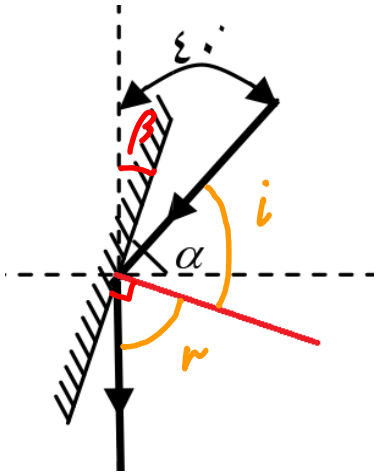
ب

# تمرین شماره ۱۲ فیزیک پایه اول دبیرستان – مبحث نورشناسی – بازتاب (۲)

Note Title

۱- می‌خواهیم ته چاهی را به وسیله پرتوهایی که با زاویه $40^\circ$ نسبت به راستای قائم می‌تابد همانند شکل روشن کنیم. زاویه $\alpha$ (زاویه بین آینه با سطح افقی) باید چند درجه باشد؟ زاویه تابش در این حالت چقدر است؟

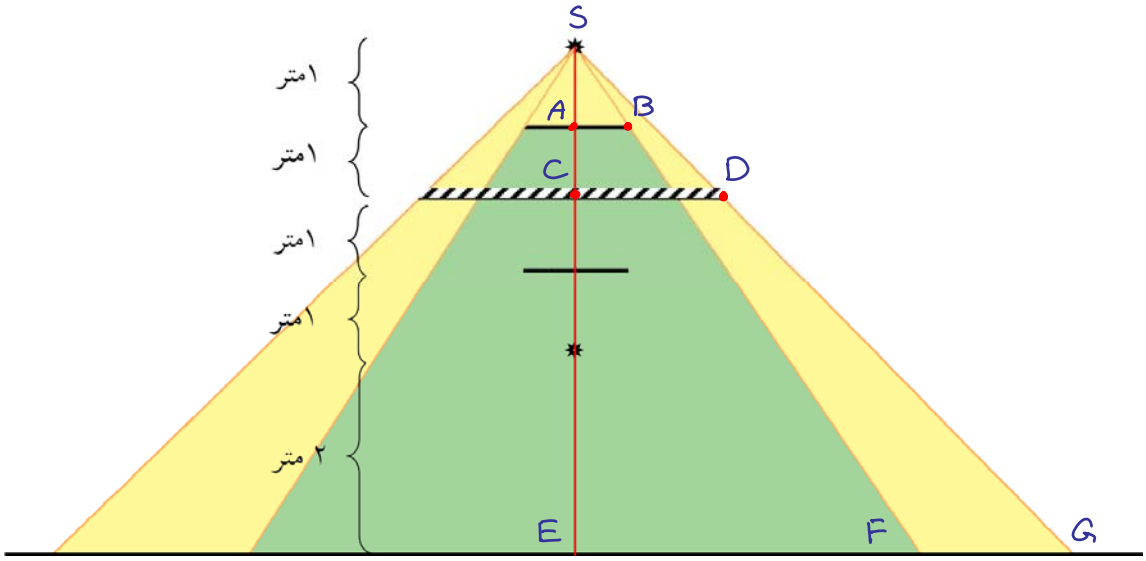



$$\left.\begin{array}{l} i = r \\ i + r + 40^\circ = 180^\circ \end{array}\right\} \Rightarrow 2r + 40^\circ = 180^\circ \Rightarrow r = 70^\circ$$

$$r + 90^\circ + \beta = 180^\circ \Rightarrow 70^\circ + 90^\circ + \beta = 180^\circ \Rightarrow \beta = 20^\circ$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ \Rightarrow \alpha + 20^\circ = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 70^\circ$$

۲- منبع نور نقطه‌ای همانند شکل بین یک آینه تخت و پرده‌ای قرار گرفته است. اگر یک جسم کدر بین منبع نور و آینه قرار بگیرد، مساحت روشن‌ترین ناحیه‌ای که روی پرده تشکیل می‌شود چقدر است؟ (قطر جسم کدر ۱ متر و قطر آینه ۳ متر است)



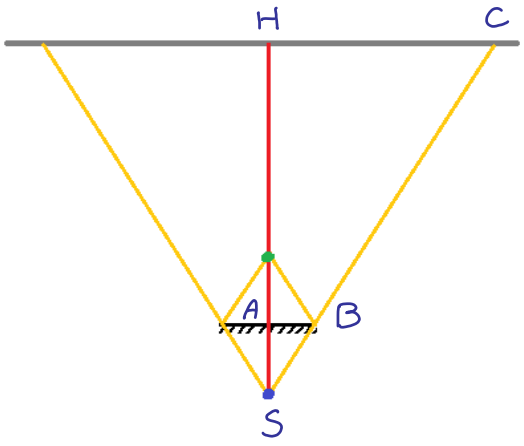

در حل این مسأله، از تصویر قرص کدر و منبع نقطه‌ای نور استفاده می‌کنیم. در این حالت آینه معادل یک پنجره است.

$$\triangle SAB \sim \triangle SEF \Rightarrow \frac{AB}{EF} = \frac{SA}{SE} \Rightarrow EF = \frac{SE}{SA} AB \Rightarrow EF = \frac{6m}{1m} \times 0.5m = 3m$$

$$\triangle SCD \sim \triangle SEG \Rightarrow \frac{CD}{EG} = \frac{SC}{SE} \Rightarrow EG = \frac{SE}{SC} CD \Rightarrow EG = \frac{6m}{2m} \times 1.5m = 4.5m$$

$$\text{مساحت قسمت روشن} = \pi (4.5m)^2 - \pi (3m)^2 = 35.3\, m^2$$

۳- آینه تختی به شکل دایره‌ای به شعاع $R$ روی سطح افقی میزی در اتاقی قرار دارد. نقطه‌ای نورانی به فاصله $d$ از مرکز آینه روی عمودی که از مرکز آن می‌گذرد، قرار دارد و فاصله آینه از سقف اتاق $5d$ است. شعاع دایره روشن روی سقف، حاصل از انعکاس نور به‌وسیله آینه چقدر است؟




در حل این مسأله از تصویر نقطهٔ نورانی استفاده می‌کنیم. در این حالت آینه مانند یک پنجره در مقابل تصویر نقطهٔ نورانی عمل می‌کند.

$$S\hat{A}B \sim S\hat{H}C \Rightarrow \frac{AB}{HC} = \frac{SA}{SH} \Rightarrow HC = \frac{SH}{SA} AB$$

$$\Rightarrow HC = \frac{6d}{d} R = 6R$$

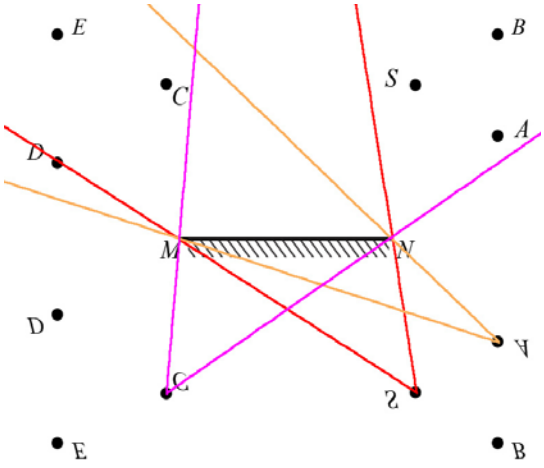
۴- در هریک از شکل‌های زیر با رسم پرتوهای مناسب بگویید:

الف) در شکل زیر تصویر نقطه نورانی $S$ در آینه تخت $MN$ به‌وسیله کدام ناظر رؤیت نمی‌شود؟

ب) فضایی را مشخص کنید که در آن نقاط $A$ و $C$ دیده شوند، ولی نقطه $S$ دیده نشود. (هاشور بزنید)

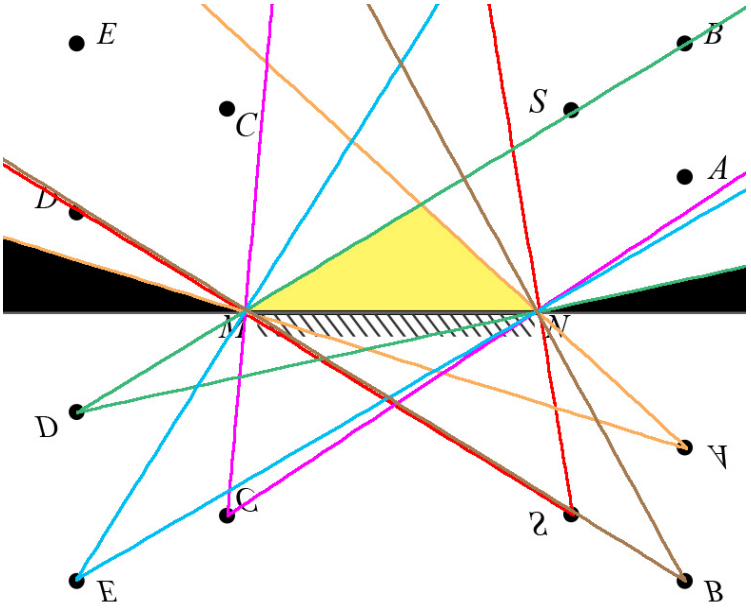
ج) فضایی را مشخص کنید که در آن همه نقاط رویت شوند. (هاشور بزنید)

د) فضایی را مشخص کنید که در آن هیچ یک از نقاط رویت نشوند. (هاشور بزنید)



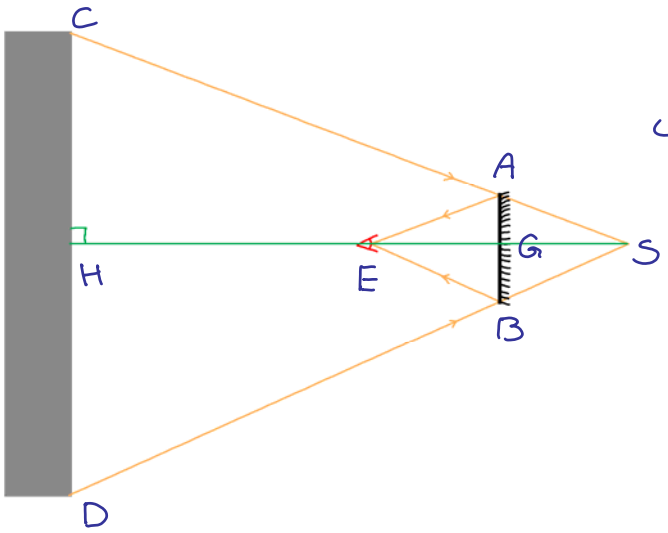

نقطهٔ S توسط A و B رؤیت نمی‌شود.

ناحیه‌ای که در آن A و C رؤیت می‌شوند ولی S نه، وجود ندارد.




ناحیه‌ای که در آن همه نقاط رؤیت می‌شوند با زرد و ناحیه‌ای که در آن هیچ نقطه‌ای رؤیت نمی‌شود با سیاه رنگ شده است.

۵- معمار ساختمانی با قرار دادن آینه‌ای به طول ۲۰ سانتی‌متر و به فاصله ۶۰ سانتی‌متر در مقابل چشمان خود می‌تواند ساختمانی به طول ۲۸ متر را به طور کامل ببیند. فاصله این شخص تا ساختمان چقدر است؟




در این مسأله از تصویر چشم در آینه استفاده می‌کنیم. در این صورت آینه معادل یک پنجره خواهد بود:

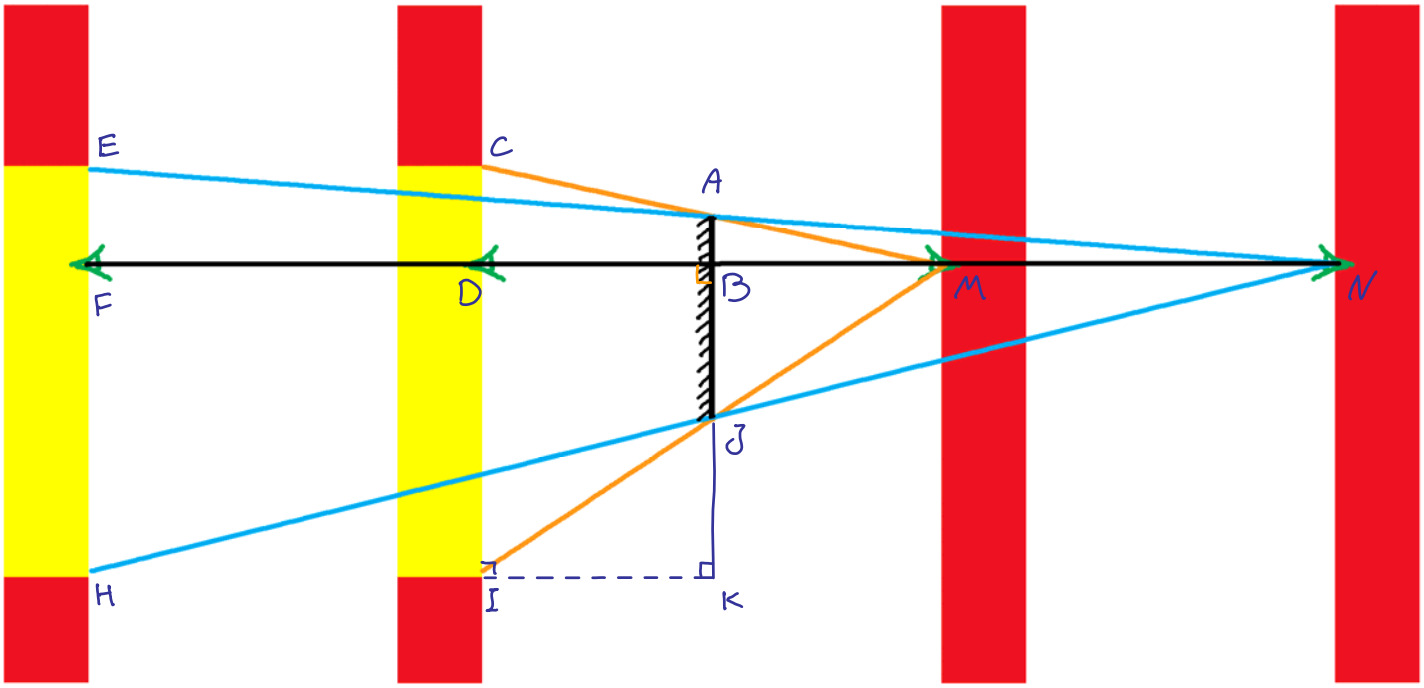
$SG = EG = 0/6\ cm$ ، $AB = 0/2m$ ، $CD = 28\ m$

$$\overset{\Delta}{SAB} \sim \overset{\Delta}{SCD} \Rightarrow \frac{AB}{CD} = \frac{SG}{SH} \Rightarrow$$

$$SH = \frac{CD}{AB} SG \Rightarrow SG + EG + HE = \frac{CD}{AB} SG \Rightarrow HE = \left(\frac{CD}{AB} - 2\right) EG \Rightarrow$$

$$HE = \left(\frac{28m}{0/2m} - 2\right) \times 0/6m = 138 \times 0/6\ m = 82/8\ m$$

۶- الف) شخصی در جلوی آینه دستشویی ایستاده و قسمتی از صورت و گردن خود را می‌بیند. برای اینکه با همین وضعیت مقدار بیشتری از بدن خود را ببیند، جلوتر باید برود یا عقب‌تر؟ چرا؟




$$BD = BM = \frac{MD}{2} \text{ ، } BF = BN = \frac{FN}{2}$$

$$\left.\begin{array}{l} \triangle MAB \sim \triangle MCD \Rightarrow \frac{CD}{AB} = \frac{MD}{MB} \Rightarrow CD = \frac{MD}{MB} AB \Rightarrow CD = ۲AB \\ \triangle NAB \sim \triangle NEF \Rightarrow \frac{EF}{AB} = \frac{NF}{NB} \Rightarrow EF = \frac{NF}{NB} AB \Rightarrow EF = ۲AB \end{array}\right\} \Rightarrow CD = EF$$

به طریق مشابه ① . $FH = ID = ۲BJ$

$$\left.\begin{array}{l} CD = EF = ۲AB \\ ID = HF = ۲BJ \end{array}\right\} \Rightarrow CD + ID = EF + HF = ۲AB + ۲BJ \Rightarrow CI = EH = ۲AJ$$ ②

یعنی عقب رفتن یا جلو آمدن تأثیر در اندازهٔ قسمتهای قابل رؤیت نمی‌گذارد.

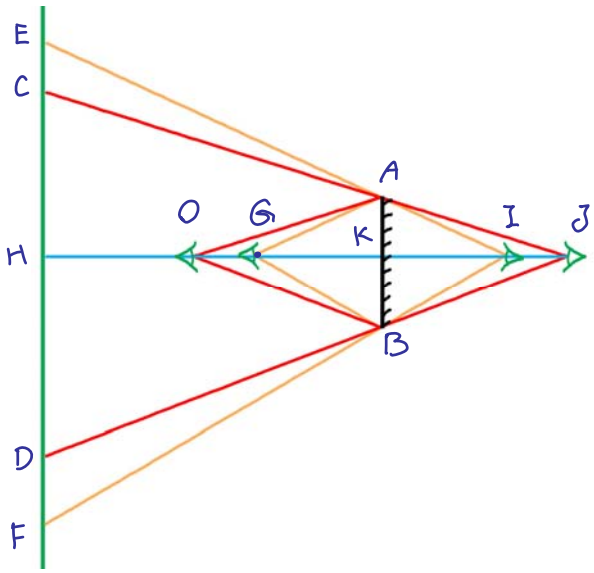
ب) شخصی به قد ۱۷۰ سانتی متر حداقل نیازمند آینه ای با چه طولی است تا بتواند خود را به طور کامل در آینه ببیند. اگر فاصله چشمان او تا زمین ۱۶۰ سانتی‌متر باشد فاصله پایین‌ترین نقطه آینه از زمین چقدر باید باشد؟

طبق رابطهٔ ② اندازهٔ ناحیهٔ قابل رؤیت دو برابر اندازهٔ آینه است. پس طول آینه باید $\frac{۱۷۰cm}{۲} = ۸۵cm$ باشد.

طبق رابطهٔ ① فاصلهٔ چشمان تا زمین دو برابر فاصلهٔ چشمان تا پایین آینه است. پس فاصلهٔ پایین آینه تا زمین برابر است با:

$$JK = BK - BJ \Rightarrow JK = DI - BJ \Rightarrow JK = DI - \frac{DI}{۲} \Rightarrow JK = \frac{DI}{۲} = \frac{۱۶۰cm}{۲} = ۸۰cm$$

۷- شخصی در فاصله $۴۰\ cm$ از یک آینه تخت به مساحت $۱۶\ cm^۲$ ایستاده است و تصویر منظره‌ای را که در فاصله $۳/۲\ m$ پشت سرش به دیواری آویزان است تماشا می‌کند. اگر شخص $۲۰\ cm$ از آینه دور شود، نسبت مساحت منظره قابل رؤیت مرتبه دوم به اول چقدر است؟




$$KI = GK = ۰/۴m$$

$$JK = OG = ۰/۴m + ۰/۲m = ۰/۶m$$

$$HG = ۳/۲m \Rightarrow HK = HG + GK = ۳/۶m$$

$$\overset{\Delta}{IAB} = \overset{\Delta}{IEF} \Rightarrow \frac{AB}{EF} = \frac{IK}{IH} = \frac{0/4}{0/4+3/6} = \frac{0/4}{4} = \frac{1}{10} \Rightarrow \left(\frac{AB}{EF}\right)^2 = \frac{1}{100} \Rightarrow$$

$$S_{AB} = \frac{1}{100} S_{EF} \Rightarrow S_{EF} = 100 \times 16\,cm^2$$

$$\overset{\Delta}{JAB} = \overset{\Delta}{JCD} \Rightarrow \frac{AB}{CD} = \frac{JK}{JH} = \frac{0/6}{0/6+3/6} = \frac{0/6}{4/2} = \frac{1}{7} \Rightarrow \left(\frac{AB}{CD}\right)^2 = \frac{1}{49} \Rightarrow$$

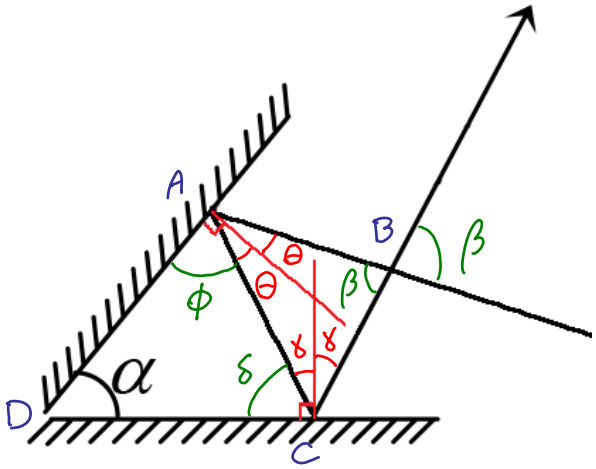
$$S_{AB} = \frac{1}{49} S_{CD} \Rightarrow S_{CD} = 49 \times 16\,cm^2$$

$$\frac{S_{CD}}{S_{EF}} = \frac{49 \times 16\,cm^2}{100 \times 16\,cm^2} = 0/49$$

۸- در شکل‌های زیر دو آینه تخت با یک‌دیگر زاویه $\alpha$ می‌سازند.

الف) رابطه بین دو زاویه $\alpha$ و $\beta$ را بیابید.

ب) اگر مجموعه دو آینه حول فصل مشترک دو آینه (ضلعی از دو آینه که با هم تماس دارند) به اندازه ۱۰ درجه و ساعتگرد بچرخد، زاویه $\beta$ چقدر می‌شود؟ (راستای پرتوی تابش اولیه تغییر نمی‌کند.)

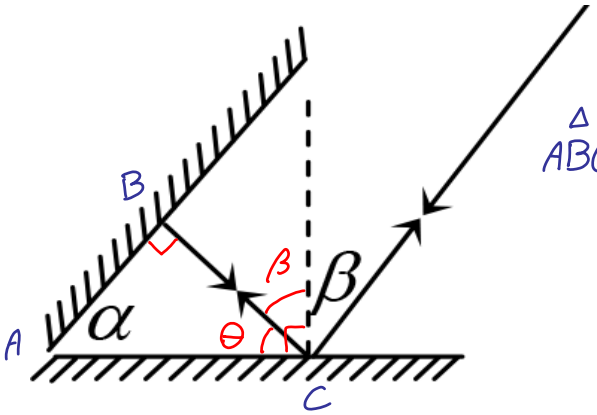



$$\left.\begin{aligned} &\overset{\Delta}{ACD}: \alpha + \phi + \delta = 180^\circ \\ &\theta + \phi = 90^\circ \Rightarrow \phi = 90 - \theta \\ &\gamma + \delta = 90^\circ \Rightarrow \delta = 90 - \gamma \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$\left.\begin{aligned} &\alpha + (90^\circ - \theta) + (90^\circ - \gamma) = 180^\circ \Rightarrow \alpha - \theta - \gamma = 0 \Rightarrow \alpha = \theta + \gamma \\ &\overset{\Delta}{ABC}: \beta + 2\theta + 2\gamma = 180^\circ \Rightarrow \beta + 2(\theta+\gamma) = 180^\circ \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

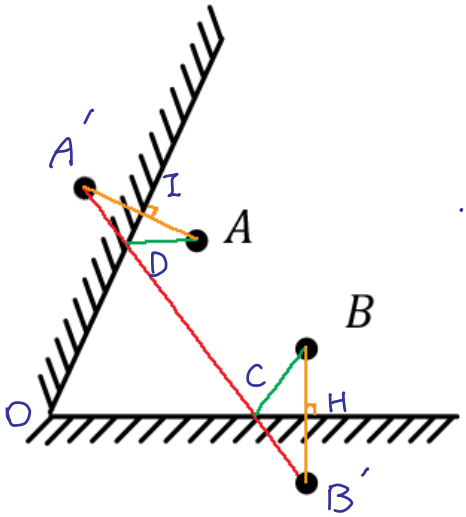
$$\beta + 2\alpha = 180^\circ \Rightarrow \beta = 180^\circ - 2\alpha$$

با توجه به اینکه زاویهٔ $\beta$ تنها به $\alpha$ بستگی دارد، با دوران آینه‌ها تنها زوایای $\theta$ و $\gamma$ تغییر می‌کند.




$$\left.\begin{array}{l} \overset{\Delta}{ABC}: \alpha + 90^\circ + \theta = 180^\circ \Rightarrow \alpha + \theta = 90^\circ \\ \beta + \theta = 90^\circ \end{array}\right\} \Rightarrow \alpha = \beta$$

۹- الف) در شکل مقابل با استدلال مناسب مسیر پرتویی را مشخص کنید که از $A$ بگذرد و پس از دو بار بازتاب در دو آینه از نقطه $B$ بگذرد.

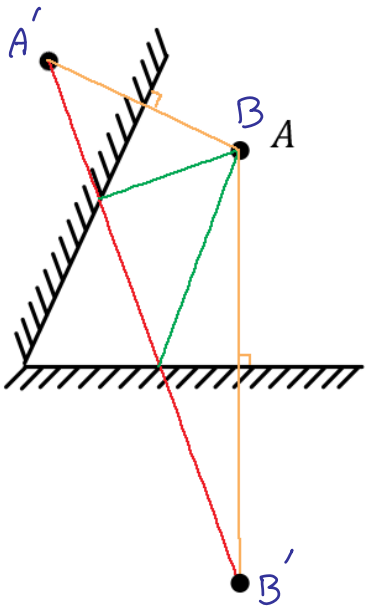



تصاویر A و B را در دو آینه مشخص می‌کنیم. سپس آن‌ها را با خطی راست به هم وصل می‌کنیم. محل تقاطع خط با دو آینه را به نقاط A و B وصل می‌کنیم. مسیر شکسته به دست آمده بین دو آینه، پرتوی مورد نظر است.

کافی است ثابت کنیم این پرتو در هنگام بازتاب از هر آینه، از قانون تابش بازتابش تبعیت می‌کند:

$$\left.\begin{array}{l} BH = B'H \\ \hat{BHO} = \hat{B'HO} = 90^\circ \\ CH \text{ ضلع مشترک} \end{array}\right\} \Rightarrow \overset{\Delta}{BHC} = \overset{\Delta}{B'HC} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \hat{BCH} = \hat{B'CH} \\ \hat{B'CH} = \hat{DCO} \end{array}\right\} \Rightarrow \hat{BCH} = \hat{DCO}$$

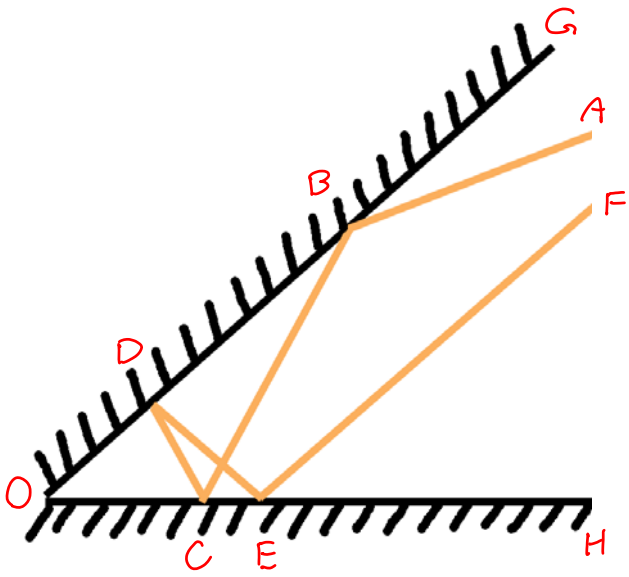
به طریق مشابه: $\hat{ADI} = \hat{CDO}$




ب) در شکل مقابل با استدلال مناسب مسیر پرتویی را مشخص کنید که از $A$ بگذرد و پس از دو بار بازتاب در دو آینه دوباره از نقطه $A$ بگذرد.

اگر در مسأله قبل نقطه B را بر روی A قرار دهیم به حل این مسأله می‌رسیم. به عبارتی این بار باید تصویر A را در هر دو آینه یک‌بار وصل کنیم و ...

۱۰- در شکلهای زیر پرتوی نور پس از چند بار بازتابش از فضای بین دو آینه خارج می‌شود (دیگر به آینه ها برخورد نمی‌کند)؟ (طول آینه‌ها نامحدود است)




$\hat{GOH} = 40^\circ$ $\quad \hat{CBO} = \hat{ABG} = 20^\circ$ تابش بازتابش

$\hat{BCH} = \hat{CBO} + \hat{GOH} = 20^\circ + 40^\circ = 60^\circ$ زاویه خارجی

$\hat{DCO} = \hat{BCH} = 60^\circ$ تابش بازتابش

$\hat{GOH} + \hat{DCO} + \hat{ODC} = 180^\circ$ مثلث

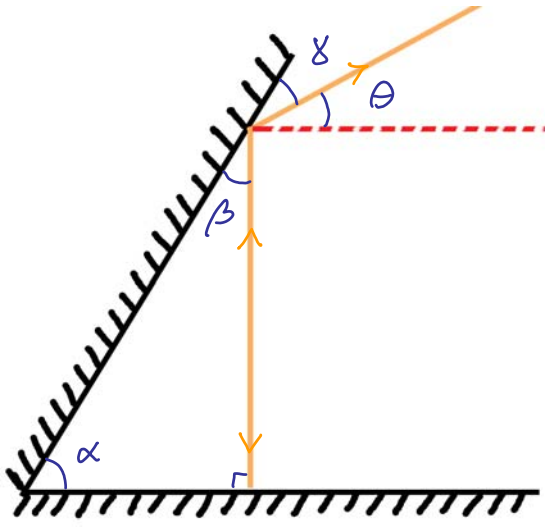
$\Rightarrow 40^\circ + 60^\circ + \hat{ODC} = 180^\circ \Rightarrow \hat{ODC} = 80^\circ$

$\hat{EDG} = \hat{ODC} = 80^\circ$ تابش بازتابش

$\hat{EDG} = \hat{GOH} + \hat{DEO}$ زاویه خارجی $\Rightarrow 80^\circ = 40^\circ + \hat{DEO} \Rightarrow \hat{DEO} = 40^\circ$

$\hat{FEH} = \hat{DEO} = 40^\circ$ تابش بازتابش

$\left.\begin{matrix}\hat{FEH} = 40^\circ \\ \hat{GOH} = 40^\circ\end{matrix}\right\} \Rightarrow EF \parallel OG \Rightarrow$ دیگر برخوردی صورت نمی‌گیرد. $\Rightarrow$ تعداد برخوردها $= 4$




$\alpha + \beta + 90^\circ = 180^\circ \Rightarrow 60^\circ + \beta + 90^\circ = 180^\circ \Rightarrow \beta = 30^\circ$

$\gamma = \beta = 30^\circ$

$\gamma + \theta = \alpha \Rightarrow 30^\circ + \theta = 60^\circ \Rightarrow \theta = 30^\circ$

پس دیگر برخوردی به آینه پایینی رخ نخواهد داد. درنهایت در برخورد بیشتر صورت نگرفته است.