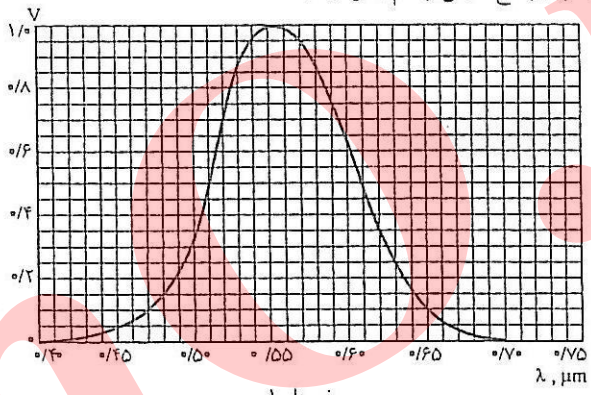
نورسنجی

۱. با استفاده از نمودار پاسخ طیفی چشم (نمودار ۱):



نمودار ۱

الف) شار انرژی مربوط به شار روشنایی $1lm$ را برای طول موج‌های $0/51\mu m$ و $0/64\mu m$ بدست آورید.

ب) در صورتی که شار انرژی $\Phi_e = 4/5mW$ به طور یکنواخت بین طول موج‌های بازه $0/58\mu m$ تا $0/63\mu m$ توزیع شده باشد و تابع $V(\lambda)$ نیز در این بازه خطی باشد، شار روشنایی مربوط به این بازه را به‌دست آورید.

۲. یک منبع نقطه‌ای متقارن شار روشنایی $\Phi = 10lm$ را با طول موج $\lambda = 0/59\mu m$ ساطع می‌کند. با استفاده از نمودار (۱)، حداکثر اندازه میدان الکتریکی و مغناطیسی ناشی از این شار روشنایی را در فاصله $r = 1m$ از منبع بدست آورید.

۳. در دو حالت زیر، روشنایی واحد سطح کره مانی به شعاع $R = 60cm$ را، به‌دست آورید.

الف) یک دسته پرتو موازی طوری به سمت کره تابیده می‌شود که در ناحیه‌ای که بر سطح کره عمود می‌باشد، روشنایی واحد سطح $E.$ را بر روی آن ایجاد می‌کند.

ب) نوری با شدت روشنایی $I = 36cd$، از چشمه نقطه‌ای همسانگرد در فاصله $l = 100cm$ از مرکز کره، به کره می‌تابد.

۴. در جسم منیری تابندگی واحد سطح در واحد زاویه فضایی جسم، (L)، با زاویه‌ای که پرتو خارج شده از آن با راستای عمود بر سطح می‌سازد، (θ)، رابطه $L = L. \cos\theta$ دارد. تابندگی واحد سطح این جسم منیر را به‌دست آورید.

۵. سطحی منیر که از قانون لامبرت تبعیت می‌کند، در اختیار داریم:

اگر تابندگی واحد سطح در واحد زاویه فضایی این جسم منیر L باشد:

الف) شار روشنایی منتشر شده از مساحت ΔS این سطح منیر، در داخل مخروطی که محورش عمود بر سطح و زاویه رأسش θ می‌باشد، چقدر است؟

ب) تابندگی واحد سطح منبع چقدر است؟

۶. دیسکی منیر با مساحت $S = 100cm^2$ به صورت افقی در بالای مرکز میزی به شعاع $R = 1m$ قرار دارد. تابندگی واحد سطح در واحد زاویه فضایی منبع مستقل از جهت انتشار نور و برابر با $L = 1/6 \times 10^4 \frac{cd}{m^2}$ می‌باشد. دیسک در چه ارتفاعی بالای میز قرار داشته باشد که تابندگی در منطقه روشن میز، بیشینه شود؟ مقدار تابندگی را به‌دست آورید. (منبع را مانند جسمی نقطه‌ای درنظر بگیرید.)

۷. یک منبع نقطه‌ای در ارتفاع $h = 1m$ بالای مرکز میز دایره‌ای به شعاع $R = 1m$ قرار دارد. شدت نور منبع (I) در جهات مختلف به گونه‌ای است که تابندگی در همه نقاط میز برابر باشد. در صورتی که θ زاویه بین راستای پرتو با خط قائم و $I. = 100cd$ باشد، تابع $I(\theta)$ و همچنین شار روشنایی رسیده به سطح میز را به دست آورید.

۸. لامپی لکه‌ای به مساحت $S = 100cm^2$ بر روس سقف اتاق دایره‌ای به شعاع $R = 1m$ ایجاد کرده است. روشنایی واحد سطح لکه مذکور $E = 1000lx$ می‌باشد. اگر بازتابش سقف از قانون لامبرت تبعیت کرده و ضریب بازتابش سقف $\rho = 0/8$ باشد، بیشینه روشنایی در واحد سطح دیوارهای اتاق را، که از باز تابش نور سقف پدید آمده است، به‌دست آورید.

۹. گنبدی منیر به شکل نیمکره بر روی سطح تخت افقی قرار دارد. تابندگی واحد سطح در واحد زاویه فضایی گنبد L و به صورت یکنواخت و به سمت مرکز نیمکره می‌باشد. روشنایی واحد سطح را در مرکز نیمکره، به‌دست آورید.

۱۰. منبع لامبرتی به شکل یک صفحه تخت بینهایت با تابندگی واحد سطح در واحد زاویه فضایی L در اختیار داریم. روشنایی واحد سطح یک جزء سطح موازی با منبع مذکور را به‌دست آورید.

IranPhO.ir

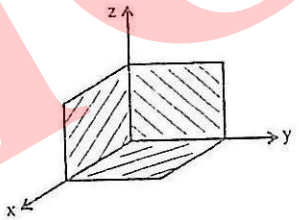
۱۱. دیسک فلزی منیری با شعاع $R = ۲۵cm$ در ارتفاع $h = ۷۵cm$ بالای میزی قرار دارد. دیسک مذکور از قانون لامبرت تبعیت می‌کند. اگر روشنایی واحد سطح میز، در نقطه‌ای زیر مرکز دیسک برابر با $E_۰ = ۷۰ lx$ باشد، تابندگی واحد سطح دیسک را به‌دست آورید.

۱۲. لامپ کوچک کروی، به شعاع $R = ۶cm$ در ارتفاع $h = ۳m$ از سطح زمین آویزان شده است. تابندگی واحد سطح در واحد زاویه فضایی لامپ در همه جهات برابر با $L = ۲ \times ۱۰^۴ \frac{cd}{m^۲}$ می‌باشد. روشنایی واحد سطح زمین را دقیقاً در نقطه زیر لامپ، بدست آورید.

۱۳. قانون بازتاب را برای یک پرتو نور به صورت برداری بیان کنید.

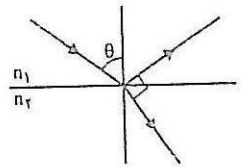
(از بردارهای $\overrightarrow{e}$ و $\overrightarrow{e'}$ به عنوان بردارهای یکه در جهت پرتو تابش و پرتو بازتابش و نیز بردار $\overrightarrow{n}$ به عنوان بردار یکه عمود بر سطح آینه ـ بردار نرمال آینه ـ استفاده کنید.)

۱۴. نشان دهید اگر پرتو نور به وسیله سه آینه عمود بر هم، (مطابق شکل)، بازتابیده شود، نور بازتابیده هم‌راستا با پرتوی اولیه ولی در خلاف جهت آن می‌باشد.



شکل (۱)

۱۵. تحت چه زاویهٔ تابشی، (θ)، پرتو بازتابیده از سطح یک مایع بر پرتو عبور یافته، (شکسته شده)، از همان سطح عمود است؟ ضریب شکست محیط اول، $n_۱ = ۱$ ، و محیط دوم، $n_۲ = n$، می‌باشد.



شکل (۲)

۱۶. فرض کنید پرتوی از محیطی غلیظ وارد محیطی رقیق می‌شود. زاویه حد برای این پرتو، θ_c می‌باشد. همچنین اگر پرتو با زاویه θ به مرز دو محیط تابیده شود، پرتوهای شکست یافته و منعکس شده بر یکدیگر عمود می‌باشند. حال با دانستن $\eta = \frac{\sin\theta_c}{\sin\theta} = ۱/۲۸$، ضریب شکست نسبی دو محیط را به‌دست آورید.

۱۷. پرتو نوری از هوا به تیغه شیشه‌ای متوازی‌السطوحی با ضخامت $d = ۶cm$ وارد می‌شود. اگر زاویه پرتو ورودی $\theta = ۶۰^\circ$ باشد، میزان جابجایی پرتو شکسته شده نسبت به راستای پرتوی ورودی چقدر است؟

(ضریب شکست نسبی در محیط $n = \frac{۳}{۲}$ می‌باشد.)

۱۸. شخصی با زاویه θ، به کف استخر پر از آبی به عمق h، نگاه می‌کند. سنگی در کف استخر قرار دارد. شخص سنگ را در چه فاصله‌ای از سطح آب می‌بیند؟ (ضریب شکست نسبی آب n می‌باشد)

۱۹. ثابت کنید در منشوری با زاویه رأس کوچک θ و ضریب شکست نسبی n، پرتوهای نور با زاویه $\alpha \simeq (n-۱)\theta$ و مستقل از زاویه تابش منحرف می‌شوند. فرض کنید زاویه تابش و شکست، کوچک می‌باشند.

۲۰. پرتو نوری از منشوری به زاویه رأس θ و ضریب شکست n عبور می‌کند. اگر α زاویه انحراف پرتو باشد. ثابت کنید در صورتی که پرتو به صورت متقارن از منشور عبور کند:

الف) زاویه α کمترین مقدار خود را اختیار کرده است.

ب) ارتباط بین α و θ از رابطه $\sin\frac{\alpha+\theta}{۲} = n\sin\frac{\theta}{۲}$ به‌دست می‌آید.

۲۱. زاویه رأس یک منشور شیشه‌ای با کمترین زاویه انحراف نور در منشور برابر می‌باشد. این زاویه، (زاویه رأس منشور)، را پیدا کنید. ضریب شکست نسبی شیشه $\frac{۳}{۲}$ می‌باشد.

۲۲. پرتو نوری به منشوری شیشه‌ای با زاویه رأس $\theta = ۶۰^\circ$ تابانده می‌شود. مقادیر کمینه و بیشینه زاویه انحراف پرتو را بعد از عبور از منشور پیدا کنید. $\left(n = \frac{۳}{۲}\right)$

۲۳. منشوری مثلثی، به زاویه رأس $\theta = ۶۰^\circ$ در اختیار داریم. اگر منشور در هوا باشد، مینیمم زاویه انحراف پرتو ورودی ۳۷° می‌شود. اگر منشور را در آب قرار دهیم، مینیمم زاویه انحراف پرتو ورودی چقدر می‌شود؟ ضریب شکست نسبی آب، $n_۱ = ۱/۳۳$، و ضریب شکست نسبی شیشه، $n_۲ = ۱/۵$، می‌باشد.

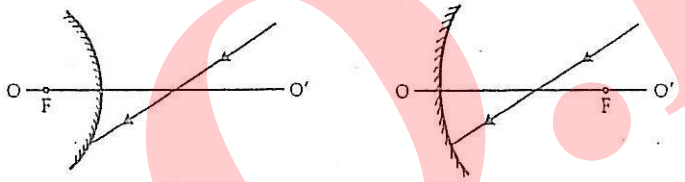
۲۴. پرتو نوری به منشوری مثلثی با زاویه رأس $\theta = ۶۰^\circ$ می‌تابد. این پرتو از دو رنگ تشکیل شده است. ضریب شکست نسبی منشور برای این دو رنگ، متفاوت و برابر با ۱/۵۱۵ و ۱/۵۲۰ می‌باشد. پرتو ورودی طوری تابیده می‌شود که زوایای انحراف، مینیمم مقدار خود را اختیار کنند. زاویه بین دو پرتو، (دو رنگ)، بعد از خروج از منشور، $(\Delta\alpha)$، را پیدا کنید.

۲۵. با استفاده از اصل فرما قوانین شکست نور را به‌دست آورید. (اصل فرمان بیان می‌کند که نور همواره

IranPhO.ir

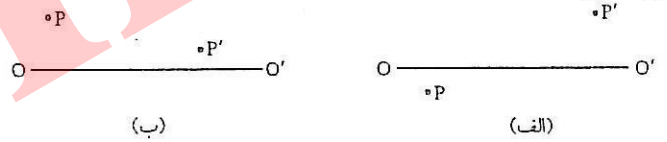
مسیری را بین دو نقطه می‌پیماید که مدت زمان طی آن مسیر نسبت به مسیرهای همسایه کمترین مقدار باشد.)

۲۶. الف. مسیر پرتو را بعد از بازتاب از آینه‌های مقعر و محدب شکل‌های زیر پیدا کنید. (نقطه F کانون آینه و OO' محور آینه می‌باشد.)



شکل (۳)

ب. اگر P و P' نقاط مزدوج آینه باشند، مکان آینه و کانون آن را در شکل‌های زیر مشخص کنید. نقاط مزدوج نقاطی هستند که اگر جسمی در محل یکی از آنها قرار گیرد، تصویر بر روی نقطهٔ دیگر تشکیل می‌شود و بالعکس.



شکل (۴)

۲۷. شخصی مقابل آینه مقعری ایستاده است. در هر یک از دو حالت زیر، فاصله کانونی آینه چقدر است؟

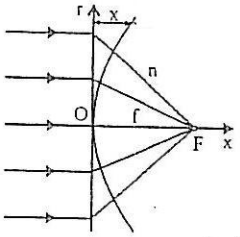
الف. فاصله شخص و تصویر $l = 15cm$ و بزرگ نمایی آینه $m = 2$ می‌باشد.

ب. در ابتدا بزرگنمایی آینه در این حالت $m_1 = 0/5$ می‌باشد. سپس شخص به اندازهٔ $l = 5cm$ جابجا می‌شود. بزرگنمایی در این حالت $m_2 = 0/25$ می‌باشد.

۲۸. یک منبع نقطه‌ای با شدت روشنایی $I_0 = 100\,cd$ در فاصله $p = 20\,cm$ از یک آینه مقعر به فاصله کانونی $f = 25cm$ قرار دارد. اگر ضریب بازتابش آینه $\rho = 0/8$ باشد، شدت روشنایی بازتاب شده از آینه چقدر است؟

۲۹. با استفاده از اصل فرما، قانون شکست نور را برای پرتوهای پیرامحور، در حالتی که از یک سطح مرزی کروی به شعاع R بین دو محیط با ضریب شکست‌های نسبی n و n' عبور کنند، به‌دست آورید. پرتوهای پیرامحور پرتوهایی هستند که در نزدیکی محور وسیلهٔ اپتیکی قرار دارند و زاویه آنها با محور خیلی بزرگ نیست.

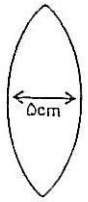
۳۰. یک دسته پرتو موازی (مطابق شکل ۵) به سطح خارجی محیطی با ضریب شکست n، برخورد می‌کند. اگر دسته پرتو در نقطه F، در فاصله f از نقطه O، کانونی بشود، شکل سطح، $x(r)$، را پیدا کنید.



شکل (۵)

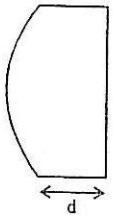
شعاع دسته پرتو نور حداکثر چقدر باشد که در نقطه F کانونی شود؟

۳۱. چشمه‌ای نقطه‌ای در فاصله $20\,cm$ از سطح جلویی یک عدسی شیشه‌ای کوز ـ کوز قرار دارد. ضخامت و شعاع انحنای سطوح عدسی هر دو $5cm$ می‌باشند. تصویر چشمه در چه فاصله‌ای از سطح پشتی عدسی ایجاد می‌شود؟



شکل (۶)

۳۲. جسمی در مقابل سطح محدب یک عدسی کوز ـ تخت به قطر $d = 9cm$ قرار دارد. تصویر جسم بر روی سطح تخت عدسی تشکیل شده است.



شکل (۷)

الف) اگر بدانیم شعاع انحنای سطح محدب برابر با $R = 2/5cm$ می‌باشد، بزرگنمایی عدسی را بدست آورید.

ب) اگر تابندگی واحد سطح جسم $L = 7700\,\frac{cd}{m^2}$ و قطر روزنه ورودی عدسی $D = 5mm$ باشد، تابندگی واحد سطح تصویر چقدر خواهد بود؟ اتلاف نور درون عدسی را ناچیز فرض کنید.

۳۳. توان نوری و فاصله کانونی عدسی‌های زیر را به‌دست آورید.

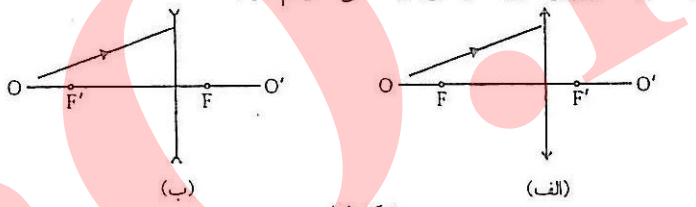
الف) عدسی شیشه‌ای نازکی که در مایعی به ضریب شکست نسبی $n_0 = 1/7$ قرار دارد و توان

IranPhO.ir

نوری‌اش در هوا (دیوپتر) $D_0 = -5$ می‌باشد.

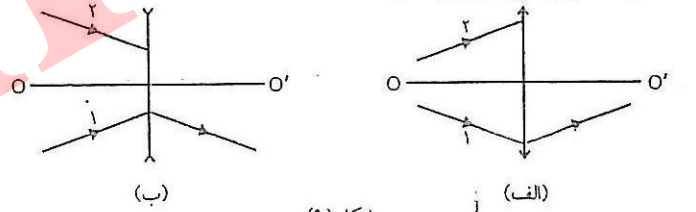
ب) عدسی شیشه‌ای متقارن نازک کوژ ـ کوژ که یک طرف آن هوا و در طرف دیگرش آب با ضریب شکست نسبی $n = \frac{4}{3}$ می‌باشد. می‌دانیم که توان نوری عدسی در هوا (دیوپتر) $D_0 = +10$ است.

۳۴. الف) در شکل (۸) OO' محور اصلی عدسی‌ها و F و F' کانون در جلو و عقب عدسی‌ها می‌باشد. با توجه به شکل، مسیر پرتوها را بعد از عبور از عدسی‌ها رسم کنید.



شکل (۸)

ب) اگر در شکل (۴)، P محل جسم و P' محل تصویر آن توسط عدسی نامشخصی با محور اصلی OO' باشد، محل عدسی و کانون آن را پیدا کنید.



شکل (۹)

ج) در شکل (۹) مسیر پرتو ۱ بعد از عبور از عدسی‌ها رسم شده است. مسیر پرتو ۲ را، پیدا کنید. محیط دو طرف عدسی‌ها یکسان فرض می‌شود.

۳۵. عدسی همگرایی به فاصله کانونی $f = 25cm$، تصویری از یک شیء بر روی پرده‌ای به فاصله $l = 5m$ از عدسی ایجاد می‌کند. در صورتی که پرده را به اندازهٔ $\Delta l = 18cm$ به عدسی نزدیک کنیم، جسم را چقدر باید جابجا کنیم تا باز هم بر روی پرده تصویر واضحی ایجاد شود؟

۳۶. چشمه نوری در فاصله $l = 90\,cm$ از یک پرده قرار دارد. عدسی همگرایی را بین پرده و چشمه، قرار می‌دهیم. در دو نقطه بین پرده و چشمه، عدسی تصویر واضحی بر پرده ایجاد می‌کند. فاصله کانونی عدسی را در دو حالت زیر به‌دست آورید.

الف) فاصله بین این دو نقطه که عدسی بر روی آنها قرار گرفته و تصویر واضح ایجاد کرده است، $\Delta l = 30\,cm$ باشد.

ب) بزرگنمایی عدسی در یکی از این نقاط ۴ برابر نقطه دیگر باشد.

۳۷. عدسی محدبی بین پرده و جسمی قرار دارد. با قرار دادن عدسی در دو مکان مشخص، بین پرده و جسم، تصویر واضحی بر پرده ایجاد می‌شود. در صورتی که بدانیم اندازهٔ یکی از تصویرها $h' = 2mm$ و اندازهٔ تصویر دیگر $h'' = 4/5mm$ باشد، اندازهٔ جسم (h) را به‌دست آورید.

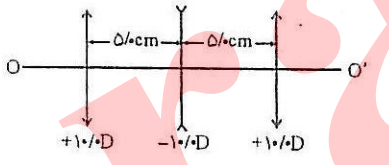
۳۸. در عدسی محدب نازکی $\frac{D}{f} = \frac{1}{3/5}$ می‌باشد (D قطر عدسی و f فاصله کانونی آن است.) این عدسی از جسمی در فاصله بسیار دور و با تابندگی $L = 260\,\frac{cd}{m^2}$، تصویر واضحی بر روی پرده ایجاد کرده است. اگر اتلاف نوری در عدسی $\alpha = 0/1$ باشد، روشنایی واحد سطح تصویر را به‌دست آورید.

۳۹. رابطه تابندگی واحد سطح در واحد زاویه فضایی تصویر حقیقی مستقیمی که به وسیله عدسی نازک همگرایی تشکیل شده است را با قطر عدسی، بدست آورید.

۴۰. دو عدسی نازک، یکی محدب با ضریب شکست نسبی $n_1 = 1/7$ و دیگری مقعر با ضریب شکست نسبی $n_2 = 1/51$ در اختیار داریم. شعاع انحنای هر دو عدسی $R = 10\,cm$ می‌باشد. این دو عدسی را به هم چسبانده و در آب قرار می‌دهیم. فاصله کانونی دستگاه ابتیکی حاصل در آب چقدر است؟

۴۱. یکی از سطوح عدسی شیشه‌ای متقارن کوژ ـ کوژی را نقره‌اندود کرده و آن سطح را به آینه تبدیل کرده‌ایم. اگر شعاع انحنای هر یک از سطوح این وسیله $R = 40\,cm$ باشد، فاصله کانونی دستگاه ابتیکی ایجاد شده را به‌دست آورید.

۴۲. مطابق شکل (۱۰) دستگاه ابتیکی متشکل از سه عدسی باریک درست کرده‌ایم.



شکل (۱۰)

الف) اگر یک دسته پرتو موازی از سمت چپ به دستگاه وارد شوند در چه نقطه‌ای کانونی می‌شوند؟

ب) فاصله نقطه‌ای بر روی محور اصلی در طرف چپ عدسی‌ها را تا عدسی اول طوری بیابید که این نقطه و تصویرش (در طرف راست) نسبت به عدسی‌ها تقارن داشته باشند.

۴۳. تلسکوپ گالیله‌ای با بزرگنمایی زاویه‌ای (درشت نمایی) ۱۰ در اختیار داریم. تلسکوپ را به سمت

IranPhO.ir

بی‌نهایت تنظیم می‌کنیم، طول تلسکوب در این حالت $45cm$ است.

الف) فاصله کانونی عدسی‌های چشمی و شیئی تلسکوب را بدست آورید.

ب) عدسی چشمی را چقدر باید جابجا کنیم تا تلسکوب برای فاصله $50\,cm$ تنظیم شود.

۴۴. اگر در یک تلسکوپ کپلری که به سمت بینهایت تنظیم شده است، ابعاد تصویر ایجاد شده به وسیله عدسی شیئی D و ابعاد تصویر نهایی ایجاد شده به وسیله عدسی چشمی d باشد، درشت‌نمایی تلسکوپ چقدر است؟

۴۵. شدت شار نوری خارج شده از یک تلسکوپ، $\eta = 4 \times 10^{-2}$ برابر شدت نور ورودی می‌باشد. اگر اندازهٔ زاویه‌ای تصویر ایجاد شده $\psi' = 20'$ باشد، اندازهٔ زاویه‌ای جسم، (ψ)، چقدر بوده است؟

۴۶. تلسکوپ کپلری با درشت نمایی $M = 15$ را در داخل آب قرار می‌دهیم. تلسکوپ پر از آب می‌شود. برای اینکه تلسکوپ با همان ابعاد قبلی کار کند، عدسی شیئی را عوض می‌کنیم. درشت نمایی تلسکوپ چقدر می‌شود؟ (ضریب شکست نسبی شیشه‌ای که عدسی چشمی از آن ساخته شده $n = 1/5$ می‌باشد.)

۴۷. تلسکوپی با عدسی شیئی به قطر $D = 6cm$ در اختیار داریم. درشت نمایی تلسکوپ، (M)، چقدر باشد که تابندگی تصویر ایجاد شده توسط تلسکوپ بر روی شبکیه چشم ما کمتر از تابندگی تصویر در حالتی که از تلسکوپ استفاده نمی‌کنیم، نباشد؟ (فرض کنید قطر مردمک چشم $d = 3mm$ باشد. همچنین از اتلاف نور در تلسکوپ صرفنظر کنید.)

۴۸. در میکروسکوپی زاویه نور ورودی به عدسی شیئی میکروسکوپ برابر با 2α می‌باشد $(\sin\alpha = 0/12)$. اگر قطر مردمک چشم $d_0 = 6mm$ باشد، بزرگ‌نمایی میکروسکوپ را در دو حالت زیر به دست آورید.

الف) قطر برتو خروجی از میکروسکوپ برابر با قطر مردمک چشم باشد.

ب) تابندگی تصویر ایجاد شده بر روی شبکیه چشم مستقل از بزرگ‌نمایی میکروسکوپ باشد.

۴۹. توان اپتیکی عدسی‌ها شیئی و چشمی میکروسکوپی به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰ دیوپتر می‌باشد. بزرگنمایی میکروسکوپ برابر با ۵۰ است. اگر فاصله بین عدسی‌های شیئی و چشمی به اندازهٔ $2\,cm$ افزایش یابد، بزرگنمایی میکروسکوپ چقدر خواهد شد؟

۵۰. سیستمی شامل یک عدسی همگرای متقارن (کوز ـ کوز) و یک آینه تخت است که عمود بر محور اپتیکی عدسی قرار گرفته است. فاصله بین عدسی و آینه $l = 12cm$ است و شعاع انحنای صفحات عدسی $R = 38cm$ می‌باشد. چنانچه فضای بین عدسی و آینه با آب پر شده باشد، توان اپتیکی این سیستم چقدر خواهد بود؟

۵۱. یک عدسی شیشه‌ای ضخیم با صفحات کوز و کاو و با ضخامت مجهول که در محیط هوا قرار گرفته است را درنظر بگیرید.

الف) اگر این عدسی به صورت تلسکوپ عمل کند، در صورتی که شعاع انحنای سطح محدب آن به اندازهٔ $\Delta R = 1/5cm$ بزرگتر از شعاع انحنای سطح مقعر آن باشد، ضخامت عدسی چقدر است؟

ب) اگر این عدسی توان اپتیکی برابر با -1 دیوپتر داشته باشد و شعاع انحنای سطوح محدب و مقعر آن به ترتیب ۱۰ و ۷/۵ سانتیمتر باشند، ضخامت عدسی را بیابید.

۵۲. یک سیستم تلسکوپ متشکل از دو گوی شیشه‌ای که شعاع انحنای آنها $R_1 = 5cm$ و $R_2 = 1cm$ است را درنظر بگیرید. اگر گوی بزرگتر به عنوان عدسی شیئی درنظر گرفته شود، فاصله بین مراکز گوی‌ها و بزرگنمایی این سیستم را به دست آورید.

۵۳. دو عدسی ضخیم دوکوز یکسان در نزدیکی یکدیگر قرار گرفته‌اند. ضخامت هر یک از عدسی‌ها برابر با شعاع انحنای سطوح آنهاست یعنی $d = R = 3cm$. توان اپتیکی این سیستم را در هوا به دست آورید.

IranPhO.ir