

نور هندسی

قوانین نور و آینه تخت

المپیاد فیزیک ایران - دوره ۱ تا ۲۰

-۱

1. شخصی مقابل آینه مسطحی که بر روی دیواری نصب شده ایستاده است و سطح قسمتی از دیوار پشت سر خود را در آینه می بیند. سطحی از دیوار که در آینه دیده می شود:
- (الف) به فاصله شخصی از آینه بستگی ندارد.
- (ب) فقط به ابعاد آینه بستگی دارد.
- (ج) به فاصله آینه از دیوار بستگی ندارد.
- (د) به فاصله شخصی از آینه و ابعاد آینه و فاصله دیوار از آینه بستگی دارد.

-۲

2. فرفره ای را روی یک میز افقی به چرخش در می آوریم. اگر هنگامی که از بالا نگاه می کنیم چرخش فرفره در جهت عقربه های ساعت باشد آن را چپ گرد و در غیر این صورت آن را راست گرد می نامیم. کدام یک از جملات زیر در مورد تصویر یک فرفره در یک آینه تخت درست است؟
- (الف) تصویر فرفره راست گرد در آینه عمود بر محور آن راست گرد و در آینه موازی با محور آن، چپ گرد است.
- (ب) تصویر فرفره راست گرد، در آینه عمود بر محور آن چپ گرد و در آینه موازی با محور آن، راست گرد است.
- (ج) تصویر فرفره راست گرد، همواره فرفره راست گرد است.
- (د) تصویر فرفره راست گرد، همواره فرفره چپ گرد است.

-۳

3. یک خط کش چوبی به طول L به طور قائم روی زمین قرار گرفته و نور خورشید با زاویه θ نسبت به امتداد قائم بر آن می تابد. ($\theta \neq 90^\circ$) خط کش به آرامی بدون آن که پای آن حرکت کند روی زمین می افتد. در همین افتادن، طول سایه خط کش روی زمین ابتدا بزرگ و سپس کوچک می شود. ماکزیمم طول سایه کدام یک از مقادیر زیر است؟

- (الف) L (ب) $\frac{L}{\cos \theta}$ (ج) $L \tan \theta$ (د) $L \cos \theta$

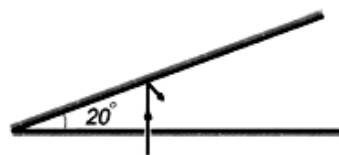
-۴

4. شعاع های زمین و خورشید به ترتیب $7/4 \times 10^3$ و 7×10^5 کیلومتر بوده و بزرگی زاویه ای خورشید $\frac{1}{4}$ درجه است. فاصله ماه از زمین از چه مقداری باید بیشتر می بود تا هیچ گاه ماه گرفتگی اتفاق نیفتد؟

- (الف) $1/5 \times 10^7$ km (ب) $7/3 \times 10^5$ km (ج) $1/6 \times 10^8$ km (د) در هر فاصله ای ماه گرفتگی وجود دارد.

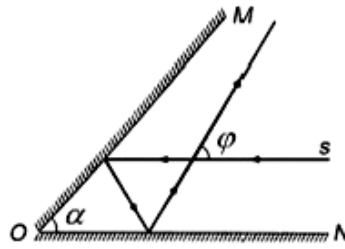
-۵

5. دو آینه تخت بسیار طویل مطابق شکل با یکدیگر زاویه 20° درجه می سازند. در آینه افقی سوراخ کوچکی ایجاد شده و نور از آن به طور قائم می تابد. این نور چند دفعه در برخورد با آینه ها منعکس خواهد شد؟



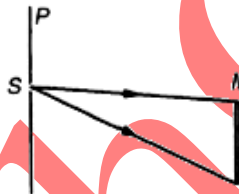
- (الف) ۳ (ب) ۴ (ج) ۵ (د) ۶ (ه) ۱۷ (و) بی نهایت

IRYSC.COM دو آینه تخت OM و ON مطابق شکل، با یکدیگر زاویه α می‌سازند. برای یک نور K بعد از بازتابش از آینه‌های OM و ON با راستای اولیه خود زاویه φ می‌سازد. اگر دستگاه دو آینه به اندازه 1° حول فصل مشترک دو آینه بچرخد، زاویه φ چقدر تغییر می‌کند؟



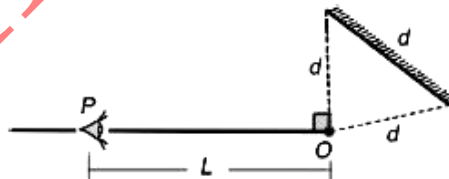
- الف) 2° (ب) 1° (ج) $|\alpha - 2^\circ|$ (د) صفر درجه (ه) 4°

IRYSC.COM در شکل مقابل از شکاف باریک S واقع بر روی پرده P نور به سطح آینه تخت M می‌تابد و بر اثر بازتاب، ناحیه روشنی بر روی پرده تشکیل می‌شود. آینه M و پرده P موازی یکدیگرند. هرگاه فاصله آینه را از پرده ۲ برابر کنیم پهنای ناحیه روشن ...



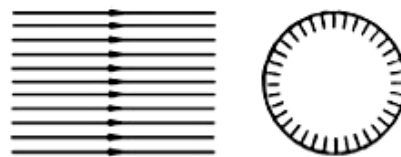
- الف) نصف می‌شود. (ب) دو برابر می‌شود. (ج) چهار برابر می‌شود. (د) تغییر نمی‌کند.

IRYSC.COM مطابق شکل، نقطه نورانی O از دو سر آینه تختی به عرض d به فاصله d است. ناظری که در نقطه P است می‌تواند تصویر O را در آینه ببیند. فاصله نقطه P از نقطه O برابر با L است. آینه را حول نقطه O به اندازه زاویه α می‌چرخانیم. اگر α از 3° بیشتر شود، ناظر واقع در نقطه P دیگر نمی‌تواند تصویر O در آینه را ببیند. کدام گزینه در مورد مقدار L و جهت چرخش آینه درست است؟



- الف) $\frac{d}{\sqrt{3}}$ ساعتگرد. (ب) d ، پادساعتگرد. (ج) $d \frac{\sqrt{3}}{2}$ ، پادساعتگرد. (د) $d \frac{\sqrt{3}}{2}$ ، ساعتگرد.

IRYSC.COM یک دسته پرتو موازی مطابق شکل به یک کره بازتابند می‌تابد. چه کسری از نور تابیده به کره با زوایای انحراف بیشتر از 12° از روی آن باز می‌تابد؟

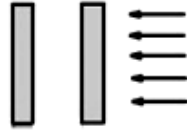


- الف) $\frac{1}{4}$ (ب) $\frac{1}{3}$ (ج) $\frac{1}{2}$ (د) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

اگر با تلسکوپ به کره زهره نگاه کنیم، معلوم می‌شود که زهره هم مثل ماه حالت‌های هلال و بدر دارد. بزرگی زاویه‌ای (قطر ظاهری) زهره در حالت هلال کامل (باریک‌ترین هلال) تقریباً ۶ برابر بزرگی زاویه‌ای آن در حالت بدر کامل است. نسبت شعاع مدار زهره در حرکت به دور خورشید به شعاع مدار زمین در حرکت به دور خورشید چقدر است؟

- الف) $\frac{1}{4}$ (ب) $\frac{5}{9}$ (ج) $\frac{1}{\sqrt{6}}$ (د) $\frac{5}{9}$ (ه) صفر

دو سطح نیم‌آینه‌ای که مطابق شکل زیر هر کدام ۵۰ درصد از نور را عبور و بقیه را باز می‌تابانند، موازی یکدیگر قرار گرفته‌اند. اگر یک دسته پرتو نور عمود بر آنها بتابد، چه کسری از آن، از مجموعه عبور می‌کند؟

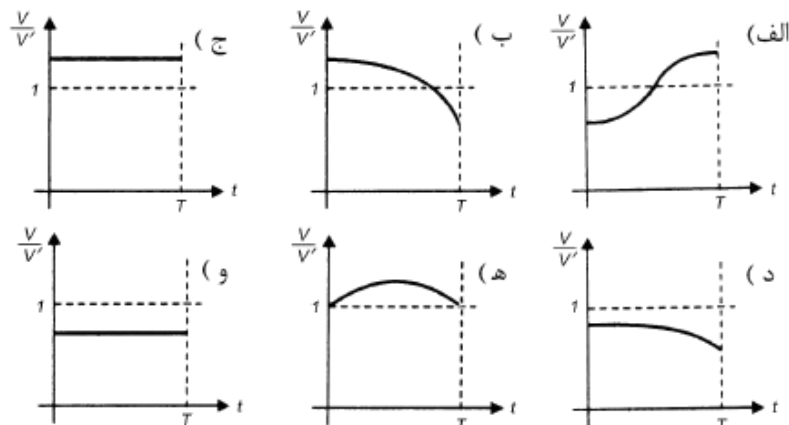
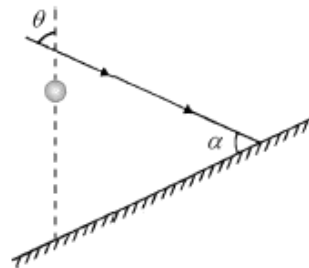


- الف) $\frac{1}{4}$ (ب) $\frac{1}{3}$ (ج) $\frac{1}{4}$ (د) $\frac{2}{7}$ (ه) صفر

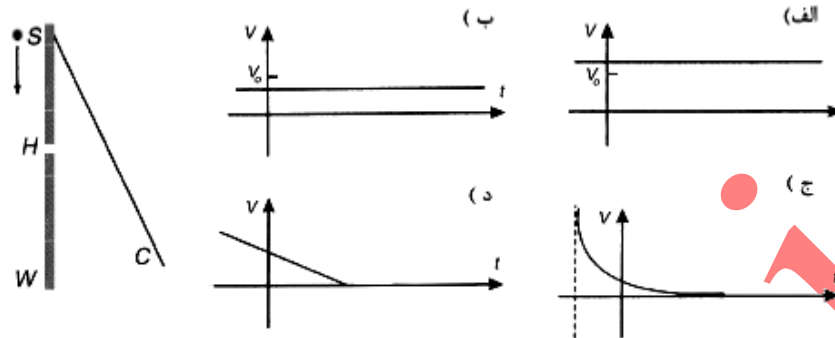
دانشمندی به نام اراتوستن برای سنجش شعاع زمین از این پدیده استفاده کرد که وقتی تابش نور خورشید در شهر آسوان در مصر بر زمین عمود است، زاویه پرتوهای نور خورشید با راستای عمود بر زمین در شهر اسکندریه حدود ۷ درجه است. با توجه به این که شهر اسکندریه تقریباً در شمال آسوان قرار دارد، فاصله این دو شهر تقریباً چند کیلومتر است؟ (شعاع زمین حدود ۶۴۰۰ کیلومتر است.)

- الف) ۱۱۰۰ (ب) ۷۸۰ (ج) ۵۲۰ (د) ۳۲

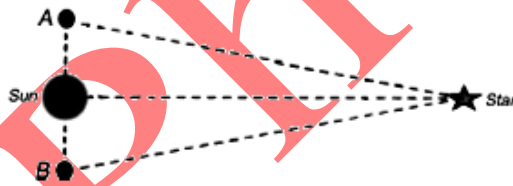
مطابق شکل، نور خورشید با زاویه α به یک سطح شیب‌دار می‌تابد. زاویه تابش پرتوهای آفتاب با خط قائم θ است ($\theta < \alpha$). گلوله‌ای را بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم تا در راستای قائم سقوط کند. سایه گلوله روی سطح شیب‌دار می‌افتد. کدام یک از نمودارهای زیر ممکن است نشان‌دهنده نسبت سرعت گلوله (V) به سرعت سایه آن روی سطح شیب‌دار (V') بر حسب زمان باشد؟



پرده C ، مطابق شکل پشت دیوار W قرار دارد. روزانه کوچک H در دیوار W است. جسمه کوچک S با سرعت ثابت v_0 به موازات دیوار به طرف پایین حرکت می‌کند و در لحظه $t = 0$ درست روبه روی H است (خطی که SH بر دیوار عمود است). نور جسمه S لکه کوچکی روی پرده C درست می‌کند. نمودار سرعت این لکه روی پرده چگونه است؟



اخترشناسان برای اندازه‌گیری فاصله ستاره‌ای تا زمین با دوربین نجومی دو بار آن را به فاصله ۶ ماه، از زمین رصد می‌کنند. در دو رصد یک ستاره، محور دوربین 50° ثانیه قوسی می‌چرخد. زمین در زمان‌های رصد ستاره، در نقطه‌های A و B است. فرض کنید خطی که خورشید را به ستاره وصل می‌کند، بر خط AB عمود است. فاصله ستاره تا زمین تقریباً چند برابر فاصله زمین تا خورشید است؟ (هر درجه 3600 ثانیه قوسی است.)



(د) 10^{11} برابر

(ج) 10^9 برابر

(ب) 10^7 برابر

(الف) 10^5 برابر

کدام یک از گزینه‌های زیر درباره‌ی ماه در شب هفتم ماه قمری در ایران درست است؟ (۱،۳-)

(الف) موقعیت نیم‌قرص ماه در آسمان به صورت شکل (۱)

و طلوع ماه تقریباً ۶ ساعت پیش از طلوع خورشید است.

(ب) موقعیت نیم‌قرص ماه در آسمان به صورت شکل (۱)

و غروب ماه تقریباً ۶ ساعت پس از غروب خورشید است.

(ج) موقعیت نیم‌قرص ماه در آسمان به صورت شکل (۲) و

طلوع ماه تقریباً ۶ ساعت پیش از طلوع خورشید است.

(د) موقعیت نیم‌قرص ماه در آسمان به صورت شکل (۲)

و غروب ماه تقریباً ۶ ساعت پس از غروب خورشید است.

شکل (۱)



شکل (۲)



فاصله‌ی زمانی طلوع آفتاب تا غروب آن را طول روز می‌نامیم. در کدام یک از مواقع سال تغییرات طول روز

کمتر است: (۱،۳-)

الف) روزهای آخر بهار، روزهای اول تابستان و نیز روزهای آخر تابستان، روزهای اول پاییز

ب) روزهای آخر تابستان، روزهای اول پاییز و نیز روزهای آخر پاییز، روزهای اول زمستان

ج) روزهای آخر زمستان، روزهای اول بهار و نیز روزهای آخر تابستان، روزهای اول پاییز

د) روزهای آخر بهار، روزهای اول تابستان و نیز روزهای آخر پاییز، روزهای اول زمستان

-۱۸-

عرض جغرافیایی تهران 36° است. زاویه‌ی محور قطبی زمین با راستای عمود بر صفحه‌ی مدار زمین به دور

خورشید 23° است. کمترین زاویه‌ی پرتوی خورشید با راستای عمود بر زمین در تهران چند درجه است؟ (۶ نمره)

-۱۹-

یک روز شهریور، نزدیک غروب شخصی کنار استخراست و تصویر خورشید را در آب

استخر می‌بیند. کدام گزینه درست است؟ (۱، ۲+)

الف) این شخص الزاماً در شرق استخراست.

ب) این شخص الزاماً در غرب استخراست.

ج) این شخص ممکن است در هر طرف استخرا باشد.

-۲۰-

دیموس یکی از دو قمر بهرام (مریخ) است. شعاع مدار آن به دور بهرام $2/3 \times 10^4 \text{ km}$

دوره‌ی گردش آن دور بهرام $1/3$ روز (روز زمین)، شعاع بهرام $3/4 \times 10^4 \text{ km}$ ، فاصله‌ی

بهرام تا خورشید $2/3 \times 10^8 \text{ km}$ ، و شعاع خورشید $7/0 \times 10^5 \text{ km}$ است. قطر دیموس

از قطر بهرام بسیار کوچک‌تر است. فرض کنید صفحه‌ی مدار دیموس دور بهرام، همان

صفحه‌ی مدار بهرام دور خورشید است. طی یک دوره‌ی گردش دیموس دور بهرام، چند

دقیقه خسوف می‌شود (یعنی بهرام جلوی رسیدن نور خورشید به دیموس را می‌گیرد)؟ ۸ نمره

-۲۱-

یک آینه‌ی تخت گرد به موازات دیوار است. نور تولیدشده از یک چشمه‌ی نقطه‌ای که روی

دیوار است، روی آینه می‌افتد و یک لکه‌ی نورانی روی دیوار ایجاد می‌کند. اگر آینه با سرعت v

به سمت دیوار حرکت کند، کدام گزینه درست است؟

(۱، ۳+)

الف) سرعت مرکز لکه روی دیوار v است و مساحت لکه افزایش می‌یابد.

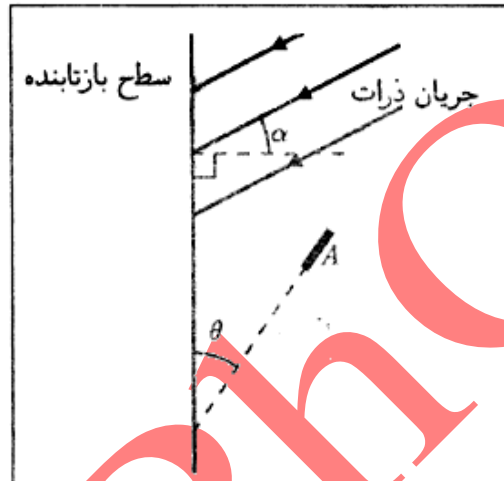
ب) سرعت مرکز لکه روی دیوار v است و مساحت لکه تغییر نمی‌کند.

ج) مرکز لکه روی دیوار ثابت است و مساحت لکه هم تغییر نمی‌کند.

د) مرکز لکه روی دیوار ثابت است و مساحت لکه افزایش می‌یابد.

جریانی از ذرات، به یک سطح بازتابنده می‌تابد. تعداد ذره‌های گذرنده از واحد سطح عمود بر مسیر جریان، J بر واحد زمان است. هر ذره‌ای که به سطح بازتابنده می‌خورد، از آن باز می‌تابد، چنان که اندازه‌ی سرعت آن تغییر نمی‌کند و جهت بازتابش آن هم مثل بازتابش نور است. یک سطح کوچک جاذب به مساحت A در مسیر ذره‌های بازتابنده است. این سطح همه‌ی ذره‌هایی که به آن می‌رسند را جذب می‌کند. سرعت ذرات فرودی، روی صفحه‌ی شکل قرار دارد و سطح جاذب و سطح بازتابنده بر صفحه‌ی شکل عمود اند. مطابق شکل، زاویه‌ی باریک‌ی ذرات فرودی با عمود بر سطح بازتابنده α ، و زاویه‌ی سطح جاذب با سطح بازتابنده θ است. تعداد ذره‌های جذب‌شده بر واحد زمان چقدر است؟

(۱-، ۵+)



الف) JA

ب) $JA \cos \alpha$

ج) $JA \cos(\alpha - \theta)$

د) $JA \cos \theta$

ه) $JA \cos \alpha \cos \theta$

و) $JA \cos(\alpha + \theta)$

-۲۳-

در چند سال آینده کوچک‌ترین زاویه‌ی قابل تشخیص با تلسکوپ‌ها به یک میلی‌ثانیه خواهد رسید. هر یک درجه 3600 ثانیه است. فرض کنید چنین تلسکوپی در اختیار داریم و می‌خواهیم میله‌ای را که در دویست هزار کیلومتری ما قرار دارد و بر خط دید عمود است ببینیم. حداقل طول میله حدوداً چه قدر باشد تا بتوانیم دو سر آن را از هم تشخیص دهیم؟

(۱-، ۳+)

الف) ده کیلومتر

ب) صد متر

ج) یک متر

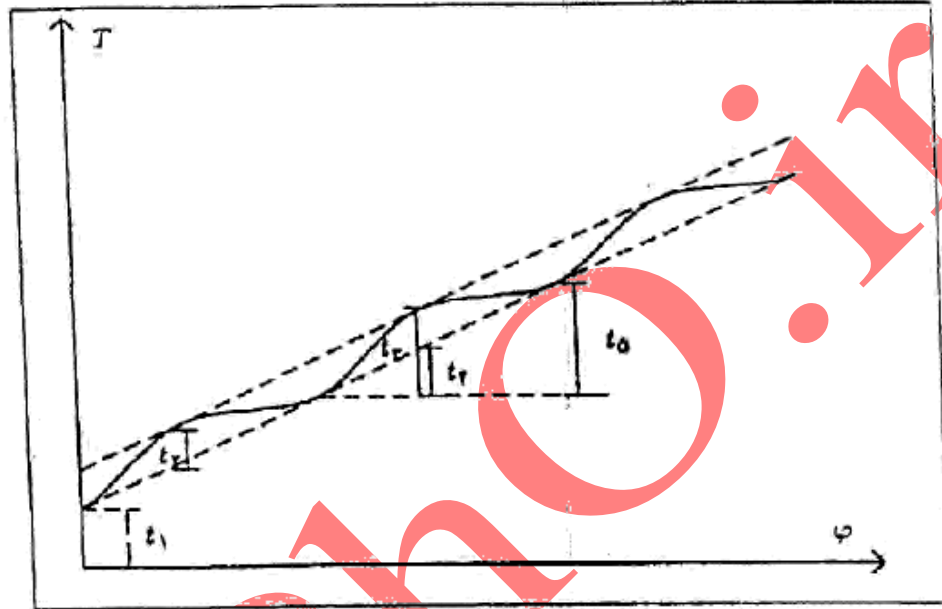
د) ده میلی‌متر

-۲۴-

عرض جغرافیایی دابلین، پایتخت ایرلند جنوبی، 53° شمالی است. یک خیابان شرقی - غربی به عرض 21 m در این شهر در نظر بگیرید. در ضلع شمالی این خیابان ساختمان A قرار دارد که پنجره‌ای در ارتفاع 25 m از سطح زمین دارد. در ضلع جنوبی این خیابان، و مقابل ساختمان A ، ساختمان B به ارتفاع h در حال ساخت است. حداقل h چند متر باشد تا در ظهر هیچ روزی از سال آفتاب به پنجره‌ی ساختمان A نتابد؟

(۱۰ نمره)

یو (Io) یکی از قمرهای برجیس (مشتری) است که روی مداری دایره‌ای دور برجیس می‌گردد. زاویه‌ی میان خط واصل این قمر به مرکز برجیس با خط واصل برجیس به خورشید را φ می‌نامیم. رابطه‌ی φ با زمان به شکل $\varphi = \omega t$ است، که ω مفداری ثابت است. نوری که در زمان $t = \frac{\varphi}{\omega}$ از این قمر گسیل می‌شود، در زمان T به زمین می‌رسد. چون فاصله‌ی زمین از یو ثابت نیست، بستگی T به φ پیچیده‌تر از بستگی t به φ است. نمودار بستگی T به φ به این شکل است.



مدار زمین به دور خورشید را دایره‌ای به قطر D بگیرید. از فاصله‌ی یو تا برجیس، در مقایسه با فاصله‌ی برجیس تا زمین و نیز قطر مدار زمین به دور خورشید چشم ببخشید، و فرض کنید حرکت مداری برجیس آن قدر کند است که طی یک سال زمینی، برجیس تقریباً جایه‌ی جایی نمی‌شود. برجیس روی صفحه‌ی شامل مدار زمین به دور خورشید است. سرعت نور، بر حسب D و پارامترهای مشخص شده در شکل کدام است؟

$$\left(+\frac{3}{4}, -\frac{3}{4}\right)$$

$$\frac{D}{t_5} \text{ (ا)}$$

$$\frac{D}{t_2} \text{ (د)}$$

$$\frac{D}{t_3} \text{ (ج)}$$

$$\frac{D}{t_2} \text{ (ب)}$$

$$\frac{D}{t_1} \text{ (الف)}$$

-۲۶

یک صفحه عمود بر محور x است و از $x = d$ می‌گذرد. تعدادی آینه‌ی کوچک تخت این صفحه را قطع می‌کنند. این آینه‌ها چنان اند که اگر یک باریکه‌ی موازی با محور x به آن‌ها برخورد بازتابش باریکه از مبدأ می‌گذرد. آینه‌ای را در نظر بگیرید که فاصله‌اش از محور x برابر r است. زاویه‌ی راستای عمود بر این آینه با محور x را θ می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

$$\left(+\frac{3}{4}, -\frac{3}{4}\right)$$

$$\sin 2\theta = \frac{r}{d} \text{ (د)}$$

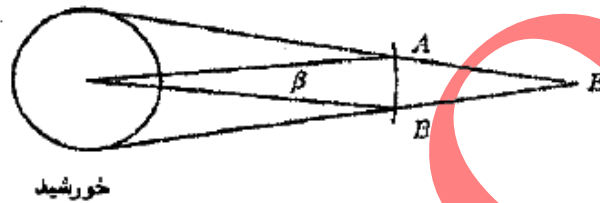
$$\sin \theta = \frac{r}{d} \text{ (ج)}$$

$$\tan 2\theta = \frac{r}{d} \text{ (ب)}$$

$$\tan \theta = \frac{r}{d} \text{ (الف)}$$

اگر خطی که از زمین و سیاره‌ی ناهید می‌گذرد، خورشید را قطع کند و ناهید بین زمین و خورشید باشد، ناهید روی خورشید لکه می‌اندازد. به این پدیده‌ی نادر گذر ناهید از روی خورشید می‌گویند. مدار زمین و ناهید دور خورشید را دایره‌هایی هم‌مرکز و هم‌صفحه بگیرید. از قطر زمین و ناهید در برابر قطر خورشید و شعاع‌های مدارها چشم‌پوشید. وقتی زمین در نقطه‌ی E است، برای این که ناهید روی خورشید لکه انداخته باشد باید ناهید در ناحیه‌ی AB از مدارش باشد. قطر خورشید را D ، شعاع مدار زمین را R_E ، و شعاع مدار ناهید را R_V بگیرید. با توجه به این که D خیلی کوچک‌تر از R_E و R_V است، زاویه‌ی β چند رادیان است؟

(۱-، ۵+)



خورشید

الف) $\frac{D}{R_E}$

ب) $\frac{D(R_E - R_V)}{R_E R_V}$

ج) $\frac{D}{R_V}$

د) $\frac{D R_E}{R_V (R_E + R_V)}$

ه) $\frac{D}{R_E - R_V}$

و) $\frac{D(R_E - R_V)}{(R_E + R_V)^2}$

-۲۸

جسم شفاف A ، آینه‌ی تخت B ، و مانع کدر C را در نظر بگیرید. ناظری در یکی از نقطه‌های خط Δ است. کدام گزینه درست است؟

(۱-، ۳+)



الف) ناظر هر جای خط Δ که باشد تصویر همه‌ی A را می‌بیند.

ب) ناظر هر جای خط Δ که باشد تصویر هیچ نقطه‌ای از A را نمی‌بیند.

ج) بخشی از A هست، که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را نمی‌بیند، و بخشی از A هست که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را می‌بیند.

د) بخشی از A هست، که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را نمی‌بیند، و جاهایی از خط Δ هست که ناظر اگر آن جا باشد، تصویر بخشی از A را می‌بیند.

پاسخنامه

پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال
	۲۱		۱۱		۱
	۲۲		۱۲		۲
	۲۳		۱۳		۳
	۲۴		۱۴		۴
	۲۵		۱۵		۵
	۲۶		۱۶		۶
	۲۷		۱۷		۷
	۲۸		۱۸		۸
			۱۹		۹
			۲۰		۱۰