

۱- گلوله‌ای به جرم ۱۰۰ گرم از ارتفاع ۷ متری سطح تخته سنگی رها می‌شود و پس از برخورد به تخته سنگ در همان راستا تا ارتفاع ۴/۵ متری آن برمی‌گردد. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد، انرژی تلف شده گلوله در برخورد به تخته سنگ تقریباً چند ژول است؟

(۱) ۰/۲۵ ژول (۲) ۲/۵ ژول (۳) ۲۵ ژول (۴) ۲۵۰ ژول

با توجه به قضیه پایستگی انرژی مکانیکی، می‌دانیم اتلاف انرژی فقط در برخورد وجود دارد و در طی حرکت، انرژی مکانیکی جسم ثابت است.

$$m = 100 \text{ gr} = 0.1 \text{ Kg}$$

$$\text{در ارتفاع ۷ متری از سطح: } \begin{cases} K_1 = 0 \text{ J} \\ U_1 = mgh_1 = 0.1 \times 10 \times 7 = 7 \text{ J} \end{cases} \Rightarrow E_1 = K_1 + U_1 = 7 \text{ J}$$

$$\text{در ارتفاع ۴/۵ متری از سطح: } \begin{cases} K_2 = 0 \text{ J} \\ U_2 = mgh_2 = 0.1 \times 10 \times 4/5 = 4/5 \text{ J} \end{cases} \Rightarrow E_2 = K_2 + U_2 = 4/5 \text{ J}$$

$$\text{اتلاف انرژی} = E_1 - E_2 = 2/5 \text{ J}$$

بنابراین گزینه ی ۲ صحیح است.

۲- آینه مقعری از یک جسم حقیقی تصویری مستقیم می‌دهد که بزرگی آن ۲ برابر بزرگی جسم است اگر فاصله شیء از تصویر ۳۰ سانتیمتر باشد تصویر در چند سانتیمتری آینه تشکیل می‌شود؟

(۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۶۰

در آینه مقعر وقتی تصویر بزرگتر و مستقیم است که جسم در فاصله کانونی باشد و در این حالت تصویر مجازی است. بنابراین داریم:
 $p + q = 30 \text{ cm}$ از طرفی چون طول تصویر دو برابر طول جسم است می‌توان نوشت:

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

$$p + 2p = 30 \Rightarrow p = 10 \text{ cm} \Rightarrow q = 20 \text{ cm}$$

بنابراین گزینه ۳ جواب صحیح است.

۳- اگر فاصله جسم حقیقی تا آینه محدب ۲ برابر شعاع آینه باشد، بزرگ‌نمایی آینه برابر خواهد بود با:

(۱) ۰/۲ (۲) ۰/۳ (۳) ۰/۴ (۴) ۰/۵

فاصله جسم از آینه برابر است با: $p = 2R = 2(2f) = 4f$ بنابراین:

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

بزرگ‌نمایی آینه برابر است با نسبت فاصله تصویر تا آینه به فاصله جسم تا آینه.

$$\gamma = \frac{q}{p} = \frac{4f/5}{4f} = \frac{1}{5} = 0.2$$

پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۴- یک آینه کروی از جسمی که به فاصله ۱۵ سانتی متری آن واقع شده است تصویری مجازی میدهد که طولش $\frac{2}{3}$ طول جسم است. نوع آینه کدام و فاصله کانونی جسم چقدر است؟

(۱) محدب، ۳۰ (۲) مقعر، ۳۰ (۳) محدب، ۴۵ (۴) مقعر، ۴۵

در آینه مقدار $\frac{A'B'}{AB}$ را بزرگنمایی می گویند که در آن طول تصویر $A'B'$ و طول جسم AB است. این مقدار برابر است با: $\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$ بنابراین داریم:

$$A'B' = \frac{2}{3}AB, \quad p = 15 \text{ cm}$$

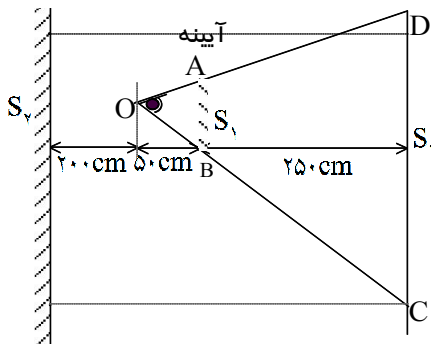
$$\frac{q}{15} = \frac{\left(\frac{2}{3}AB\right)}{AB} \Rightarrow q = \frac{2}{3} \times 15 = 10 \text{ cm}$$

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

توجه شود که چون تصویر مجازی است مقدار q منفی منظور شده است. چون مقدار f نیز منفی شده است، آینه محدب است و گزینه ۱ صحیح است.

۵- شخصی به فاصله ۵۰ سانتی متر از یک آینه تخت به مساحت ۱۰۰ سانتی متر مربع ایستاده است. این شخص چه مساحتی (برحسب سانتی متر) از یک دیوار پشت سرش به فاصله ۲ متر از خودش را می تواند ببیند؟

(۱) ۴۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۱۶۰۰ (۴) ۳۶۰۰



مساحتی از دیوار پشت سر ناظر که در آینه دیده می شود در شکل نشان داده

شده است. $\Delta OAB \approx \Delta ODC \Rightarrow \frac{S_1}{S_p} = \left(\frac{50}{300}\right)^2$ (نسبت مساحت های

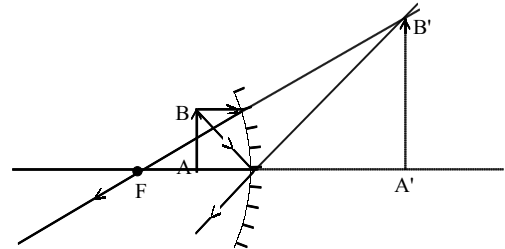
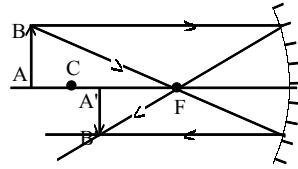
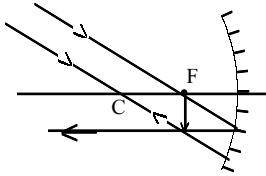
دو مثلث متشابه برابر مجذور نسبت ارتفاع های آنهاست)

$\frac{100}{S_p} = \left(\frac{50}{300}\right)^2 \Rightarrow S_p = 3600 \text{ cm}^2$ پس گزینه ۴ جواب صحیح

است.

۶- جسمی را از فاصله دور تا راس یک آینه مقعر، حرکت می‌دهیم تصویر جسم چند بار تغییر جهت می‌دهد؟
 ۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) ۰

وقتی جسم در بی نهایت است تصویر آن در آینه روی کانون قرار دارد. اگر جسم از این مکان تا کانون آینه حرکت کند، تصویر آن حقیقی و وارونه است. وقتی جسم از کانون تا راس آینه حرکت می‌کند، تصویر آن در این لحظات مستقیم و مجازی است. لذا یک بار تغییر جهت می‌دهد و گزینه ۳ صحیح است.



۷- سه آینه محدب، مقعر و تخت هم اندازه در اختیار داریم. میدان دید کدام یک گسترده‌تر است؟
 ۱) تخت ۲) محدب ۳) مقعر ۴) میدان دید هر سه با هم برابر است

برای مشخص کردن میدان دید آینه باید تصویر چشم در آینه را مشخص کرد و از محل تصویر به دو لبه آینه متصل کرد و امتداد داد. فضای بین این دو امتداد میدان دید خواهد بود. واضح است که هر قدر فاصله بین تصویر تا آینه کمتر باشد، میدان دید گسترده‌تر خواهد بود. چون در شرایط یکسان در آینه محدب، تصویر به آینه نزدیک‌تر است پس میدان دید آینه محدب نسبت به آینه‌های دیگر گسترده‌تر است. بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۸- یک شیء در فاصله ۱۵ سانتی‌متری یک آینه مقعر قرار داده شده است. اگر شعاع آینه ۲۰ سانتی‌متر باشد، فاصله‌ی تصویر تا شیء چند سانتی‌متر است؟
 ۱) ۱۵ ۲) ۴۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

بنابراین تصویر حقیقی و فاصله‌ی جسم تا تصویر برابر $q - p$ است. $f < p < 2f \Rightarrow$

$$\left. \begin{array}{l} p = 15 \text{ cm} \\ f = \frac{R}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

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

$$\text{فاصله ی جسم تا تصویر} = q - p = 30 - 15 = 15 \text{ cm}$$

۹- آینه‌ی مقعری از یک شیء که در فاصله‌ی ۳۶ سانتی‌متری آن قرار دارد، تصویری حقیقی و کوچک‌تر از شیء تشکیل می‌دهد، اگر فاصله شیء از تصویرش ۱۸ سانتی‌متر باشد، شعاع آینه چند سانتی‌متر است؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۲۴ (۳) ۱۸ (۴) ۱۴

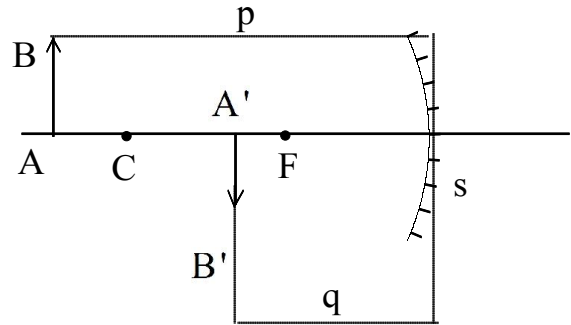
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در آینه مقعر هنگامی تصویر حقیقی و کوچک‌تر است که جسم خارج از مرکز باشد.

$$p - q = 18$$

$$36 - q = 18 \rightarrow q = 18 \text{ cm}$$

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

$$R = 2 \times 12 = 24 \text{ cm}$$



۱۰- گلوله‌ای در شرایط خلأ، از سطح زمین با سرعت اولیه‌ی $30 \frac{m}{s}$ در امتداد قائم به طرف بالا پرتاب می‌شود. در چند متری سطح زمین، انرژی جنبشی گلوله نصف انرژی پتانسیل گرانشی آن است؟

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۳۵

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$K_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow K_1 = \frac{U_2}{2} + U_2 \Rightarrow K_1 = \frac{3}{2}U_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 = \frac{3}{2}mgh \Rightarrow \frac{1}{2} \times 30^2 = \frac{3}{2} \times 10 \times h \Rightarrow h = 30 \text{ m}$$

۱۱- دوچرخه‌سواری که با سرعت $21 \frac{Km}{h}$ رکاب می‌زند، در هر دقیقه ۴۲ KJ انرژی مصرف می‌کند. در مدت نیم ساعت مصرف انرژی او معادل انرژی حاصل از سوخت‌وساز چند گرم چربی است؟ (هر گرم چربی حدود ۴۰ KJ انرژی تولید می‌کند.)

- (۱) ۳۱/۵ (۲) ۴۱/۵ (۳) ۶۳ (۴) ۸۳

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\text{کل انرژی مصرفی} = W = 42 \times 30 = 1260 \text{ kJ}$$

$$m = \frac{1260}{40} = 31.5 \text{ gr}$$

۱۲- فاصله کانونی آئینه محدب (کوژ) برابر ۱۵ سانتی متر است، جسم را در فاصله‌ی چند سانتی متری این آئینه قرار دهیم تا بزرگ‌نمایی خطی آن $\frac{1}{3}$ شود؟

- (۱) ۲۲/۵ (۲) ۴۵ (۳) ۶۰ (۴) ۳۰

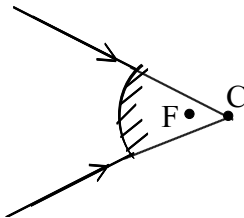
گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا از رابطه $m = \frac{q}{p}$ رابطه بین p و q را بدست می‌آوریم:

$$p = ? \text{ cm} , m = \frac{1}{3} , f = 15 \Rightarrow m = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{q}{p} \Rightarrow q = \frac{p}{3}$$

حالا در رابطه زیر بجای q مقدار آنرا بر حسب p قرار می‌دهیم:

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{-1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{\frac{p}{3}} = \frac{-1}{15} \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{3}{p} = \frac{-1}{15} \Rightarrow \frac{1-3}{p} = \frac{-1}{15} \Rightarrow \frac{-2}{p} = \frac{-1}{15} \Rightarrow p = 30 \text{ cm}$$

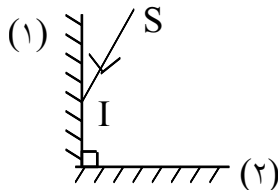
۱۳- در شکل مقابل، پرتوهای بازتابش چگونه است؟



- (۱) موازی (۲) همگرا (۳) واگرا (۴) نمی‌توان مشخص کرد.

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چون امتداد پرتوها از مرکز آئینه می‌گذرد، بازتاب پرتوها روی خود آنها است.

۱۴- در شکل مقابل زاویه‌ی بین دو آئینه ۹۰ درجه است. پرتو SI به آئینه‌ی (۱) می‌تابد. این پرتو در نهایت توسط این مجموعه‌ی آئینه‌ها، چند درجه نسبت به سوی اولیه منحرف می‌شود؟



- (۱) ۹۰ (۲) ۴۰ (۳) ۱۶۰ (۴) ۱۸۰

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اگر پرتویی به یکی از دو آئینه تخت متقاطع که زاویه بین آنها ۹۰ درجه است بتابد، پرتو بازتابش موازی پرتو تابش و در جهت عکس آن خواهد بود.

۱۵- یک آئینه‌ی کروی بین شیء و تصویر قرار دارد و طول تصویر بزرگ‌تر از طول شیء است. نوع این آئینه و نوع تصویر است.

- (۱) محدب - حقیقی (۲) مقعر - حقیقی (۳) محدب - مجازی (۴) مقعر - مجازی

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. چون طول تصویر بزرگ‌تر از طول شیء است پس حتماً آئینه مقعر است. و چون شیء و تصویر در دو طرف آئینه قرار دارند، پس تصویر مجازی است.

۱۶- در یک آینه‌ی مقعر به فاصله کانونی f ، فاصله‌ی جسم تا کانون برابر a و فاصله تصویر حقیقی تا کانون برابر a' است. کدام گزینه زیر درست است؟

$$(1) f^2 = aa' \quad (2) a + a' = f \quad (3) a' - a = f \quad (4) f^2 = \frac{aa'}{2}$$

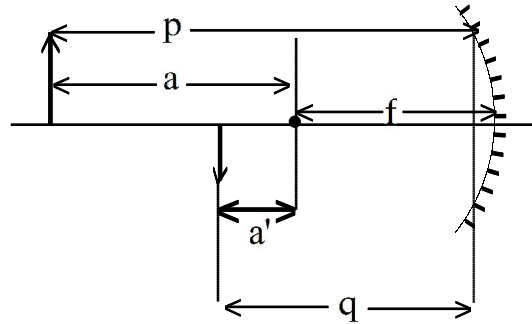
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

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

$$\frac{1}{f+a} + \frac{1}{f+a'} = \frac{1}{f}$$

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

$$2f^2 + fa + fa' = f^2 + fa + fa' + aa' \Rightarrow f^2 = aa'$$



۱۷- از یک موتور الکتریکی ۵۰۰ واتی برای بالابردن جسمی به جرم ۱۶ کیلوگرم به ارتفاع ۱۲۵ متری سطح زمین استفاده شده است. اگر این کار در مدت ۵۰ ثانیه انجام شده باشد، بازدهی موتور چند درصد است؟

$$(1) 90 \quad (2) 80 \quad (3) 60 \quad (4) 50$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$E_p = U_p = mgh = 16 \times 10 \times 125 = 2 \times 10^4 \text{ J}$$

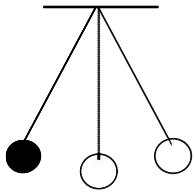
$$W_1 = P_1 t = 500 \times 50 = 2/5 \times 10^4 \text{ J} \Rightarrow R_a = \frac{E_p}{W_1} \times 100 = \frac{2 \times 10^4}{2/5 \times 10^4} \times 100 = 80\%$$

۱۸- کدام یک از گزینه‌های زیر نمی‌توانند بار خالص جسمی باشد؟ $(e = 1/6 \times 10^{-13} \mu\text{C})$

$$(1) 3/2 \times 10^{-13} \mu\text{C} \quad (2) 19/2 \times 10^{-13} \mu\text{C} \quad (3) 12/8 \times 10^{-13} \mu\text{C} \quad (4) 6/4 \times 10^{-13} \mu\text{C}$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی، کمیتی گسسته است.

$$q = ne \Rightarrow q \propto e$$



۱۹- آونگی به طول $1/6$ متر در حال نوسان است. وقتی گلوله‌ی آونگ از پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر می‌گذرد، سرعتش 4 m/s است. زاویه‌ی راستای نخ با خط قائم وقتی گلوله به بالاترین نقطه‌ی

مسیر می‌رسد، چند درجه است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ و مقاومت هوا ناچیز است).

۹۰ (۴)

۶۰ (۳)

۳۰ (۲)

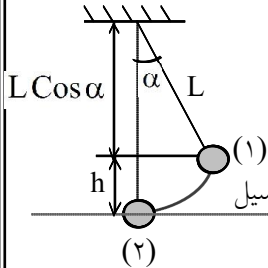
۴۵ (۱)

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$E_1 = E_2 \rightarrow mgh = \frac{1}{2} mV^2 \rightarrow 10 \times h = \frac{1}{2} \times (4)^2 \rightarrow h = 0.8 \text{ m}$$

از طرفی داریم:

$$L = L \cos \alpha + h \rightarrow 1/6 = 1/6 \cos \alpha + 0.8 \rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = 60^\circ$$



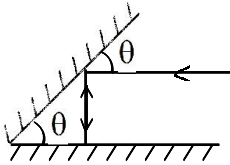
۲۰- در شکل روبه‌رو مسیر پرتو نور مشخص شده است. θ چند درجه است؟

۳۰ (۲)

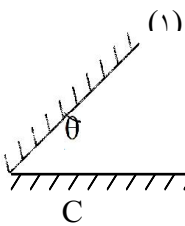
۱۵ (۱)

۶۰ (۴)

۴۵ (۳)



گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این که پرتو بازتابش از آینه‌ی اول در برخورد با آینه‌ی دوم روی خودش برمی‌گردد، بنابراین پرتو با زاویه‌ی 90° درجه به آینه‌ی دوم تابیده است. بنابراین در مثلث ABC می‌توان نوشت: $2\theta = 90^\circ \rightarrow \theta = 45^\circ$



۲۱- به دو گلوله‌ی مسی به ترتیب 1200 J و 300 J گرما می‌دهیم. دمای هر کدام از آنها 30° C افزایش می‌یابد. اگر گرمای ویژه‌ی مس $400 \text{ J/kg}^\circ \text{ C}$ باشد، اختلاف جرم آن‌ها چند گرم است؟

۱۲۵ (۴)

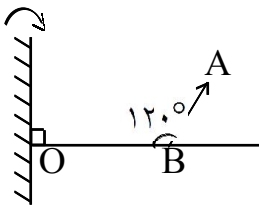
۷۵ (۳)

۵۰ (۲)

۲۵ (۱)

$$Q = mC\Delta\theta \rightarrow \begin{cases} 1200 = m_1 \times 400 \times 30 \\ 300 = m_2 \times 400 \times 30 \end{cases} \rightarrow \text{گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.}$$

$$(1200 - 300) = (m_1 - m_2) \times 400 \times 30 \rightarrow 900 = \Delta m \times 12000 \rightarrow \Delta m = 75 \times 10^{-3} \text{ kg} = 75 \text{ g}$$

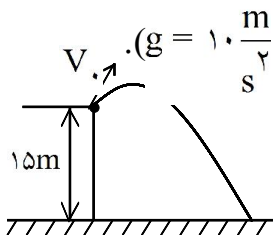


۲۲- اگر در شکل مقابل، آینه را به اندازهی ۲۰ درجه در جهت نمایش داده شده حول نقطه‌ی O بچرخانیم، تصویر در دوران آینه به اندازهی درجه می‌چرخد و زاویه‌ی بین شیء و تصویر درجه می‌شود.

- (۱) جهت، ۲۰، ۴۰
 (۲) جهت، ۲۰، ۴۰
 (۳) خلاف جهت، ۲۰، ۴۰
 (۴) خلاف جهت، ۴۰، ۲۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر با ثابت نگه‌داشتن پرتوی تابش، آینه‌ی تخت به اندازه‌ی α دوران کند، پرتوی بازتاب به اندازه‌ی 2α و در جهت چرخش آینه دوران می‌کند. بنابراین تصویر در آینه‌ی تخت نیز به اندازه‌ی 2α و در جهت دوران آینه می‌چرخد. در ابتدا زاویه‌ی بین جسم و تصویر برابر 60° بود که در این حالت زاویه‌ی بین جسم و تصویر 20° درجه خواهد شد.

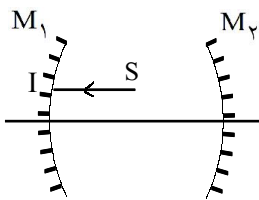
۲۳- از بالای یک بلندی به ارتفاع ۱۵ متر جسمی به جرم $100g$ را مطابق شکل با سرعت اولیه‌ی $10 \frac{m}{s}$ پرتاب می‌کنیم.



- (۱) ۱۵
 (۲) ۲۰
 (۳) $10\sqrt{3}$
 (۴) $10\sqrt{2}$

سرعت جسم در هنگام برخورد با زمین چند $\frac{m}{s}$ است؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر شود و $g = 10 \frac{m}{s}$).
 گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. $V^2 - V_0^2 = 2gy \Rightarrow V^2 - (10)^2 = 2 \times 10 \times 15 \Rightarrow V = 20 \text{ m/s}$

۲۴- پرتو باریک SI به موازات محور اصلی به آینه‌ی M_1 می‌تابد و پس از انعکاس از روی آینه‌ی دوم روی خودش منعکس می‌شود. اگر فاصله‌ی کانونی آینه‌های M_1 و M_2 به ترتیب 20 cm و 30 cm باشد، فاصله‌ی دو آینه از



یک‌دیگر چند سانتی‌متر است؟

- (۱) ۴۰
 (۲) ۷۰
 (۳) ۸۰
 (۴) ۱۰۰

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. باید کانون آینه‌ی M_1 بر مرکز آینه‌ی M_2 منطبق باشد که در این صورت فاصله‌ی بین دو آینه برابر خواهد شد با:
 $f_1 + r_2 = f_1 + 2f_2 = 20 + 2 \times 30 = 80 \text{ cm}$

۲۵- یک پرتو نور با زاویه‌ی تابش 60° درجه به یکی از دو آینه‌ی تخت، متقاطع تاییده است. هرگاه پرتو تابش و بازتابش در آینه‌ی دوم، بر هم منطبق باشند، زاویه‌ی بین دو آینه، چند درجه است؟

- (۱) ۳۰
 (۲) ۶۰
 (۳) ۹۰
 (۴) ۱۲۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. زاویه‌ی α باید 60° درجه باشد.
 $\alpha = 180 - (30 + 90) = 60$