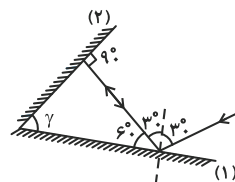
۳۵- گزینهی «۳»

روش اول: اگر زاویه‌ی بین دو آینه را  $\gamma$  بنامیم، با توجه به رسم مسیر پرتوهای تابش و بازتابش و استفاده از قانون‌های بازتاب داریم: (تذکر: شرط آن که پرتوی تابش و بازتاب از سطح یک آینه بر هم منطبق باشند این است که پرتو، عمود بر سطح آینه بتابد یعنی زاویه‌ی تابش صفر باشد).

با توجه به این که مجموع زاویه‌های

داخلی هر مثلث  $180^\circ$  است، داریم:

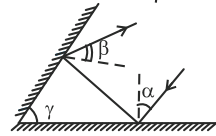
$$\hat{\gamma} + 90^\circ + 60^\circ = 180^\circ \rightarrow \hat{\gamma} = 30^\circ$$



روش دوم: اگر زاویه‌ی تابش (یا

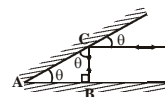
بازتاب) از سطح آینه‌ها  $\alpha$  و  $\beta$  و

زاویه‌ی بین دو آینه  $\gamma$  باشد داریم:



$$\hat{\gamma} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \xrightarrow{\hat{\alpha} = 30^\circ, \hat{\beta} = 0^\circ} \hat{\gamma} = 30^\circ + 0^\circ \rightarrow \hat{\gamma} = 30^\circ$$

۳۶- گزینهی «۳»



مجموع زاویه‌ی داخلی مثلث ABC برابر

$180^\circ$  است، بنابراین داریم:

$$\hat{\theta} + \hat{\theta} + 90^\circ = 180^\circ \Rightarrow \hat{\theta} = 45^\circ$$

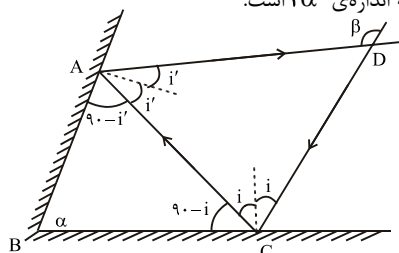
۳۷- گزینهی «۲»

با استفاده از قانون‌های بازتاب در آینه‌ها و توجه به این که مجموع زاویه‌های داخلی هر مثلث  $180^\circ$  است داریم:

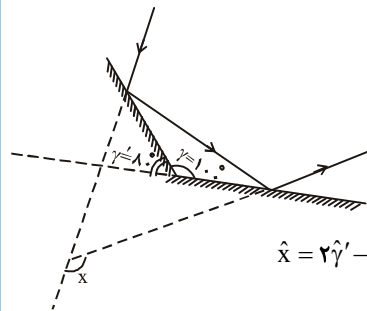
$$ABC \text{ مثلث: } 90^\circ - i + 90^\circ - i' + \alpha = 180^\circ \rightarrow \alpha = i + i'$$

$$ACD \text{ مثلث: } \beta = 2i + 2i' = 2(i + i') = 2\alpha$$

به طور کلی می‌توان گفت: در دو آینه تخت متقاطع که امتداد آن‌ها با هم زاویه حاده‌ی  $\alpha$  می‌سازند زاویه‌ی انحراف پرتو بازتاب نهایی نسبت به پرتو تابش اولیه به اندازه‌ی  $2\alpha$  است.



روش دوم:



۴۷- گزینهی «۴»

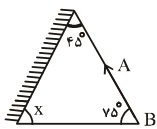
تصویر در آینه‌ی تخت وارونی جانبی دارد و مجموع زمانی که ساعت در آینه نشان می‌دهد و زمانی که ساعت واقعاً آن را نشان می‌دهد برابر ۱۲ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$4:50' + x : y' = 12:00' \Rightarrow y = 10', x = 7$$

بنابراین اگر مستقیماً به ساعت نگاه کنیم، ساعت ۷ و ۱۰ دقیقه خواهد بود.

۴۸- گزینهی «۳»

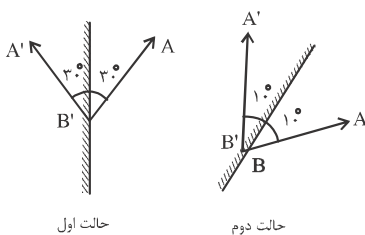
اگر AB با سطح آینه زاویهی ۴۵° بسازد در این صورت تصویرش بر AB عمود می‌شود.



در این حالت زاویه‌ی آینه با سطح افقی برابر با  $\hat{x} = 180^\circ - (45^\circ + 75^\circ) = 60^\circ$  و با امتداد قائم زاویه‌ی  $\hat{\alpha}' = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$  می‌باشد. این زاویه پس از دوران آینه به اندازه‌ی ۱۰° ایجاد شده پس زاویه‌ی اولیه‌ی آینه با امتداد قائم برابر است با:  $\hat{\alpha} = 30^\circ - 10^\circ = 20^\circ$

۴۹- گزینهی «۲»

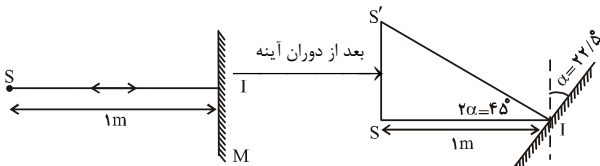
مطابق شکل با امتداد جسم و آینه، زاویه‌ی بین جسم و آینه را یافته و به صورت زیر عمل می‌کنیم:



همان طور که می‌بینید، تصویر در جهت دوران آینه چرخیده است  $\text{زاویه‌ی بین جسم و تصویر} = 2 \times 10^\circ = 20^\circ$   
 $40^\circ = (2 \times 30^\circ) - (2 \times 10^\circ) = \text{مقدار دوران تصویر}$

۵۰- گزینهی «۳»

اگر با ثابت نگاه‌داشتن پرتوی تابش، آینه به اندازه‌ی « $\alpha$ » دوران کند، پرتوی بازتاب نسبت به حالت قبلی خود به اندازه‌ی « $2\alpha$ » دوران می‌کند. در این جا داریم:



در مثلث قائم‌الزاویه‌ی ایجاد شده داریم:

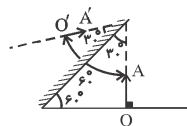
$$\tan 45^\circ = \frac{SS'}{SI} \rightarrow 1 = \frac{SS'}{1} \rightarrow SS' = 1m$$

۵۱- گزینهی «۱»

در آینه‌ی تخت، همواره فاصله‌ی بین آینه و جسم، برابر فاصله‌ی بین آینه و تصویر جسم است، لذا اگر فاصله‌ی بین جسم و آینه‌ی تخت نصف شود، فاصله‌ی بین تصویر جسم تا آینه‌ی تخت نیز نصف خواهد شد. از طرفی در آینه‌ی تخت، همواره طول تصویر و طول جسم برابر است.

۴۲- گزینهی «۲»

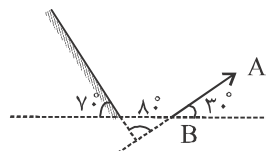
زاویه‌ی بین امتداد جسم و امتداد تصویرش در یک آینه‌ی تخت، دو برابر زاویه‌ی بین امتداد جسم و امتداد آینه است. با توجه به شکل، زاویه‌ی بین امتداد جسم و



آینه ۳۰° است، لذا زاویه‌ی بین امتداد جسم و امتداد تصویرش ۶۰° خواهد بود.

۴۳- گزینهی «۳»

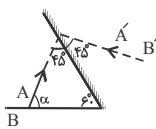
زاویه‌ی بین امتداد جسم و تصویرش، دو برابر زاویه‌ی بین امتداد جسم و آینه است، لذا داریم:



$$\text{زاویه‌ی بین امتداد جسم و تصویرش} = 2 \times 80^\circ = 160^\circ$$

۴۴- گزینهی «۴»

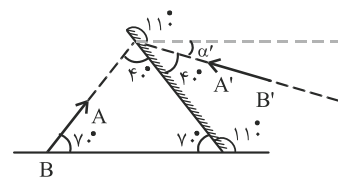
اگر راستای تصویر بر راستای جسم عمود باشد، راستای جسم با آینه زاویه‌ی ۴۵° می‌سازد، لذا داریم:



$$\alpha + 45^\circ + 60^\circ = 180^\circ \rightarrow \alpha = 75^\circ$$

۴۵- گزینهی «۱»

با توجه به زاویه‌ی بین جسم و آینه ( $\alpha$ ) زاویه‌ی بین تصویر و سطح افقی را تعیین می‌کنیم:

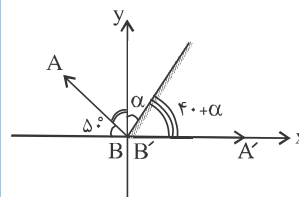


$$\hat{\alpha} = 180^\circ - 70^\circ \times 2 = 40^\circ$$

$$\hat{\alpha}' = 180^\circ - (110^\circ + \alpha) \rightarrow \hat{\alpha}' = 30^\circ$$

۴۶- گزینهی «۱»

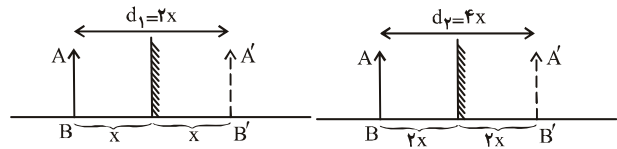
زاویه‌ی بین امتداد جسم و آینه، برابر زاویه‌ی بین امتداد تصویر و آینه است. با توجه به شکل داریم:



$$50^\circ + 40^\circ + \alpha + 40^\circ + \alpha = 180^\circ \rightarrow \alpha = 25^\circ$$

۵۲- گزینهی «۱»

اگر فاصله‌ی شی تا آینه‌ی تخت دو برابر شود، فاصله‌ی تصویرش تا آینه نیز دو برابر شده و فاصله‌ی جسم تا تصویرش نیز دو برابر می‌شود.



$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{4x}{2x} \rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 2$$

۵۳- گزینهی «۳»

وقتی جسم ۲۰ سانتی‌متر از آینه دور شود، تصویرش نیز ۲۰ سانتی‌متر به محل اولش از آینه دور می‌شود. برای جبران این ۲۰ سانتی‌متر لازم است آینه را به اندازه‌ی ۱۰ سانتی‌متر به جسم نزدیک کنیم، زیرا آینه به هر میزان که جابه‌جا شود، تصویر به اندازه‌ی دو برابر آن و در جهت آینه جابه‌جا خواهد شد.

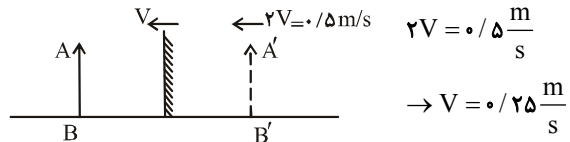
۵۴- گزینهی «۳»

به‌طور کلی اگر شخص به‌اندازه‌ی  $d$  جابه‌جا شود، تصویرش نیز به اندازه‌ی  $d$  در خلاف حرکت جسم جابه‌جا شده و اگر آینه به اندازه‌ی  $d'$  جابه‌جا شود، تصویر جسم به اندازه‌ی  $2d'$  در همان جهت حرکت آینه جابه‌جا می‌شود. حال اگر آینه و شخصی در دو سوی مخالف حرکت کرده و به هم نزدیک شوند، فاصله‌ی بین جسم و تصویرش به اندازه‌ی  $2d + 2d'$  کم می‌شود، ولی جابه‌جایی تصویر نسبت به وضع اول تصویر به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \frac{d=4\text{cm}}{d'=3\text{cm}} & \rightarrow \text{جابه‌جایی تصویر نسبت به وضع اول آن} \\ 2d' + d & = 2 \times 3 + 4 = 10\text{cm} \end{aligned}$$

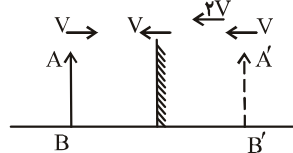
۵۵- گزینهی «۳»

به‌طور کلی اگر آینه‌ی تختی با سرعت  $V$  (در امتدادی عمود بر جسم) در یک سو حرکت کند، تصویر جسم با سرعت  $2V$  در همان جهت حرکت می‌کند. در این‌جا چون تصویر به شخص نزدیک می‌شود، آینه نیز به شخص نزدیک می‌شود.



۵۶- گزینهی «۳»

می‌دانیم که در آینه‌های تخت، اگر جسم با سرعت  $V$  حرکت کند، تصویرش نیز با سرعت  $V$  در خلاف حرکت جسم حرکت می‌کند. از طرفی اگر آینه با سرعت  $V$  حرکت کند تصویرش با سرعت  $2V$  به حرکت درآمده، لذا سرعت انتقال تصویر برآیند این دو سرعت یعنی  $3V$  خواهد بود.



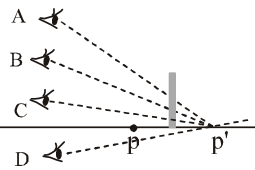
۵۷- گزینهی «۴»

به‌طور کلی اگر جسم با سرعت  $V$  و آینه با سرعت  $V'$  در دو سوی مخالف حرکت کرده و به هم نزدیک شوند، سرعت تصویر نسبت به جسم به‌صورت زیر خواهد بود، در این‌جا داریم:

$$\begin{aligned} V' &= 2 \frac{m}{s} \\ V &= 3 \frac{m}{s} \\ \text{سرعت تصویر نسبت به جسم} &= 2V + 2V' = 2 \times 3 + 2 \times 2 = 10 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

۵۸- گزینهی «۴»

تصویر  $P$  همان  $P'$  است که در پشت آینه تشکیل می‌شود و در میدان دید بیننده‌ی  $D$  قرار ندارد و برای او در آینه، قابل رؤیت نیست.

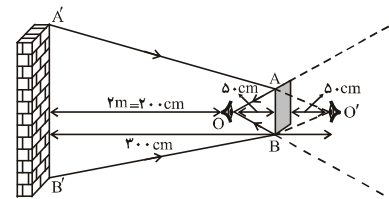


۵۹- گزینهی «۳»

به‌طور کلی اگر تصویر جسم، کل طول آینه را پر کند، طول آینه نصف طول جسم خواهد بود. در این‌جا چون طول جسم (قسمتی از بدن شخص) یک متر است، طول آینه نیم متر خواهد بود.

۶۰- گزینهی «۴»

در ابتدا با رسم پرتوهای تابش، تصویری از دیوار را که توسط شخص دیده می‌شود رسم می‌کنیم.



با تشابه دو مثلث  $O'A'B'$  و  $O'AB$  داریم:

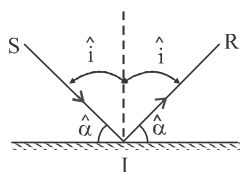
$$\begin{aligned} \frac{A'B'}{AB} &= \frac{300}{50} \rightarrow \frac{A'B'}{AB} = 6 \\ \frac{S'}{S} &= \left(\frac{A'B'}{AB}\right)^2 \\ \frac{S'}{100} &= 36 \rightarrow S' = 3600\text{cm}^2 \end{aligned}$$

$\rightarrow S' = 3600\text{cm}^2$

درصد پاسخ درست (۱۴٪)

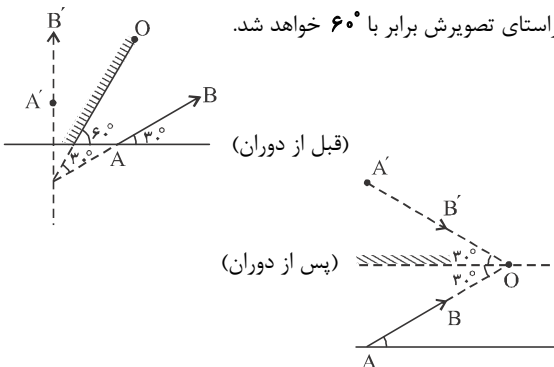
۶۱- گزینهی «۳»

با توجه به شکل مقابل و با توجه به این که زاویه‌ی بین پرتوهای تابش و بازتاب برابر  $2\hat{i}$  است، ابتدا زاویه‌ی تابش ( $\hat{i}$ ) را حساب می‌کنیم.



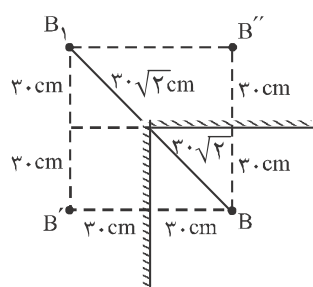
$$\begin{aligned} \hat{\alpha} &= 2 / 5(2\hat{i}) \Rightarrow \hat{\alpha} = 5\hat{i} \\ \hat{i} + \hat{\alpha} &= 90^\circ \Rightarrow \hat{i} + 5\hat{i} = 90^\circ \Rightarrow 6\hat{i} = 90^\circ \Rightarrow \hat{i} = 15^\circ \end{aligned}$$

با  $60^\circ = 2 \times 30^\circ$  می باشد. اگر آینه را به اندازه  $60^\circ$  به صورت ساعت گرد حول نقطه  $O$  دوران دهیم، باز هم زاویه بین راستای جسم و راستای آینه برابر با  $30^\circ$  و زاویه بین راستای جسم و راستای تصویرش برابر با  $60^\circ$  خواهد شد.



#### ۶۶- گزینهی «۲»

با توجه به شکل تصاویر ایجاد شده را می یابیم. با توجه به این که فاصله  $B$  تا هر یک از آینه ها  $30\text{cm}$  است. فاصله  $B'$  و  $B''$  نیز از آینه های مقابل آن  $30\text{cm}$  می باشد.

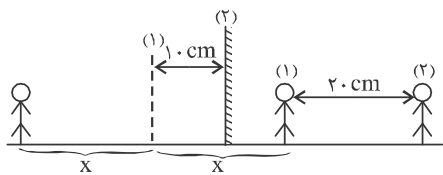


حال اگر دورترین تصویر از  $B$  را با  $B_1$  نمایش دهیم، فاصله  $BB_1$  به صورت زیر محاسبه می شود.

$$BB_1 = 30\sqrt{2} + 30\sqrt{2} = 60\sqrt{2}\text{cm}$$

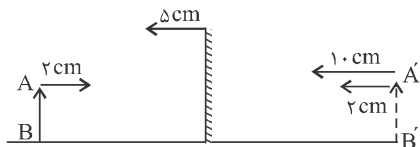
#### ۶۷- گزینهی «۴» درصد پاسخ درست (۳۰٪)

می دانیم که فاصله جسم تا آینهی تخت همواره برابر با فاصله تصویر تا آینه می باشد. بنابراین در صورتی که شخص ثابت بماند، اگر آینه  $10\text{cm}$  از شخص دور شود، تصویر شخص به اندازه  $20\text{cm} = 2 \times 10$  از او دور می شود. دقت کنید، جهت حرکت تصویر با جهت حرکت آینه یکسان است.



#### ۶۸- گزینهی «۱» درصد پاسخ درست (۳۱٪)

اگر جسم  $2\text{cm}$  به طرف راست حرکت کند، با توجه به برابر فاصله جسم و تصویر از آینه، تصویر  $2\text{cm}$  به طرف چپ جابه جا می شود و اگر آینه  $5\text{cm}$  به طرف چپ برود، تصویر آن  $10\text{cm} = 2 \times 5$  به طرف چپ می رود در نتیجه جسم در مجموع  $12\text{cm}$  به طرف چپ جابه جا می شود.

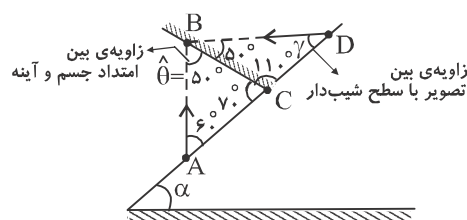


وقتی زاویه تابش را  $35^\circ$  درجه افزایش دهیم، در حالت جدید زاویه تابش برابر با  $50^\circ = 15^\circ + 35^\circ = \hat{I}'$  می شود، در نتیجه در این حالت زاویه بین پرتوی تابش و بازتاب برابر است با:

$$2\hat{I}' = 2 \times 50^\circ = 100^\circ$$

#### ۶۲- گزینهی «۲» درصد پاسخ درست (۱۴٪)

برای یافتن زاویه بین امتداد جسم و امتداد آینه هر دو را امتداد می دهیم تا یک دیگر را قطع کنند شکل حاصل مثلثی خواهد بود که زوایای داخل آن باید دارای مجموع  $180^\circ$  باشند. از طرفی می دانیم زاویه ای که جسم با آینهی تخت می سازد، برابر است با زاویه ای که تصویر با آینه می سازد. آن گاه تصویر را امتداد می دهیم تا سطح شیب دار را قطع کند و مجدداً زاویه ای آن را به دست می آوریم:



$$\Delta ABC: 60^\circ + 70^\circ + \hat{\theta} = 180^\circ \Rightarrow \hat{\theta} = 50^\circ$$

$$\Delta CBD: 50^\circ + 110^\circ + \hat{\gamma} = 180^\circ \Rightarrow \hat{\gamma} = 20^\circ$$

#### ۶۳- گزینهی «۲» درصد پاسخ درست (۵۰٪)

در آینه های تخت تصویر نسبت به محور قائم قرینه می شود که به این خاصیت وارونی جانبی می گویند. اگر به طور مستقیم به ساعت نگاه کنیم، شکل روبه رو را می بینیم که در این حالت ساعت  $8:10'$  است.



توجه کنید که در ساعت عقربه ای، مجموع زمانی که در آینه نشان داده می شود و زمانی که مستقیماً از روی ساعت خوانده می شود، برابر با  $12$  می باشد. (مگر آن که ساعت  $12$  باشد!)

#### ۶۴- گزینهی «۴» درصد پاسخ درست (۷٪)

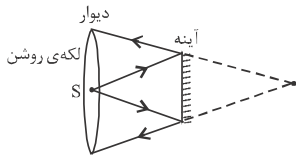
طبق ویژگی های آینهی تخت، تصویر و جسم نسبت به آینه تقارن دارند. اگر راستای تصویر بر راستای جسم عمود شود، باید زاویه بین راستای هر کدام و سطح آینه برابر با  $45^\circ$  باشد. در این صورت باید سطح آینه با افق زاویه ای برابر  $95^\circ = (45^\circ + 40^\circ)$  بسازد.

این زاویه ابتدا برابر با  $60^\circ$  است، پس باید آینه  $35^\circ = 95^\circ - 60^\circ$  در خلاف جهت عقربه های ساعت بچرخد.

#### ۶۵- گزینهی «۴» درصد پاسخ درست (۵٪)

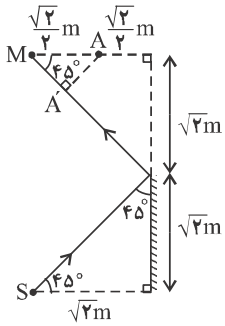
در حالت اول زاویه بین راستای جسم و راستای آینه برابر با  $30^\circ$  است و زاویه بین راستای جسم و راستای تصویرش برابر





۷۳- گزینهی «۴»  
همواره قطر لکه‌ی روشن دو برابر قطر آینه است.

درصد پاسخ درست (%)



۷۴- گزینهی «۲»  
با توجه به شکل زیر، اگر ناظر A در راستای پرتوی بازتاب از انتهای آینه قرار گیرد، می‌تواند نقطه‌ی نورانی S را ببیند، اما برای این که حداقل جابه‌جایی را داشته باشد، کوتاه‌ترین فاصله از نقطه‌ی A تا راستای پرتوی بازتاب، طی مسیری در راستای عمود بر پرتوی بازتاب است (مسیر AA').  
لذا داریم:  $\overline{AA'} = \overline{A'M}$

$$\cos 45^\circ = \frac{\overline{A'M}}{\overline{AM}} \Rightarrow \overline{A'M} = \overline{AM} \cos 45^\circ$$

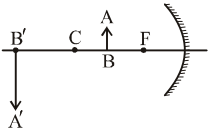
$$\Rightarrow \overline{A'M} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{2}{4} \Rightarrow \overline{AA'} = \overline{A'M} = \frac{1}{2} \text{ m}$$

۷۵- گزینهی «۱»

چون می‌خواهیم تصویر کوچک‌تر از جسم باشد، الزاماً تصویر حقیقی بوده و فاصله‌ی تصویر از آینه کمتر از فاصله‌ی جسم تا آینه بوده یعنی تصویر، جلوی جسم و بین جسم و آینه خواهد بود لذا  $P > 2f$  است.

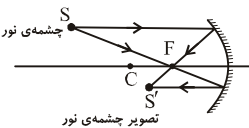
۷۶- گزینهی «۱»

چون تصویر حقیقی است پس جسم خارج فاصله‌ی کانونی قرار داشته و از آن‌جا که تصویر بزرگ‌تر از جسم است، تصویر دورتر از جسم نسبت به آینه قرار گرفته، یعنی جسم بین C و F قرار دارد.



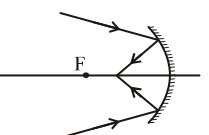
۷۷- گزینهی «۴»

چون دسته پرتوهای بازتاب همگرا هستند، تصویر حقیقی بوده و چون تصویر بین آینه و جسم تشکیل می‌شود، جسم خارج از فاصله‌ی 2f بوده یعنی  $P > 2f$  است.



۷۸- گزینهی «۳»

اگر پرتوهای تابش همگرا به آینه‌ی معقر بتابند، پرتوهای بازتاب همگرا بوده و بین کانون و رأس آینه جمع می‌شوند و تصویری حقیقی ایجاد می‌کند.



۷۹- گزینهی «۲»

هرگاه جسمی در مقابل یک آینه جابه‌جا شود، تصویرش پیوسته در خلاف جهت حرکت جسم، حرکت می‌کند.

۶۹- گزینهی «۱»

با توجه به شکل، دو عامل در حرکت تصویر موثرند، یکی حرکت جسم و دیگری حرکت آینه، لذا برآیند این عوامل را در نظر می‌گیریم. چون سرعت جسم  $20 \text{ cm/s}$  است سرعت تصویر نیز  $20 \text{ cm/s}$  (در خلاف جهت جسم) و چون سرعت آینه  $20 \text{ cm/s}$  است سرعت تصویر  $40 \text{ cm/s}$  (در همان جهت حرکت آینه) خواهد بود. لذا برای تعیین سرعت انتقال تصویر داریم:

$$2V' + V = 40 + 20 = 60 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

۷۰- گزینهی «۲»

اگر بخواهیم که تصویر ساکن بماند، باید آینه‌ی تخت با سرعتی به اندازه‌ی نصف سرعت جسم و در همان جهت حرکت جسم جابه‌جا شود. در این‌جا چون سرعت جسم  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است سرعت آینه  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و در همان جهت حرکت جسم خواهد بود و داریم:

$$2V' - v = 0 \Rightarrow 2V' - 2 = 0 \Rightarrow V' = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۷۱- گزینهی «۳»

چون فاصله‌ی جسم از آینه  $2 \text{ m}$  است، فاصله‌ی تصویر از آینه نیز  $2 \text{ m}$  و فاصله‌ی جسم از تصویرش  $4 \text{ m}$  است. اگر جسم به اندازه‌ی  $d$  و آینه به اندازه‌ی  $d'$  در دو سوی مخالف حرکت کرده و به هم نزدیک شوند، جابه‌جایی تصویر نسبت به جسم به صورت زیر خواهد بود.

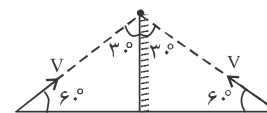
$$2d + 2d' = \frac{d=2 \text{ cm}}{d'=3 \text{ cm}} \Rightarrow \text{جابه‌جایی تصویر نسبت به جسم} = 2 \times 3 + 2 \times 3 = 12 \text{ cm} = 1/2 \text{ m}$$

یعنی فاصله‌ی جسم از تصویرش  $1/2 \text{ m}$  کاهش یافته لذا فاصله‌ی بین جسم و تصویرش در حالت جدید  $2/8 \text{ m}$  خواهد بود.

$$\text{فاصله‌ی جدید جسم از تصویرش} = 4 - 1/2 = 2/8 \text{ m}$$

۷۲- گزینهی «۲»

در این‌جا سرعت تصویر نیز  $V$  است و امتداد حرکت تصویر با سطح آینه زاویه‌ی  $30^\circ$  می‌سازد.



حال برای تعیین سرعت انتقال تصویر نسبت به شیء  $(V')$  داریم:

$$V' = 2V \cos 60^\circ \Rightarrow V' = 2V \times \frac{1}{2}$$

$$\rightarrow V' = V = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## ۸۰- گزینهی «۴»

تصویر همواره در خلاف جهت حرکت جسم حرکت می‌کند. چون در این جا جسم تغییر جهت نمی‌دهد، تصویرش نیز تغییر جهت نمی‌دهد.

## ۸۱- گزینهی «۴»

هنگامی که جسم در فاصله‌ی کانونی آینه‌ی مقعر قرار گیرد، تصویر مجازی‌اش، بزرگ‌تر از جسم و در پشت آینه تشکیل می‌شود. از طرفی می‌دانیم که در آینه‌ها، جسم و تصویرش در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، لذا اگر در اینجا جسم با سرعت  $V$  در فاصله‌ی کانونی به آینه نزدیک شود، تصویر مجازی‌اش با سرعت متوسطی بزرگ‌تر از  $V$  به آینه نزدیک می‌شود.

## ۸۲- گزینهی «۴»

منظور از تصویر وارونه آن است که تصویر حقیقی است و بنابراین محدوده‌ی مورد نظر نباید در فاصله‌ی کانونی آینه باشد. از طرف دیگر هر چه به طرف مرکز آینه پیش رویم، فاصله‌ی جسم و تصویر حقیقی کاهش می‌یابد، بنابراین جسم باید به مرکز نزدیک شود و محدوده‌ی مورد نظر شامل فاصله‌ی کانونی نباشد که تنها در گزینه‌ی «۴» این چنین است.

## ۸۳- گزینهی «۱»

برای حل چنین مسئله‌هایی، مکان تصویر را در دو لحظه‌ی شروع حرکت و پایان حرکت جسم، تعیین می‌کنیم. در این جا جسم از فاصله‌ی بسیار دور (بی‌نهایت) تا مرکز آینه ( $C$ ) جابه‌جا شده لذا تصویرش از کانون ( $p_1 = \infty \rightarrow q_1 = f$ ) تا مرکز ( $p_2 = r \rightarrow q_2 = r$ ) آینه جابه‌جا می‌شود.

## ۸۴- گزینهی «۳»

هنگامی که جابه‌جایی تصویر کوچک‌تر از جابه‌جایی جسم باشد، بزرگی تصویر نیز کوچک‌تر از جسم بوده، از این رو همواره  $p > q$  خواهد بود، یعنی اگر جسم در فاصله‌های دورتر از مرکز آینه جابه‌جا شود، تصویرش همواره کوچک‌تر از جسم، لذا جابه‌جایی و سرعت تصویر کوچک‌تر از جابه‌جایی و سرعت جسم خواهد بود.

## ۸۵- گزینهی «۲»

با توجه به شکل داده شده در سؤال، چون تصویر نسبت به جسم مستقیم است، تصویر مجازی است و برای تعیین شعاع آینه داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \begin{matrix} p=10\text{cm} \\ q=-20\text{cm} \end{matrix} \rightarrow \frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 20\text{cm}$$

$$\frac{r=2f}{r} \rightarrow r = 2 \times 20 \rightarrow r = 40\text{cm}$$

## ۸۶- گزینهی «۲»

چون جسم در فاصله‌ی کانونی آینه قرار گرفته ( $p < f$ )، تصویری مجازی تشکیل می‌شود. برای تعیین فاصله‌ی تصویر از آینه داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \begin{matrix} p=8\text{cm} \\ f=12\text{cm} \end{matrix} \rightarrow \frac{1}{8} + \frac{1}{q} = \frac{1}{12} \rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{12} - \frac{1}{8}$$

$$\rightarrow q = -24\text{cm}$$

(توجه علامت منفی این است که تصویر مجازی است)

## ۸۷- گزینهی «۲»

در این جا چون شعاع آینه و فاصله‌ی جسم از آینه معلوم است، برای پیدا کردن محل تصویر داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \begin{matrix} f=R/2=15\text{cm} \\ p=20\text{cm} \end{matrix} \rightarrow \frac{1}{20} + \frac{1}{q} = \frac{1}{15}$$

$$\rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{15} - \frac{1}{20} \rightarrow q = 60\text{cm}$$

چون  $q > 0$  است، تصویر حقیقی است.

## ۸۸- گزینهی «۳»

چون تصویر بر روی دیوار تشکیل شده، فاصله‌ی بین دیوار و آینه برابر  $q$  است و نوع تصویر حقیقی است، لذا داریم:

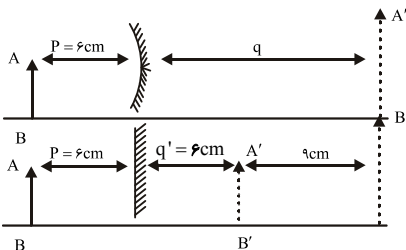
$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} \quad \begin{matrix} m=5 \\ q=15\text{m} \end{matrix} \rightarrow 5 = \frac{15}{p} \rightarrow p = 3\text{m}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{3} + \frac{1}{15} = \frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{15}{6}\text{m} \quad r=2f$$

$$r = 2 \times \frac{15}{6} \rightarrow r = 5\text{m}$$

## ۸۹- گزینهی «۴»

با رسم شکل در هر دو حالت داریم:

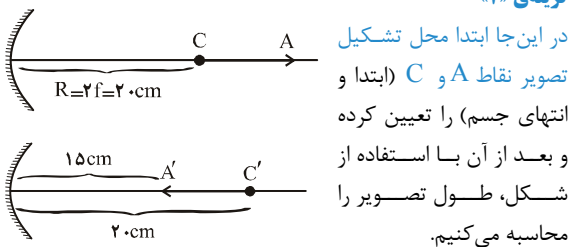


با توجه به شکل، بدیهی است که  $q = 6 + 9 = 15\text{cm}$  است. حال داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \begin{matrix} p=6\text{cm} \\ q=15\text{cm} \end{matrix} \rightarrow \frac{1}{6} + \frac{1}{15} = \frac{1}{f}$$

$$\rightarrow f = 10\text{cm} \quad r=2f \rightarrow r = 20\text{cm}$$

## ۹۰- گزینهی «۲»



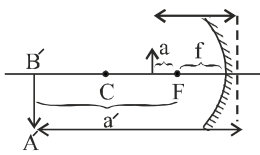
در این جا ابتدا محل تشکیل تصویر نقاط  $A$  و  $C$  (ابتدا و انتهای جسم) را تعیین کرده و بعد از آن با استفاده از شکل، طول تصویر را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{برای نقطه‌ی } A: \frac{1}{P_A} + \frac{1}{q_A} = \frac{1}{f} \quad \begin{matrix} P_A=30\text{cm} \\ f=10\text{cm} \end{matrix} \rightarrow$$

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{q_A} = \frac{1}{10} \rightarrow q_A = 15\text{cm}$$

$$\text{برای نقطه‌ی } C: p_C = r \rightarrow q_C = r = 20\text{cm}$$

$$A'C' = 20 - 15 = 5\text{cm}$$



گزینه ۱ - ۹۶

اگر فاصله جسم تا کانون را  $a$  و فاصله تصویر تا کانون را  $a'$  در نظر بگیریم، با توجه به شکل داریم:

$$\begin{cases} a = p - f \rightarrow p = a + f \\ a' = q - f \rightarrow q = a' + f \end{cases}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{a+f} + \frac{1}{a'+f} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{a+a'+2f}{(a+f)(a'+f)} = \frac{1}{f} \rightarrow$$

$$af + a'f + 2f^2 = aa' + af + a'f + f^2 \rightarrow aa' = f^2$$

گزینه ۲ - ۹۷

در این جا فاصله جسم از کانون آینه ( $a$ ) و نیز فاصله تصویر از کانون آینه ( $a'$ ) معلوم است، لذا با استفاده از رابطه نیوتون در آینه های کروی، به صورت زیر عمل می کنیم:

$$aa' = f^2 \xrightarrow{\substack{a=1\text{cm} \\ a'=9\text{cm}}} 1 \times 9 = f^2 \rightarrow f = 3\text{cm}$$

$$\xrightarrow{r=2f} r = 6\text{cm}$$

گزینه ۲ - ۹۸

هنگامی که جسم بر روی  $C$  (مرکز آینه) قرار می گیرد، تصویر حقیقی اش نیز بر روی  $C$  (همان نقطه) تشکیل شده که در این حالت فاصله جسم تا تصویر حقیقی اش کمترین مقدار یعنی صفر خواهد بود.

$$p = 2f \rightarrow q = 2f, \quad d_{\min} = 0$$

گزینه ۱ - ۹۹

چون تصویر روی پرده تشکیل شده است، حقیقی است و تصویر حقیقی و بزرگ تر از جسم در آینهی مقعر ایجاد می شود، بنابراین داریم:

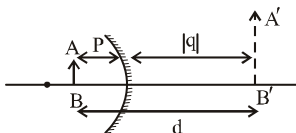
$$m = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow m = \frac{4}{2} = 2, \quad m = \frac{q}{p} \Rightarrow q = 2p$$

$$q - p = 30\text{cm} \Rightarrow 2p - p = 30\text{cm}$$

$$\Rightarrow q = 60\text{cm}, \quad p = 30\text{cm}$$

گزینه ۳ - ۱۰۰

روش اول: در این جا تصویر مجازی بوده، یعنی جسم و تصویرش در دو طرف آینه قرار دارند، لذا با معلوم بودن فاصله جسم از تصویرش و نیز بزرگنمایی آینه به صورت زیر عمل می کنیم:



$$\begin{cases} d = p + |q| = 40\text{cm} \\ m = \frac{|q|}{p} = 3 \end{cases} \xrightarrow{\text{تصویر مجازی}} \begin{cases} p = 10\text{cm} \\ q = -30\text{cm} \end{cases}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \xrightarrow{p=10\text{cm}, q=-30\text{cm}} \frac{1}{10} - \frac{1}{30} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 15\text{cm}$$

گزینه ۱ - ۹۱

فاصله جسم تا آینه دو برابر فاصله کانونی است، یعنی جسم روی  $C$  قرار دارد، لذا تصویر حقیقی و هم اندازه ی جسم، روی  $C$  و وارونه تشکیل می شود.

$$p = r \rightarrow q = r$$

$$m = 1$$

گزینه ۲ - ۹۲

روش اول: در این جا رابطه ی بین  $p$  و  $f$  داده شده، لذا برای تعیین بزرگنمایی آینه به صورت زیر عمل می کنیم:

$$m = \frac{f}{p-f} \xrightarrow{p=3f} m = \frac{f}{3f-f} \rightarrow m = \frac{1}{2}$$

روش دوم: اگر نسبت  $\frac{P}{f}$  را  $n$  بنامیم، آن گاه بزرگنمایی آینه ی کروی مقعر به صورت زیر است:

$$m = \frac{1}{n-1} \xrightarrow{n=\frac{p}{f}=3} m = \frac{1}{3-1} \rightarrow m = \frac{1}{2}$$

گزینه ۴ - ۹۳

چون فاصله کانونی  $f$  و بزرگنمایی  $m$  معلوم و مقدار  $p$  مطلوب است، از رابطه ی زیر استفاده می کنیم.

$$m = \frac{f}{p-f} \xrightarrow{m=2, f=60\text{cm}} 2 = \frac{60}{p-60} \Rightarrow p = 90\text{cm}$$

گزینه ۴ - ۹۴

در این جا فاصله جسم تا کانون آینه داده شده، لذا از رابطه های نیوتون در آینه های کروی به صورت زیر استفاده می کنیم. ( $a$  فاصله جسم از کانون است.)

$$f = ma \xrightarrow{m=2, a=30\text{cm}} f = 2 \times 30 = 60\text{cm}$$

$$\xrightarrow{r=2f} r = 120\text{cm}$$

گزینه ۴ - ۹۵

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} = 2 \Rightarrow q = 2p$$

چون آینه مقعر و تصویر بزرگ تر از جسم است، بنابراین تصویر می تواند حقیقی یا مجازی باشد. داریم:

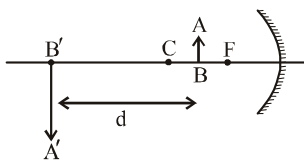
$$\text{تصویر حقیقی، حالت اول} \Rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{2p} = \frac{1}{f}$$

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

$$\text{تصویر مجازی، حالت دوم} \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{2p} = \frac{1}{f}$$

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

## ۱-۱۰۵ - گزینه‌ی «۲»



روش اول: در این جا تصویر حقیقی بوده و با توجه به بزرگ‌نمایی داده شده،  $q > p$  است. با توجه به معلوم بودن فاصله‌ی جسم از تصویرش ( $d$ ) و نیز بزرگ‌نمایی  $m$ ، داریم:

$$\begin{cases} d = q - p = 60 \text{ cm} \\ m = \frac{q}{p} = 3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p = 30 \text{ cm} \\ q = 90 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{30} + \frac{1}{90} = \frac{1}{f}$$

$$\rightarrow f = \frac{45}{2} \text{ cm} \quad r = 2f \rightarrow r = 45 \text{ cm}$$

روش دوم: با معلوم بودن فاصله‌ی جسم از تصویرش ( $d$ ) و نیز بزرگ‌نمایی خطی آینه ( $m$ )، برای تعیین  $f$  و در نهایت  $R$  می‌توان نوشت:

$$f = \left| \frac{md}{m^2 - 1} \right| \quad \frac{m=3}{d=60 \text{ cm}} \rightarrow f = \frac{3 \times 60}{9 - 1} \rightarrow f = \frac{45}{2} \text{ cm}$$

$$\frac{r=2f}{\rightarrow r = 45 \text{ cm}}$$

## ۱-۱۰۶ - گزینه‌ی «۱»

با توجه به بزرگ‌نمایی در هر حالت، فاصله‌ی جسم را بر حسب فاصله‌ی کانونی تعیین می‌کنیم:

$$m = \frac{f}{p-f} \quad m_1=2 \rightarrow 2 = \frac{f}{p_1-f}$$

$$\rightarrow 2p_1 = 3f \rightarrow p_1 = \frac{3f}{2}$$

$$m = \frac{f}{p-f} \quad m_2=\frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{f}{p_2-f} \rightarrow p_2 = 3f$$

تغییر فاصله‌ی جسم از آینه ( $\Delta p$ ) برابر است با:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 3f - \frac{3f}{2} = \frac{3}{2}f$$

روش دوم:

$$\Delta p = \left| \frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right| f \quad \frac{m_1=2}{m_2=\frac{1}{2}} \rightarrow \Delta p = \left| \frac{1}{2} - 2 \right| f$$

$$\rightarrow \Delta p = \frac{3}{2}f$$

## ۱-۱۰۷ - گزینه‌ی «۲»

روش اول: هرگاه فاصله‌ی یک جسم تا آینه‌ی مقعر،  $n$  برابر فاصله‌ی کانونی باشد، بزرگ‌نمایی از رابطه‌ی  $M = \frac{1}{n-1}$  به دست می‌آید.

روش دوم: با معلوم بودن  $d$  (فاصله‌ی جسم از تصویرش) و بزرگ‌نمایی  $m$ ، داریم:

$$f = \left| \frac{md}{m^2 - 1} \right| \quad \frac{m=3}{d=40} \rightarrow f = \frac{3 \times 40}{9 - 1} \rightarrow f = 15 \text{ cm}$$

## ۱-۱۰۱ - گزینه‌ی «۱»

چون در آینه‌ی مقعر جسم و تصویر در طرفین آینه قرار دارند پس تصویر حتماً مجازی است و تصویر مجازی در آینه‌ی مقعر حتماً بزرگ‌تر از جسم است، پس فقط گزینه‌ی «۱» صحیح است و نیازی به حل مسأله نیست.

## ۱-۱۰۲ - گزینه‌ی «۳»

برای حل این تست دو حالت را می‌توان در نظر گرفت:

۱- تصویر حقیقی است. در آینه‌ها فاصله‌ی جسم از تصویر حقیقی‌اش برابر  $|p-q|$  می‌باشد، بنابراین داریم:

$$\begin{cases} m = \frac{q}{p} \rightarrow q = 5p \\ |p-q| = 96 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p = 24 \\ q = 120 \end{cases} \rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\rightarrow \frac{1}{24} + \frac{1}{120} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 20 \rightarrow r = 40 \text{ cm}$$

۲- تصویر مجازی است. در آینه‌ها فاصله‌ی جسم از تصویر مجازی آن برابر است با  $p+q$ ، برای تعیین شعاع داریم:

$$\begin{cases} m = \frac{q}{p} \rightarrow q = 5p \\ |p+q| = 96 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p = 16 \\ q = 80 \end{cases} \rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\rightarrow \frac{1}{16} - \frac{1}{80} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 20 \rightarrow r = 40 \text{ cm}$$

می‌بینیم جواب در هر دو حالت یکسان است.

## ۱-۱۰۳ - گزینه‌ی «۱»

رابطه‌ی بین بزرگ‌نمایی، فاصله‌ی جسم تا تصویر و فاصله‌ی کانونی به صورت مقابل است:

$$f = \frac{md}{|m^2 - 1|} \quad \frac{m=\frac{1}{2}}{d=15 \text{ cm}} \rightarrow f = \frac{\frac{1}{2} \times 15}{|\frac{1}{4} - 1|} = 10 \text{ cm}$$

## ۱-۱۰۴ - گزینه‌ی «۳»

تصویر حقیقی در همان طرف جسم تشکیل شده لذا فاصله‌ی تصویر از جسم ( $D$ ) به صورت زیر است:

$$m = \frac{q}{p} = \frac{1}{2} \Rightarrow p = 2q$$

$$D = p - q = 30 \text{ cm} \Rightarrow 2q - q = 30 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow q = 30 \text{ cm}, p = 60 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{60} + \frac{1}{30} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow f = 20 \text{ cm} \Rightarrow r = 2f = 40 \text{ cm}$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 \xrightarrow{p_2 = \frac{\Delta f}{3}, p_1 = \frac{4}{3}f} \Delta p = \frac{\Delta f}{3} f - \frac{4}{3} f \xrightarrow{\Delta p = \Delta cm} \rightarrow$$

$$\Delta = \frac{1}{3} f \rightarrow f = 15 cm$$

روش دوم:

$$m_1 = \frac{f}{p_1 - f} \xrightarrow{m_1 = 3} 3 = \frac{f}{p_1 - f} \rightarrow p_1 - f = \frac{1}{3} f$$

$$\rightarrow p_1 = \frac{4}{3} f$$

$$m_2 = \frac{f}{p_2 - f} \xrightarrow{m_2 = \frac{2}{3}} \frac{2}{3} = \frac{f}{p_2 - f} \rightarrow p_2 - f = \frac{3}{2} f$$

$$\rightarrow p_2 = \frac{5}{2} f$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 \xrightarrow{p_2 = \frac{5}{2}f, p_1 = \frac{4}{3}f} \Delta p = \frac{5}{2} f - \frac{4}{3} f \xrightarrow{\Delta p = \Delta cm} \rightarrow$$

$$\Delta = \frac{1}{3} f \rightarrow f = 15 cm$$

روش سوم:

$$\Delta p = \left| \frac{1}{m_2} - \frac{1}{m_1} \right| f \xrightarrow{m_2 = \frac{2}{3}, m_1 = 3, \Delta p = \Delta cm} \Delta = \left| \frac{1}{\frac{2}{3}} - \frac{1}{3} \right| f$$

$$\rightarrow f = 15 cm$$

#### ۱۱۰- گزینهی «۱»

در هر بار، فاصله‌ی جسم تا آینه را برحسب فاصله‌ی کانونی آینه تعیین می‌کنیم، سپس با استفاده از معلوم بودن جابه‌جایی جسم بین دو وضعیت، فاصله‌ی کانونی را به‌صورت زیر محاسبه می‌نماییم. (دقت کنید که در هر دو حالت تصویر حقیقی است. چرا؟)

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 = \frac{q_1}{p_1} \xrightarrow{m_1 = 2} 2 = \frac{q_1}{p_1} \rightarrow q_1 = 2p_1 \\ \frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \xrightarrow{q_1 = 2p_1} \frac{1}{p_1} + \frac{1}{2p_1} = \frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{3}{2p_1} = \frac{1}{f} \rightarrow p_1 = \frac{3}{2} f \end{array} \right. \quad \text{روش اول:}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_2 = \frac{q_2}{p_2} \xrightarrow{m_2 = 4} 4 = \frac{q_2}{p_2} \rightarrow q_2 = 4p_2 \\ \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \xrightarrow{q_2 = 4p_2} \frac{1}{p_2} + \frac{1}{4p_2} = \frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{5}{4p_2} = \frac{1}{f} \rightarrow p_2 = \frac{5}{4} f \end{array} \right.$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 \xrightarrow{p_1 = \frac{3}{2}f, p_2 = \frac{5}{4}f} \Delta p = \frac{3}{2} f - \frac{5}{4} f \xrightarrow{\Delta p = 2cm} \rightarrow$$

$$m_1 = \frac{1}{3} = \frac{1}{n-1} \rightarrow n = 4 \rightarrow P_1 = 4f$$

$$m_2 = \frac{2}{3} = \frac{1}{n-1} \rightarrow n = \frac{5}{2} \rightarrow P_2 = \frac{5}{2} f$$

$$\Rightarrow \Delta P = 4f - \frac{5}{2} f = \frac{3}{2} f = 15 \Rightarrow f = 10 cm$$

$$m_1 = \frac{f}{P_1 - f} = \frac{1}{3} \Rightarrow P_1 = 4f$$

$$m_2 = \frac{f}{P_2 - f} = \frac{2}{3} \Rightarrow P_2 = \frac{5}{2} f$$

$$\Rightarrow \Delta P = 4f - \frac{5}{2} f = \frac{3}{2} f = 15 \rightarrow f = 10 cm$$

روش دوم:

روش سوم:

$$\Delta p = \left| \frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right| f \xrightarrow{m_1 = \frac{1}{3}, m_2 = \frac{2}{3}, \Delta p = 15 cm} 15 = \left| 3 - \frac{3}{2} \right| f \rightarrow$$

$$f = 10 cm$$

#### ۱۰۸- گزینهی «۴»

در حالت اول فاصله‌ی جسم از آینه‌ی مقعر برابر  $P_1 = \frac{f}{2}$  و در حالت

دوم برابر  $P_2 = \frac{f}{4}$  است. در نتیجه با استفاده از رابطه‌ی

$m = \frac{f}{f - P}$  بزرگ‌نمایی در حالت‌های اول و دوم برابر  $m_1 = 2$  و

$m_2 = \frac{4}{3}$  است و تصویر مجازی در فاصله‌ی  $q_1 = f$  و  $q_2 = \frac{4}{3} f$  از

آینه قرار دارد و بنابراین تصویر به اندازه‌ی  $\frac{2f}{3}$  به آینه نزدیک شده

است.

#### ۱۰۹- گزینهی «۲»

در هر بار، فاصله‌ی جسم تا آینه را برحسب فاصله‌ی کانونی آینه تعیین کرده، سپس با استفاده از معلوم بودن جابه‌جایی جسم بین دو وضعیت، فاصله‌ی کانونی را به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم. (در هر دو حالت تصویر حقیقی است.)

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 = \frac{q_1}{p_1} \xrightarrow{m_1 = 3} 3 = \frac{q_1}{p_1} \rightarrow q_1 = 3p_1 \\ \frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \xrightarrow{q_1 = 3p_1} \frac{1}{p_1} + \frac{1}{3p_1} = \frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{4}{3p_1} = \frac{1}{f} \rightarrow p_1 = \frac{4}{3} f \end{array} \right. \quad \text{روش اول:}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_2 = \frac{q_2}{p_2} \xrightarrow{m_2 = \frac{3}{2}, m_1 = \frac{3}{2}} \frac{3}{2} = \frac{q_2}{p_2} \rightarrow q_2 = \frac{3}{2} p_2 \\ \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \xrightarrow{q_2 = \frac{3}{2} p_2} \frac{1}{p_2} + \frac{1}{\frac{3}{2} p_2} = \frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{5}{3p_2} = \frac{1}{f} \rightarrow p_2 = \frac{5}{3} f \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 = \frac{q_1}{p_1} \xrightarrow{m_1 = 3} 3 = \frac{q_1}{p_1} \rightarrow q_1 = 3p_1 \\ \frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \xrightarrow{q_1 = 3p_1} \frac{1}{p_1} + \frac{1}{3p_1} = \frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{4}{3p_1} = \frac{1}{f} \rightarrow p_1 = \frac{4}{3} f \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_2 = \frac{q_2}{p_2} \xrightarrow{m_2 = \frac{3}{2}, m_1 = \frac{3}{2}} \frac{3}{2} = \frac{q_2}{p_2} \rightarrow q_2 = \frac{3}{2} p_2 \\ \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \xrightarrow{q_2 = \frac{3}{2} p_2} \frac{1}{p_2} + \frac{1}{\frac{3}{2} p_2} = \frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{5}{3p_2} = \frac{1}{f} \rightarrow p_2 = \frac{5}{3} f \end{array} \right.$$

$$p_1 - 12 = 2 \rightarrow p_1 = 14 \text{ cm}$$

$$m_2 = \frac{f}{f - p_2} \xrightarrow{m_2=6} 6 = \frac{12}{12 - p_2} \rightarrow$$

$$12 - p_2 = 2 \rightarrow p_2 = 10 \text{ cm}$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 \xrightarrow{p_1=14 \text{ cm}} \Delta p = 14 - 10 \rightarrow \Delta p = 4 \text{ cm}$$

روش سوم: چون در این جا یکی از تصاویر حقیقی و دیگری مجازی است برای تعیین  $\Delta p$  داریم:

$$\Delta p = \left| \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right| f \xrightarrow{m_1=m_2=6} \Delta p = \left| \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \right| \times 12$$

$$\rightarrow \Delta p = 4 \text{ cm}$$

روش چهارم: به طور کلی اگر با جابه‌جایی جسم به اندازه‌ی  $(\Delta)$  بین دو نقطه، بزرگ‌نمایی خطی ( $m$ ) آینه در هر دو حالت یکسان باشد، شعاع آینه به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$r = m \cdot \Delta p \xrightarrow{r=24 \text{ cm}} 24 = 6 \Delta p \rightarrow \Delta p = 4 \text{ cm}$$

#### ۱۱۲ - گزینه‌ی «ا»

اگر فاصله‌ی تصویر از آینه را با  $q$  نمایش دهیم در هر دو بار فاصله‌ی تصویر از آینه یکسان بوده، به گونه‌ای که یکی از تصاویر حقیقی و دیگری مجازی است. لذا داریم:

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \xrightarrow{p_1=20 \text{ cm}} \frac{1}{20} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \xrightarrow{p_2=5 \text{ cm}} \frac{1}{5} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\rightarrow \frac{1}{20} + \frac{1}{q} = \frac{1}{5} - \frac{1}{q} \rightarrow \frac{2}{q} = \frac{1}{5} - \frac{1}{20}$$

$$\rightarrow \frac{2}{q} = \frac{3}{20} \rightarrow q = \frac{40}{3} \text{ cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \xrightarrow{p=20 \text{ cm}} \frac{1}{20} + \frac{1}{\frac{40}{3}} = \frac{1}{f} \rightarrow$$

$$\frac{1}{20} + \frac{3}{40} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{5}{40} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

#### ۱۱۳ - گزینه‌ی «ف»

در هر بار، فاصله‌ی جسم از آینه را بر حسب فاصله‌ی کانونی آینه، به صورت زیر می‌یابیم:

$$m = \frac{f}{p-f} \xrightarrow{m_1=2} 2 = \frac{f}{p_1-f} \Rightarrow p_1 = \frac{3}{2}f$$

$$1 = \frac{f}{p_2-f} \Rightarrow p_2 = 2f$$

حال با توجه به جابه‌جایی جسم داریم:

$$\Delta p = 2f - \frac{3}{2}f = \frac{1}{2}f \xrightarrow{\Delta p=5 \text{ cm}} 5 = \frac{1}{2}f$$

$$\Rightarrow f = 10 \text{ cm} \xrightarrow{r=2f} r = 20 \text{ cm}$$

$$2 = \frac{1}{4}f \rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

روش دوم:

$$m_1 = \frac{f}{p_1-f} \xrightarrow{m_1=2} 2 = \frac{f}{p_1-f} \rightarrow p_1 - f = \frac{1}{2}f$$

$$\rightarrow p_1 = \frac{3}{2}f$$

$$m_2 = \frac{f}{p_2-f} \xrightarrow{m_2=4} 4 = \frac{f}{p_2-f} \rightarrow p_2 - f = \frac{1}{4}f$$

$$\rightarrow p_2 = \frac{5}{4}f$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 \xrightarrow{p_1=\frac{3}{2}f} \Delta p = \frac{3}{2}f - \frac{5}{4}f$$

$$\xrightarrow{\Delta p=2 \text{ cm}} 2 = \frac{1}{4}f \rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

روش سوم:

$$\Delta p = \left( \frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right) f \xrightarrow{\Delta p=2 \text{ cm}} 2 = \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) f$$

$$\rightarrow f = 8 \text{ cm}$$

#### ۱۱۱ - گزینه‌ی «ا»

روش اول: در ابتدا با توجه به بزرگ‌نمایی آینه، در هر حالت  $p$  محاسبه می‌کنیم. دقت کنید که چون در هر دو حالت بزرگ‌نمایی یکسان است، یکی از تصاویر حقیقی و دیگری مجازی خواهد بود:

$$\text{حالت اول (تصویر حقیقی)} \begin{cases} m_1 = \frac{q_1}{p_1} = 6 \rightarrow q_1 = 6p_1 \end{cases}$$

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \xrightarrow{f=\frac{R}{2}=\frac{24}{2}=12 \text{ cm}} \frac{1}{p_1} + \frac{1}{6p_1} = \frac{1}{12}$$

$$\rightarrow \frac{7}{6p_1} = \frac{1}{12} \rightarrow p_1 = 14 \text{ cm}$$

$$\text{حالت دوم (تصویر مجازی)} \begin{cases} m_2 = \frac{|q_2|}{p_2} = 6 \rightarrow q_2 = -6p_2 \end{cases}$$

$$\frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \xrightarrow{f=\frac{R}{2}=\frac{24}{2}=12 \text{ cm}} \frac{1}{p_2} - \frac{1}{6p_2} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{5}{6p_2} = \frac{1}{12} \rightarrow p_2 = 10 \text{ cm}$$

و برای تعیین جابه‌جایی جسم ( $\Delta p$ ) بین این دو وضعیت داریم:

$$\Delta p = p_1 - p_2 \xrightarrow{p_1=14 \text{ cm}} \Delta p = 14 - 10 \rightarrow \Delta p = 4 \text{ cm}$$

روش دوم: در این جا چون بزرگ‌نمایی در هر دو حالت یکسان است، یکی از تصاویر حقیقی و دیگری مجازی است. لذا به صورت زیر در هر حالت  $p$  را تعیین کرده و بعد از آن جابه‌جایی جسم را می‌یابیم:

$$m_1 = \frac{f}{p_1-f} \xrightarrow{m_1=6} 6 = \frac{12}{p_1-12} \rightarrow$$

روش دوم:

$$\Delta p = \left| \frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right| f \xrightarrow{m_1=2, m_2=1, \Delta p=5\text{cm}}$$

$$5 = \left| 1 - \frac{1}{2} \right| f \Rightarrow f = 10\text{cm} \rightarrow r = 20\text{cm}$$

## -۱۱۴ گزینهی «۳»

وقتی که جای جسم و تصویر حقیقی‌اش عوض شود، (نقاط مزدوج) بزرگ‌نمایی عکس می‌شود.

## -۱۱۵ گزینهی «۴»

فاصله‌ی جسم تا تصویر حقیقی‌اش در آینه‌ی مقعر برابر اختلاف  $p$  و  $q$  است. از طرفی، اگر جسم را به محل این تصویر منتقل کنیم، طبق ویژگی مربوط به نقاط مزدوج، تصویر نیز به محل جسم منتقل می‌شود و بزرگ‌نمایی برابر نسبت  $q$  به  $p$  است، اکنون مسئله را در حالت دوم حل می‌کنیم، با توجه به این که تصویر نسبت به حالت قبل ۴ برابر شده است، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} q - p = 30\text{cm} \\ \frac{q}{p} = 4 \left( \frac{p}{q} \right) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p = 30\text{cm} \\ q = 60\text{cm} \end{cases}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 20\text{cm}$$

## -۱۱۶ گزینهی «۱»

$$\text{در حالت اول } m = 2 \Rightarrow q = 2p, \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2p} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{2p}{3} \quad (1)$$

$$\text{در حالت دوم } p' = q' \Rightarrow m' = 1 \Rightarrow \frac{1}{p+3} + \frac{1}{p+3} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow f = \frac{p+3}{2} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2)/(1)} \frac{2p}{3} = \frac{p+3}{2} \Rightarrow 4p = 3p+9$$

$$\Rightarrow p = 9 \Rightarrow f = \frac{12}{2} = 6\text{cm}$$

روش دوم:

$$\Delta p = \left| \frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right| f \xrightarrow{m_1=2, m_2=1, \Delta p=3\text{cm}}$$

$$3 = \left| \frac{1}{2} - 1 \right| f$$

$$\rightarrow f = 6\text{cm}$$

## -۱۱۷ گزینهی «۳»

با نصف شدن سطح آینه، شعاع و فاصله‌ی کانونی آینه تغییر نمی‌کند.

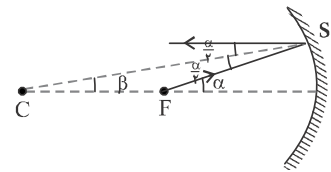
## -۱۱۸ گزینهی «۳»

به‌طور کلی تصویر مجازی نسبت به شیء حقیقی مستقیم است و در آینه‌ی مقعر تصویر مجازی بزرگ‌تر از شیء است.

## -۱۱۹ گزینهی «۲»

درصد پاسخ درست (۱۵٪)

می‌دانیم پرتویی که از مرکز آینه‌ی مقعر گذشته و به سطح آن برخورد می‌کند، بر سطح آینه عمود است و بر روی خودش بازتاب می‌شود. از طرفی می‌دانیم اگر پرتویی از کانون آینه‌ی مقعر گذشته و به سطح آینه برسد، موازی با محور اصلی بازتاب می‌شود. از طرفی با توجه به برابری زاویه‌ی تابش و بازتاب و این نکته که مجموع دو زاویه‌ی تابش و بازتاب باید برابر با زاویه‌ی  $\alpha$  شود، زاویه‌ی  $\hat{S}$  در مثلث  $\hat{FSC}$  برابر با  $\frac{\alpha}{2}$  خواهد شد. با توجه به این که در هر مثلث، اندازه‌ی زاویه‌ی خارجی با مجموع دو زاویه‌ی داخلی غیرمجاور برابر است، می‌توان نوشت:

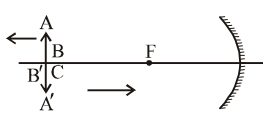


$$\hat{\alpha} = \hat{\beta} + \frac{\hat{\alpha}}{2} \Rightarrow \hat{\beta} = \frac{\hat{\alpha}}{2} \Rightarrow \hat{\alpha} = 2\hat{\beta} \Rightarrow \hat{\alpha} = 2 \times 4 = 8^\circ$$

دقت کنید با توجه به نتایج بالا، مثلث  $\hat{FSC}$  متساوی‌الساقین است.

## -۱۲۰ گزینهی «۳»

هنگامی که جسم روی مرکز آینه قرار گرفته، تصویرش نیز روی مرکز آینه بوده و هنگامی که جسم از آینه دور می‌شود، تصویرش به آینه نزدیک شده و هنگامی که جسم در فاصله‌ی خیلی دور (بی‌نهایت) قرار می‌گیرد، تصویرش روی کانون آینه خواهد بود.



از طرفی می‌دانیم که هر چقدر تصویر به کانون آینه نزدیک‌تر شود، کوچک‌تر خواهد شد.

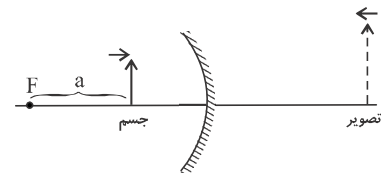
درصد پاسخ درست (۳۱٪)

## -۱۲۱ گزینهی «۱»

چون جسم در فاصله‌ی کانونی آینه‌ی مقعر قرار دارد، تصویر آن مجازی و در پشت آینه تشکیل می‌شود. از طرف دیگر در آینه‌ها همواره جسم و تصویر در خلاف جهت یکدیگر حرکت می‌کنند، بنابراین وقتی جسم از کانون دور و به آینه نزدیک می‌شود، تصویر نیز

به آینه نزدیک خواهد شد. در ضمن طبق رابطه‌ی  $a) m = \frac{f}{a}$

فاصله‌ی جسم از کانون (است.) با دور شدن جسم از کانون و افزایش مقدار  $a$ ، بزرگ‌نمایی ( $m$ ) کاهش یافته و طول تصویر کوچک‌تر خواهد شد.



## -۱۲۲ گزینهی «۳»

در ابتدا که تصویری وارونه و هم طول با جسم تشکیل می‌شود، جسم بر روی مرکز آینه قرار دارد. با تغییر شکل آینه از حالت الف به حالت ب، شعاع آینه افزایش می‌یابد، در نتیجه جسم بین مرکز و سطح آینه‌ی جدید قرار می‌گیرد. در این صورت یا تصویری حقیقی و بزرگ‌تر و دورتر از آینه تشکیل می‌شود (اگر جسم بین مرکز و کانون

$$\frac{1}{24} + \frac{1}{48} = \frac{1}{8} + \frac{1}{q_2} \rightarrow q_2 = -16 \text{ cm}$$

توجیه علامت منفی این است که تصویر مجازی است.

### ۱۲۶- گزینهی «۲» درصد پاسخ درست (۲۹٪)

با توجه به رابطه‌ی آینه‌های مقعر در حالتی که تصویر حقیقی است، داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad q=36 \text{ cm}, f=12 \text{ cm} \rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{36} = \frac{1}{12} \Rightarrow p = 18 \text{ cm}$$

اکنون بنا به رابطه‌ی بزرگنمایی خطی آینه‌ها، می‌توان نوشت:

$$m = \frac{q}{p} = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow \frac{36}{18} = \frac{A'B'}{4} \Rightarrow A'B' = 8 \text{ cm}$$

### ۱۲۷- گزینهی «۳»

می‌دانیم که فاصله‌ی کانونی آینه، نصف شعاع آینه است، لذا داریم:

$$m = \frac{q}{p} \quad m=2 \rightarrow 2 = \frac{q}{p} \rightarrow q = 2p$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad q=2p \rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{2p} = \frac{1}{16} \rightarrow \frac{3}{2p} = \frac{1}{16} \rightarrow p = 24 \text{ cm}$$

$$\rightarrow P = 24 \text{ cm}$$

### ۱۲۸- گزینهی «۲» درصد پاسخ درست (۱۸٪)

روش اول: چون آینه مقعر و تصویر مستقیم است. جسم در فاصله‌ی کانون آن قرار دارد و تصویر مجازی است و در حالت اول داریم:

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

$$\frac{1}{p_1} - \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p_1} - \frac{1}{5p_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{5}{4} p_1$$

در حالت دوم که جسم را ۳۰ cm به آینه نزدیک می‌کنیم، تصویر مجازی است و داریم:

$$m_2 = \frac{q_2}{p_2} = 2 \Rightarrow q_2 = 2p_2$$

$$\frac{1}{p_2} - \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{2p_2} - \frac{1}{2p_2} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{p_2 = p_1 - 30}{f = \frac{5}{4} p_1} \rightarrow \frac{1}{2(p_1 - 30)} = \frac{4}{5p_1} \rightarrow p_1 = 80 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow r = 2f \xrightarrow{f = \frac{5}{4} p_1} r = \frac{5}{2} p_1 = \frac{5}{2} \times 80 = 200 \text{ cm}$$

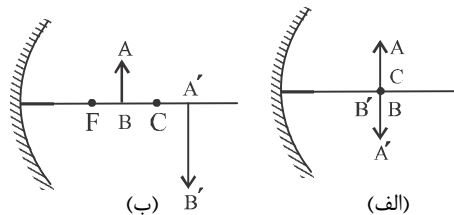
روش دوم: وقتی جسمی مقابل آینه‌ی کروی به اندازه‌ی  $\Delta p$  جابه‌جا می‌شود و تصاویر هم نوع با بزرگنمایی  $m_1$  و  $m_2$  تشکیل می‌شود،

می‌توان از رابطه‌ی  $|\Delta p| = \left| \frac{f}{m_2} - \frac{f}{m_1} \right|$  استفاده کرد.

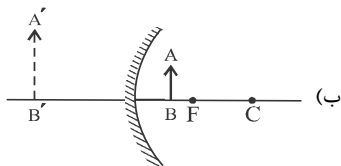
$$\frac{\Delta p = 30 \text{ cm}}{m_1 = 5, m_2 = 2} \rightarrow 30 = \left| \frac{f}{2} - \frac{f}{5} \right| \Rightarrow 30 = \frac{3f}{10}$$

$$\Rightarrow f = 100 \text{ cm} \Rightarrow r = 2f = 200 \text{ cm}$$

باشد) و یا این که تصویری مجازی و بزرگ‌تر و دورتر از آینه تشکیل می‌شود (اگر جسم در فاصله‌ی کانونی قرار گیرد).

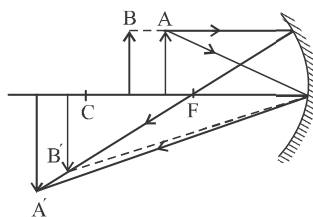


یا:



### ۱۲۳- گزینهی «۳» درصد پاسخ درست (۱۵٪)

چون تصویر  $A'$  وارونه است، الزاما حقیقی است. بنابراین جسم و تصویر در یک سمت آینه واقع‌اند. چون تصویر  $A'$  بزرگ‌تر از جسم است. با توجه به حالت‌های مختلف جسم و تصویر در آینه‌ی مقعر، می‌توان حدس زد که جسم بین کانون و مرکز و تصویر آن خارج از مرکز آینه‌ی مقعر قرار دارد. هر چه در این حالت جسم از کانون دور شود و به مرکز نزدیک‌تر شود، تصویر آن از بی‌نهایت به سمت مرکز می‌آید و اندازه‌ی آن کوچک‌تر می‌شود. بنابراین تصویر  $E$  که به مرکز نزدیک‌تر است و اندازه‌ی آن کوچک‌تر است می‌تواند تصویر جسم  $B$  باشد.



نکته: جسم اگر در مرکز باشد تصویر آن در مرکز خواهد بود و اگر نسبت به آینه دورتر از مرکز باشد تصویر آن بین مرکز و کانون خواهد بود.

### ۱۲۴- گزینهی «۲»

در ابتدا که تصویری مستقیم و بزرگ‌تر تشکیل شده است، تصویر مجازی است و جسم در فاصله‌ی کانونی بین کانون و آینه قرار دارد یعنی  $p_1 < f$ . در حالت دوم که فاصله‌ی جسم از آینه دو برابر می‌شود یعنی  $p_2 = 2p_1 \rightarrow p_2 < 2f$ ، جسم بین مرکز و آینه قرار دارد و می‌دانیم که در این صورت همواره  $q > p$  و تصویر همواره بزرگ‌تر از جسم است.

$$p < 2f \rightarrow q > p, \quad m > 1$$

### ۱۲۵- گزینهی «۳»

با توجه به این که آینه در هر دو حالت یکسان است، فاصله‌ی کانونی نیز یکسان بوده لذا داریم:

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} \quad p_1 = 24 \text{ cm}, q_1 = 48 \text{ cm} \rightarrow p_2 = 8 \text{ cm}$$



$$f = \left| \frac{md}{m^2 - 1} \right| \xrightarrow{m=2, d=45\text{cm}} f = \frac{2 \times 45}{4 - 1} \rightarrow f = 30\text{cm}$$

## ۱۳۲- گزینهی «۴»

در هر بار تصویر حقیقی است. (چون هر بار جسم خارج از فاصله‌ی کانونی آینه قرار می‌گیرد). در هر بار  $q$  و بعد از آن  $d$  را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{بار اول} \quad \frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{p_1=30\text{cm}} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{30} \rightarrow$$

$$\frac{1}{q_1} = \frac{1}{30} - \frac{1}{10} \rightarrow q_1 = 15\text{cm}$$

$$d_1 = p_1 - q_1 \xrightarrow{p_1=30\text{cm}, q_1=15\text{cm}} d_1 = 30 - 15 \rightarrow d_1 = 15\text{cm}$$

$$\text{بار دوم} \quad \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{p_2=15\text{cm}} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{10} \rightarrow$$

$$\frac{1}{q_2} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} \rightarrow q_2 = 30\text{cm}$$

$$d_2 = q_2 - p_2 \xrightarrow{q_2=30\text{cm}, p_2=15\text{cm}} d_2 = 30 - 15 \rightarrow d_2 = 15\text{cm}$$

$$\rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 1$$

## ۱۳۳- گزینهی «۳»

نقاط مزدوج نقطاتی هستند که اگر جسم در یکی از این نقاط قرار گیرد، تصویرش در دیگری تشکیل خواهد شد. در این حالت با جابه‌جا

شدن جسم از یک نقطه به نقطه‌ای دیگر، بزرگ‌نمایی از  $m$  به  $\frac{1}{m}$

$$m_1 = \frac{1}{\frac{1}{m_2}} \rightarrow m_1 = m_2 = 3$$

تبدیل می‌شود.

نسبت طول تصویر در حالت جدید به قبلی همانند نسبت بزرگ‌نمایی

$$\frac{(A'B')_2}{(A'B')_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{3}{\frac{1}{3}} = 9$$

جدید به قبلی است.

## ۱۳۴- گزینهی «۱»

فاصله‌ی جسم از آینه را در حالت دوم محاسبه کرده، سپس جابه‌جایی جسم را بین دو وضعیت اول و دوم می‌یابیم.

$$\begin{cases} m_2 = \frac{q_2}{p_2} \xrightarrow{m_2=2} 2 = \frac{q_2}{p_2} \rightarrow q_2 = 2p_2 \\ \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{p_2} + \frac{1}{2p_2} = \frac{1}{12} \\ \rightarrow \frac{3}{2p_2} = \frac{1}{12} \rightarrow p_2 = 18\text{cm} \end{cases}$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 \xrightarrow{p_2=18\text{cm}, p_1=16\text{cm}} \Delta p = 18 - 16 \rightarrow \Delta p = 2\text{cm}$$

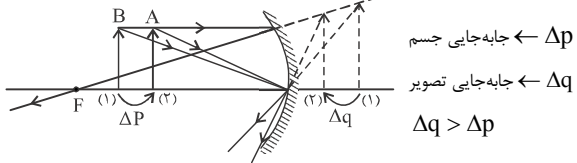
چون  $p_2 > p_1$  است، جسم از آینه دور شده است.

درصد پاسخ درست (۲۴٪)

## ۱۲۹- گزینهی «۲»

چون  $p = 20\text{cm}$  و  $f = 30\text{cm}$  می‌باشد لذا  $p < f$

تصویر مجازی است. از طرفی می‌دانیم در آینه‌ها جهت حرکت جسم و تصویر خلاف جهت هم می‌باشد، یعنی وقتی جسم به آینه نزدیک می‌شود، تصویر مجازی آن هم به آینه نزدیک می‌شود و گزینه‌های «۱» و «۳» صحیح نمی‌باشند. از طرفی چون طول تصویر بزرگ‌تر از طول جسم است، فاصله‌ای که تصویر می‌پیماید بزرگ‌تر از فاصله‌ای است که جسم طی می‌کند. بنابراین تصویر بیش‌تر از  $1\text{cm}$  به آینه نزدیک می‌شود.



$\Delta p$  ← جابه‌جایی جسم

$\Delta q$  ← جابه‌جایی تصویر

$\Delta q > \Delta p$

## ۱۳۰- گزینهی «۳»

در ابتدا محدوده‌ی جابه‌جایی جسم را می‌یابیم.

$$m = \left| \frac{f}{p-f} \right| \xrightarrow{p_1=\frac{3}{2}f} m_1 = \frac{f}{\frac{1}{2}f} = 2 \rightarrow q_1 = 2p_1$$

$$\xrightarrow{p_1=\frac{3}{2}f} q_1 = 3f$$

$$m = \left| \frac{f}{p-f} \right| \xrightarrow{p_2=3f} m_2 = \frac{f}{2f} = \frac{1}{2} \rightarrow q_2 = \frac{1}{2}p_2$$

$$\xrightarrow{p_2=3f} q_2 = \frac{3}{2}f$$

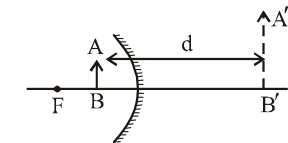
در مدتی که جسم  $\Delta p$  را طی کرده، تصویر  $\Delta q$  را پیموده است، یعنی داریم:

$$\bar{V} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{3f - \frac{3}{2}f}{\Delta t} = \frac{\frac{3}{2}f}{\Delta t} \rightarrow \left| \frac{\bar{V}'}{\bar{V}} \right| = V$$

$$\bar{V}' = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\frac{3}{2}f - 3f}{\Delta t} = -\frac{\frac{3}{2}f}{\Delta t}$$

## ۱۳۱- گزینهی «۲»

روش اول: چون تصویر نسبت به جسم مستقیم است، تصویر مجازی بوده



و با توجه به معلوم بودن بزرگ‌نمایی خطی آینه ( $m$ ) و نیز فاصله‌ی جسم از تصویرش ( $d$ ), داریم:

$$\begin{cases} d = |q| + p = 45\text{cm} \\ m = \left| \frac{q}{p} \right| = 2 \end{cases} \xrightarrow{\text{تصویر مجازی}} \begin{cases} p = 15\text{cm} \\ q = -30\text{cm} \end{cases}$$

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

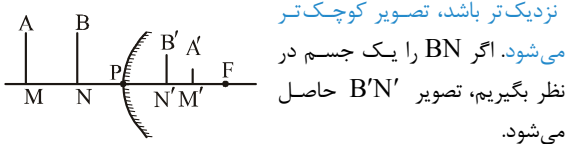
روش دوم: با توجه به معلوم بودن فاصله‌ی جسم از تصویرش ( $d$ ) و نیز بزرگ‌نمایی خطی ( $m$ ), برای تعیین  $f$  به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

کانون آینه تشکیل می‌شود. از این‌رو، از خوردشید (جسم در بی‌نهایت دور) تصویری مجازی روی کانون آینه تشکیل می‌شود یعنی در این‌جا داریم:

$$f = 30\text{cm} \xrightarrow{R=2f} R = 60\text{cm}$$

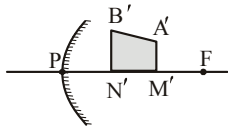
#### ۱۴۱- گزینهی «۴»

می‌دانیم که تصویر اجسام در مقابل آینه‌ی کوژ، همواره کوچک‌تر از جسم بوده و در پشت آینه، نسبت به جسم مستقیم و در فاصله‌ی کانونی تشکیل می‌شود، طوری‌که هر چه تصویر به کانون آینه



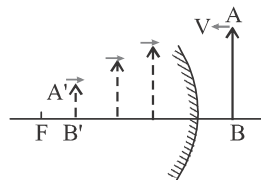
نزدیک‌تر باشد، تصویر کوچک‌تر می‌شود. اگر BN را یک جسم در نظر بگیریم، تصویر B'N' حاصل می‌شود.

هم‌چنین اگر AM را یک جسم در نظر بگیریم که دورتر قرار گرفته، تصویر A'M' حاصل می‌شود که آن نیز از آینه دورتر (نسبت به B'N') و به کانون آینه نزدیک‌تر، لذا کوچک‌تر خواهد بود (نسبت به B'N'). حال با اتصال نقطه‌های A' و B' به هم، تصویر A'B'N'M' حاصل می‌شود.



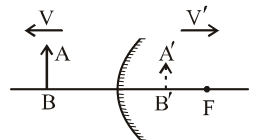
#### ۱۴۲- گزینهی «۱»

می‌دانیم که در آینه‌ی محدب، از جسمی که در مقابل آینه قرار می‌گیرد، تصویری مجازی و کوچک‌تر از جسم در پشت آینه تشکیل می‌شود. از طرفی می‌دانیم که در آینه‌ها، جسم و تصویرش در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند. بنابراین با نزدیک کردن جسم به اندازه‌ی d به آینه، تصویر کم‌تر از d به آینه نزدیک شده و اندازه تصویر همواره افزایش می‌یابد. دقت کنید که اندازه‌ی تصویر همواره کوچک‌تر از اندازه‌ی جسم است.



#### ۱۴۳- گزینهی «۲»

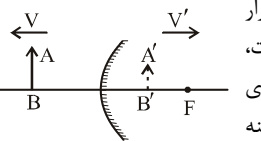
به طور کلی در آینه‌ها، جسم و تصویرش در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند. تصویر در آینه‌ی محدب، همواره در پشت آینه و در فاصله‌ی کانونی آینه است،



لذا با دور شدن جسم از آینه، تصویر جسم نیز از آینه دور شده و چون به کانون آینه نزدیک می‌شود، کوچک‌تر خواهد شد.

#### ۱۴۴- گزینهی «۱»

هنگامی که جسم در کنار آینه قرار گرفته، تصویرش نیز در کنار آینه است، با دور شدن جسم از آینه تا فاصله‌ی خیلی دور، تصویر مجازی جسم از آینه تا کانون آینه، از آینه دور می‌شود.



#### ۱۳۵- گزینهی «۳»

با توجه به این که در هر دو حالت تصویر حقیقی است، داریم:

$$m_1 = \frac{q_1}{p_1} \xrightarrow{m_1 = \frac{1}{2}} \frac{1}{2} = \frac{q_1}{48} \rightarrow q_1 = 24\text{cm}$$

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{48} + \frac{1}{24} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 16\text{cm}$$

هنگامی که طول تصویر حقیقی با طول جسم برابر شود، جسم بر روی مرکز آینه قرار گرفته، لذا داریم:

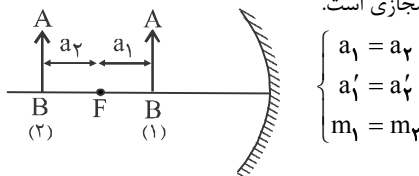
$$P_p = R = 2f \xrightarrow{f=16\text{cm}} P_p = 32\text{cm}$$

$$|\Delta P| = |P_1 - P_p| = 48 - 32 \rightarrow \Delta P = 16\text{cm}$$

و از آنجا که  $P_p < P_1$  است، جسم به آینه نزدیک شده است.

#### ۱۳۶- گزینهی «۱»

هنگامی که جسم در دو نقطه در دو طرف کانون آینه و به طور قرینه قرار می‌گیرد، بزرگ‌نمایی در هر دو حالت یکسان و یکی از تصاویر حقیقی و دیگری مجازی است.



#### ۱۳۷- گزینهی «۱»

بزرگ‌نمایی ابتدا  $\frac{6}{5}$  و سپس  $\frac{9}{5}$  است. بنابراین با نزدیک شدن جسم به آینه، تصویر در حال بزرگ‌تر شدن است، یعنی جسم به کانون آینه نزدیک‌تر می‌شود و لذا نمی‌تواند در فاصله‌ی کانونی جابه‌جا شود، یعنی تصویر نمی‌تواند مجازی باشد و حقیقی است و جسم بین کانون و مرکز آینه قرار دارد. از طرفی چون تصویر در خارج از فاصله‌ی  $2F$  قرار گرفته و از آینه دور می‌شود، اندازه‌ی سرعتش همواره افزایش می‌یابد، یعنی حرکت تندشونده دارد.

#### ۱۳۸- گزینهی «۱»

در ابتدا بزرگ‌نمایی را در لحظه‌ی موردنظر می‌یابیم:

$$m = \frac{f}{p-f} \xrightarrow{p=3f} m = \frac{f}{2f} \rightarrow m = \frac{1}{2}$$

و رابطه‌ی بین بزرگی سرعت تصویر و سرعت جسم به صورت زیر است. ( $V'$  سرعت تصویر و  $V$  سرعت جسم است)

$$V' = -m^2 V \frac{m}{V} \xrightarrow{m = \frac{1}{2}} |V'| = \left(\frac{1}{2}\right)^2 (8) \rightarrow |V'| = 2 \frac{m}{s}$$

#### ۱۳۹- گزینهی «۳»

دسته پرتوهای تابش همگرا به آینه‌ی کوژ، ممکن است، دارای پرتوهای بازتاب همگرا یا واگرا یا حتی موازی باشند.

#### ۱۴۰- گزینهی «۴»

در آینه‌های محدب، از جسمی که در فاصله‌ی خیلی دور (اصطلاحاً بی‌نهایت) قرار می‌گیرد، تصویر مجازی و کوچک‌تر از جسم، روی

روش دوم: به طور کلی در آینه‌ی محدب اگر  $m = \frac{1}{p}$  باشد، تصویر

$$q = \frac{1}{p}f \xrightarrow{f=-10\text{cm}} q = -5\text{cm} \text{ مجازی و } q = \frac{1}{p}f \text{ است.}$$

#### ۱۵۰- گزینه‌ی «۲»

با توجه به معلوم بودن شعاع آینه و فاصله‌ی جسم از آینه، برای پیدا کردن فاصله‌ی تصویر از آینه داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \xrightarrow{f=-\frac{R}{2} = -\frac{20}{2} = -10\text{cm}, p=15\text{cm}} \frac{1}{15} + \frac{1}{q} = -\frac{1}{10}$$

$$\rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{1}{10} - \frac{1}{15} \rightarrow q = -6\text{cm}$$

(توجه علامت منفی این است که تصویر مجازی است.)

#### ۱۵۱- گزینه‌ی «۲»

روش اول: با توجه به معلوم بودن بزرگ‌نمایی خطی آینه، برای تعیین رابطه‌ی بین فاصله‌ی جسم از آینه و فاصله‌ی کانونی آینه به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} m = \frac{|q|}{p} \xrightarrow{m=\frac{1}{6}} \frac{1}{6} = \frac{|q|}{p} \text{ تصویر مجازی} \rightarrow q = -\frac{1}{6}p \\ \text{کانون آینه‌ی محدب مجازی است} \rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow q = -\frac{1}{6}p \\ \frac{1}{p} - \frac{1}{6} = -\frac{1}{f} \rightarrow -\frac{5}{6} = -\frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{1}{5}p \end{array} \right.$$

روش دوم: برای تعیین رابطه‌ی بین  $p$  و  $f$ ، با استفاده از بزرگ‌نمایی خطی  $m$ ، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$m = \frac{f}{p+f} \xrightarrow{m=\frac{1}{6}} \frac{1}{6} = \frac{f}{p+f} \rightarrow 6f = p+f \rightarrow p = 5f \rightarrow f = \frac{1}{5}p$$

#### ۱۵۲- گزینه‌ی «۱»

با توجه به رابطه‌ی بین  $P$  و  $R$ ، برای تعیین بزرگ‌نمایی آینه،  $q$  را تعیین و سپس  $m$  را می‌یابیم:

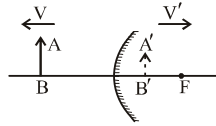
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{کانون آینه‌ی محدب مجازی است} \rightarrow \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{4f} + \frac{1}{q} = -\frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{1}{q} = -\frac{1}{f} - \frac{1}{4f} \rightarrow q = -\frac{4}{5}f \\ m = \frac{|q|}{p} \xrightarrow{|q|=\frac{4}{5}f, p=4f} m = \frac{\frac{4}{5}f}{4f} \rightarrow m = \frac{1}{5} = 0.2 \end{array} \right.$$

روش دوم: اگر رابطه‌ی بین  $p$  و  $f$  (یا  $R$ ) معلوم باشد، برای تعیین بزرگ‌نمایی خطی  $m$  در آینه‌ی محدب داریم:

$$m = \frac{f}{p+f} \xrightarrow{p=2R=4f} m = \frac{f}{4f+f} = \frac{1}{5} = 0.2$$

#### ۱۴۵- گزینه‌ی «۳»

با دور شدن جسم از آینه‌ی محدب، تصویر مجازی جسم نیز از آینه دور شده و به کانون نزدیک می‌شود، به گونه‌ای که تصویر مرتباً کوچک‌تر شده و سرعتش نیز مرتباً کاهش می‌یابد. به طور کلی اگر طول تصویر بزرگ‌تر شود، سرعتش نیز افزایش یافته و با کوچک‌تر شدن طول تصویر، سرعتش نیز کاهش می‌یابد و حرکتش کندشونده خواهد بود.



#### ۱۴۶- گزینه‌ی «۳»

اگر جسم در فاصله‌ی دور از آینه باشد، تصویرش روی  $f$  تشکیل می‌شود یعنی  $f = q_1$  و اگر جسم در  $p = f$  باشد،

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = -\frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{f} - \frac{1}{q} = -\frac{1}{f} \rightarrow -\frac{1}{q} = -\frac{2}{f} \rightarrow q_2 = \frac{f}{2}$$

$$\Delta q = f - \frac{1}{2}f = \frac{1}{2}f$$

#### ۱۴۷- گزینه‌ی «۳»

هنگامی که جسم در فاصله‌ی خیلی دور از آینه قرار گرفته، تصویر جسم بر روی کانون آینه بوده و با قرار گرفتن جسم در فاصله‌ای از آینه برابر فاصله‌ی کانونی آینه، تصویر جسم در فاصله‌ای از آینه به اندازه‌ی نصف فاصله‌ی کانونی قرار می‌گیرد (چرا؟) یعنی تصویر از کانون تا وسط فاصله‌ی کانونی جابه‌جا می‌شود.

#### ۱۴۸- گزینه‌ی «۱»

در آینه‌ی محدب همواره طول تصویر کم‌تر از طول جسم و فاصله‌ی تصویر تا آینه نیز کم‌تر از فاصله‌ی جسم تا آینه است.

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} < 1 \xrightarrow{A'B'=l_2, AB=l_1} \frac{l_2}{l_1} < 1 \rightarrow \begin{cases} l_2 < l_1 \\ d_2 < d_1 \end{cases}$$

$$m = \frac{l_2}{l_1} = \frac{d_2}{d_1} < 1 \rightarrow \begin{cases} l_2 < l_1 \\ d_2 < d_1 \end{cases}$$

#### ۱۴۹- گزینه‌ی «۳»

روش اول: با توجه به معلوم بودن شعاع آینه و بزرگ‌نمایی خطی آینه، فاصله‌ی تصویر از آینه را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم: (دقت کنید که کانون آینه‌ی محدب مجازی است)

$$\left\{ \begin{array}{l} m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{|q|}{p} \xrightarrow{m=\frac{1}{2}} \frac{1}{2} = \frac{|q|}{p} \\ \rightarrow p = 2|q| \text{ تصویر مجازی} \rightarrow p = -2q \\ \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \xrightarrow{f=-\frac{R}{2} = -\frac{20}{2} = -10\text{cm}, p=-2q} \frac{1}{-2q} + \frac{1}{q} = -\frac{1}{10} \\ \rightarrow \frac{1}{-2q} = -\frac{1}{10} - \frac{1}{q} \rightarrow q = -5\text{cm} \end{array} \right.$$

(توجه علامت منفی این است که تصویر مجازی است)

## ۱۵۳- گزینهی «۴»

اگر فاصله جسم از تصویرش را با  $d$  و فاصله کانونی آینه را با  $f$  و بزرگنمایی آینه را با  $m$  نمایش دهیم، در آینه‌های کروی داریم:

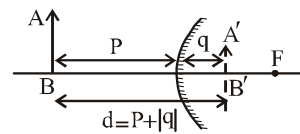
$$f = \frac{md}{|m^2 - 1|} \quad \begin{matrix} d=75\text{cm} \\ f=20\text{cm} \end{matrix} \rightarrow 20 = \frac{75m}{1-m^2}$$

$$\rightarrow 20m^2 + 75m - 20 = 0 \rightarrow (m - \frac{1}{4})(m + 4) = 0$$

$$\rightarrow m = \frac{1}{4} \quad \text{ق ق}$$

## ۱۵۴- گزینهی «۱»

روش اول: در آینه‌ی محدب، تصویر مجازی بوده و با توجه به معلوم بودن فاصله جسم و تصویرش و بزرگنمایی خطی آینه، برای تعیین  $f$  به صورت زیر عمل می‌کنیم:



$$\begin{cases} d = p + |q| = 16\text{cm} \\ m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{|q|}{p} = \frac{1}{3} \end{cases} \xrightarrow{\text{تصویر مجازی}} \begin{cases} p = 12\text{cm} \\ q = -4\text{cm} \end{cases}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \begin{matrix} p=12\text{cm} \\ q=-4\text{cm} \end{matrix} \rightarrow \frac{1}{12} - \frac{1}{4} = \frac{1}{f}$$

$$\rightarrow f = -6\text{cm} \rightarrow |f| = 6\text{cm}$$

روش دوم: اگر  $d$  فاصله جسم از تصویر و  $m$  بزرگنمایی خطی آینه باشد، برای تعیین  $f$  داریم:

$$f = \left| \frac{md}{m^2 - 1} \right| \quad \begin{matrix} m=\frac{1}{3} \\ d=16\text{cm} \end{matrix} \rightarrow f = \left| \frac{\frac{1}{3} \times 16}{\frac{1}{9} - 1} \right| \rightarrow f = 6\text{cm}$$

## ۱۵۵- گزینهی «۲»

جاه‌جایی جسم در مقابل آینه بین دو نقطه را  $\Delta p$  می‌نامیم. در ابتدا، هر بار رابطه‌ی بین  $p$  و  $f$  را تعیین کرده، سپس با توجه به معلوم بودن  $f$ ،  $\Delta p$  (یا  $R$ ) را محاسبه می‌کنیم:

روش اول:

$$\begin{cases} m_1 = \frac{|q_1|}{p_1} \quad m_1 = \frac{1}{5} \rightarrow \frac{1}{5} = \frac{|q_1|}{p_1} \\ \rightarrow q_1 = -\frac{1}{5}p_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \quad \text{کانون آینه‌ی محدب مجازی است} \\ \rightarrow q_1 = -\frac{1}{5}p_1 \end{cases}$$

$$\frac{1}{p_1} - \frac{1}{\frac{1}{5}p_1} = -\frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{p_1} - \frac{5}{p_1} = -\frac{1}{f} \rightarrow p_1 = 4f$$

$$\begin{cases} m_2 = \frac{|q_2|}{p_2} \quad m_2 = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{3} = \frac{|q_2|}{p_2} \\ \xrightarrow{\text{تصویر مجازی}} q_2 = -\frac{1}{3}p_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \quad \text{کانون آینه‌ی محدب مجازی است} \\ \rightarrow q_2 = -\frac{1}{3}p_2 \end{cases}$$

$$\frac{1}{p_2} - \frac{1}{\frac{1}{3}p_2} = -\frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{p_2} - \frac{3}{p_2} = -\frac{1}{f} \rightarrow p_2 = 2f$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{p_1 - 4f}{p_2 = 2f} \rightarrow \Delta p = 4f - 2f$$

$$\xrightarrow{\Delta p = 10\text{cm}} 10 = 2f \rightarrow f = 5\text{cm}$$

$$m_1 = \frac{f}{p_1 + f} \quad m_1 = \frac{1}{5} \rightarrow \frac{1}{5} = \frac{f}{p_1 + f} \quad \text{روش دوم:}$$

$$\rightarrow p_1 + f = 5f \rightarrow p_1 = 4f$$

$$m_2 = \frac{f}{p_2 + f} \quad m_2 = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{3} = \frac{f}{p_2 + f} \rightarrow p_2 + f = 3f$$

$$\rightarrow p_2 = 2f$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 4f - 2f$$

$$\xrightarrow{\Delta p = 10\text{cm}} 10 = 2f \rightarrow f = 5\text{cm}$$

## ۱۵۶- گزینهی «۲»

در هر بار فاصله‌ی تصویر تا آینه را می‌یابیم و سپس نسبت آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$m = \frac{f}{p+f} \begin{cases} p_1 = 3f \rightarrow m_1 = \frac{f}{4f} \rightarrow m_1 = \frac{1}{4} \\ \rightarrow q_1 = \frac{1}{4}p_1 = \frac{3}{4}f \\ p_2 = \frac{1}{3}p_1 = f \rightarrow m_2 = \frac{f}{2f} \\ \rightarrow m_2 = \frac{1}{2} \rightarrow q_2 = \frac{1}{2}p_2 = \frac{1}{2}f \end{cases}$$

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{\frac{1}{2}f}{\frac{3}{4}f} \rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{2}{3}$$

## ۱۵۷- گزینهی «۲»

با نزدیک‌تر شدن جسم به آینه‌ی محدب به اندازه‌ی  $d$ ، تصویر مجازی‌اش نیز به آینه ولی کم‌تر از  $d$  نزدیک می‌شود. در اینجا برای هر حالت قرار گرفتن جسم در مقابل آینه‌ی محدب، داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \text{تصویر و کانون آینه‌ی محدب مجازی است}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{p_1} - \frac{1}{q_1} = -\frac{1}{f} \quad p_1 = 60\text{cm} \rightarrow \frac{1}{60} - \frac{1}{q_1} = -\frac{1}{f} \\ \frac{1}{p_2} - \frac{1}{q_2} = -\frac{1}{f} \quad p_2 = 20\text{cm} \rightarrow \frac{1}{20} - \frac{1}{q_2} = -\frac{1}{f} \end{cases}$$

روش دوم:

$$m = \left| \frac{f}{p-f} \right| \xrightarrow{p=\frac{f}{2}} m = \frac{f}{\left| \frac{f}{2} - f \right|} \rightarrow m = 2$$

$$m' = \frac{f}{p+f} \xrightarrow{p=\frac{f}{2}} m' = \frac{f}{\frac{f}{2} + f} \rightarrow m' = \frac{2}{3}$$

$$\frac{m}{m'} = \frac{2}{\frac{2}{3}} = 3$$

## ۱۶۰- گزینهی «۲»

با توجه به شکل داده شده در سؤال، چون تصویر نسبت به جسم مستقیم است، تصویر مجازی است، از طرف دیگر چون تصویر بزرگتر از جسم است و پشت وسیله نوری تشکیل شده این وسیله نوری «آینهی مقعر» است. دقت کنید که اگر آینه محدب باشد تصویر مجازی الزاماً کوچکتر از جسم بوده (یعنی گزینهی «۱» نیست) از طرفی تصویر مجازی در عدسی‌ها در همان طرف جسم تشکیل می‌شود (گزینه‌های ۳ و ۴ نیست).

## ۱۶۱- گزینهی «۱»

چون تصویر مستقیم است، تصویر مجازی است و چون طرف دیگر وسیله نوری تشکیل می‌شود، این وسیله آینه است و چون تصویر بزرگتر از جسم است، آینه مقعر (کاو) است.

## ۱۶۲- گزینهی «۱»

چون طول تصویر مجازی ایجاد شده کوچکتر از جسم است ( $m = \frac{2}{3} < 1$ )، آینه، محدب (کوژ) است (می‌دانیم که در آینهی مقعر طول تصویر مجازی بزرگ از طول جسم یعنی  $m > 1$  است). با معلوم بودن  $p$  و  $m$  برای تعیین  $f$  داریم:

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{|q|}{p} \xrightarrow{m=\frac{2}{3}} \frac{2}{3} = \frac{|q|}{p}$$

$$\xrightarrow{p=15\text{cm}} q = -10\text{cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \xrightarrow{p=15\text{cm}, q=-10\text{cm}} \frac{1}{15} - \frac{1}{10} = \frac{1}{f}$$

$$\rightarrow f = -30\text{cm}$$

(توجه علامت منفی این است که کانون آینه مجازی بوده، لذا آینه، محدب (کوژ) است)

## ۱۶۳- گزینهی «۱»

چون بیشترین فاصله‌ی تصویر از آینه یک عدد مشخص است، الزاماً آینهی محدب (کوژ) است (می‌دانیم که بیشترین فاصله‌ی تصویر تا آینهی مقعر یک عدد نامشخص، اصطلاحاً بی‌نهایت است) و در آینهی محدب بیشترین فاصله‌ی تصویر از آینه برابر فاصله‌ی کانونی آینه است.

$$f = q_{\max} \xrightarrow{q_{\max}=30\text{cm}} f = 30\text{cm}$$

$$\rightarrow \frac{1}{60} - \frac{1}{q_1} = \frac{1}{20} - \frac{1}{q_2} \rightarrow \frac{1}{60} - \frac{1}{q_1} = \frac{1}{20} - \frac{1}{q_2}$$

$$\rightarrow \frac{1}{30} = \frac{q_1 - q_2}{q_1 q_2} \xrightarrow{q_1 - q_2 = 5\text{cm}} \frac{1}{30} = \frac{5}{q_1 q_2}$$

$$\rightarrow \begin{cases} q_1 q_2 = 150 \\ q_1 - q_2 = 5 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} q_1 = 15\text{cm} \\ q_2 = 10\text{cm} \end{cases}$$

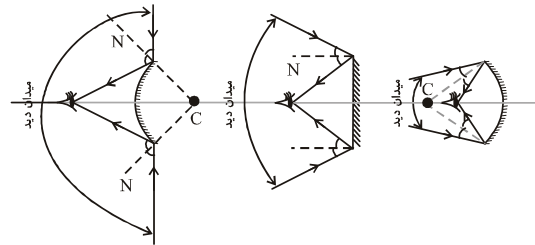
حال داریم:

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \xrightarrow{\text{تصویر در آینهی محدب مجازی است}} \frac{1}{60} + \frac{1}{15} = \frac{1}{f}$$

$$\rightarrow f = -20\text{cm} \rightarrow |r| = 40\text{cm}$$

## ۱۵۸- گزینهی «۲»

برای مقایسه‌ی میدان دید آینه‌ها، با استفاده از قانون‌های بازتابش به صورت زیر عمل می‌کنیم:



آینهی محدب      آینهی تخت      آینهی مقعر

## ۱۵۹- گزینهی «۲»

در هر بار فاصله‌ی تصویر از آینه را بر حسب  $f$  محاسبه کرده و بزرگ‌نمایی آینه را تعیین می‌کنیم و در نهایت آن‌ها را نسبت به هم می‌سنجیم. دقت کنید که نسبت بزرگ‌نمایی دو آینه همانند نسبت طول تصاویر آن‌ها است: روش اول:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \xrightarrow{p=\frac{f}{2}} \frac{1}{\frac{f}{2}} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{1}{q} = \frac{1}{f} - \frac{2}{f} \rightarrow q = -f \\ m = \frac{|q|}{p} \xrightarrow{\substack{|q|=f \\ p=\frac{f}{2}}} m = \frac{f}{\frac{f}{2}} \rightarrow m = 2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{p'} + \frac{1}{q'} = \frac{1}{f} \xrightarrow{p'=\frac{f}{2}} \frac{1}{\frac{f}{2}} + \frac{1}{q'} = \frac{1}{f} \\ \rightarrow \frac{1}{q'} = \frac{1}{f} - \frac{2}{f} \rightarrow q' = -\frac{f}{2} \\ m' = \frac{|q'|}{p'} \xrightarrow{\substack{|q'|=\frac{f}{2} \\ p'=\frac{f}{2}}} m' = \frac{\frac{f}{2}}{\frac{f}{2}} \rightarrow m' = \frac{2}{3} \end{array} \right.$$

$$\frac{m}{m'} = \frac{2}{\frac{2}{3}} = 3$$