



لیگ علمی بین المللی پیا (پایا)

نهمین دوره لیگ علمی بین المللی پایا

9th International Scientific Paya League

هوالمعلم

دفترچه پیش آزمون و سوالات

آزمون مرحله نیمه نهایی (اردیبهشت ۱۳۹۵)

پایه هشتم

عنوان	صفحه	مدت زمان پاسخ گویی
پیش آزمون ها	۲-۱۲	۱۵ دقیقه
سوالات ۱ تا ۱۵ عمومی، سوالات ۱۶ تا ۲۵ اختصاصی براساس پیش آزمون	۱۳-۱۶	۴۵ دقیقه

پاسخ گویی به کلیه سوالات به صورت گروهی است. بنابراین توصیه می شود پس از جمع بندی نهایی یکی از اعضای گروه مسؤلیت وارد کردن پاسخ ها در پاسخ برگ را داشته باشد.

به ازای هر ۴ پاسخ اشتباه، امتیاز یک پاسخ صحیح از بین می رود.

لیگ علمی پایا در قالب گروه های ۵ نفره در پایه هشتم به صورت ترکیب علوم پایه و ریاضی برگزار می گردد. این مرحله از لیگ علمی پایا شامل پیش آزمون، سوالات عمومی و سوالات پیش آزمون است.

(۱) در قسمت اول آزمون هر کدام از اعضای گروه باید برگ پیش آزمون مربوط به خود را از دفترچه جدا نموده و به صورت انفرادی مطلب آموزشی (پیش آزمون) خود را در مدت زمان ۱۵ دقیقه مطالعه نمایند و به خاطر بسپارند.

(۲) قسمت دوم آزمون، شامل ۱۵ سوال تستی ۵ گزینه ای از مطالب کتاب های درسی و منابع معرفی شده است که دانش آموزان به صورت گروهی به آن ها پاسخ می دهند.

(۳) بخش سوم آزمون، شامل پاسخ گویی به ۱۰ سوال تستی ۵ گزینه ای است که همه اعضای گروه به کمک هم و با استناد به مطالب آموزشی که در بخش قبل مطالعه کرده اند به آن ها پاسخ می دهند.

تذکر ۱. هر یک از اعضای گروه ملزم به مطالعه یکی از پیش آزمون ها می باشند و در غیر این صورت تخلف در آزمون محسوب می شود.

تذکر ۲. چنانچه گروهی ۴ نفره باشد یکی از اعضای گروه علاوه بر مطالعه پیش آزمون مربوط به خود مسؤلیت پیش آزمون ۵ را نیز بر عهده دارد.

تذکر ۳. چنانچه گروهی ۳ نفره باشد یکی از اعضای گروه می تواند مسؤلیت مطالعه پیش آزمون ۴ را برعهده بگیرد و گروه مجاز به مطالعه پیش آزمون ۵ نمی باشد.

تذکر ۴. هنگام پاسخ گویی به سوالات، نیاز به جمع آوری پیش آزمون ها از دانش آموزان نمی باشد.

پیش‌آزمون ۱

نسبت‌های مثلثاتی

سینوس، کسینوس، تانژانت و کتانژانت هر زاویه را نسبت‌های مثلثاتی آن زاویه می‌گویند. نسبت‌های مثلثاتی در رابطه با مثلث قائم‌الزاویه هستند.

نسبت اندازه‌ی ضلع مقابل به زاویه‌ی α ، به ضلع مجاور به زاویه‌ی α را **تانژانت** یک زاویه می‌گوییم.

نسبت اندازه‌ی ضلع مقابل به زاویه‌ی α ، به وتر مثلث را **سینوس** یک زاویه می‌گوییم.

نسبت اندازه‌ی ضلع مجاور به زاویه‌ی α ، به وتر مثلث را **کسینوس** یک زاویه می‌گوییم.

نسبت اندازه‌ی ضلع مجاور به زاویه‌ی α ، به ضلع مقابل به زاویه‌ی α را **کتانژانت** یک زاویه می‌گوییم.

نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های خاص:

زاویه (بر حسب درجه)	۰	۳۰	۴۵	۶۰	۹۰	۱۸۰	۳۶۰
سینوس	۰	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	۱	۰	۰
کسینوس	۱	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	۰	-۱	۱
تانژانت	۰	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	۱	$\sqrt{3}$	تعریف نشده	۰	۰
کتانژانت	تعریف نشده	$\sqrt{3}$	۱	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	۰	تعریف نشده	تعریف نشده

چند رابطه‌ی مهم مثلثاتی:

$$۱) \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = ۱$$

$$۲) \sin^2 \theta = ۱ - \cos^2 \theta$$

$$۳) \cos^2 \theta = ۱ - \sin^2 \theta$$

$$۴) \tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$۵) \cot \theta = \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$$

$$۶) \tan \theta \cdot \cot \theta = ۱$$

$$۷) \tan \theta = \frac{1}{\cot \theta}$$

$$۸) \cot \theta = \frac{1}{\tan \theta}$$

$$۹) ۱ + \tan^2 \theta = \frac{1}{\cos^2 \theta}$$

$$۱۰) ۱ + \cot^2 \theta = \frac{1}{\sin^2 \theta}$$

$$۱۱) \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \cos \theta$$

$$۱۲) \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \sin \theta$$

$$۱۳) \tan\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \cot \theta$$

$$۱۴) \cot\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \tan \theta$$

نکته: اگر زاویه θ بسیار کوچک باشد (در حدود کم‌تر از ۶ درجه) می‌توان از برابری تقریبی سینوس و تانژانت θ در حل مسائل نیز استفاده نمود.

پیش‌آزمون ۲

قوانین و فرمول‌های شکست نور

اگر دستمان را زیر آب ببریم مطمئناً در تصویر آن نسبت به وقتی که در آب نیست انحراف می‌بینیم. اگر در استخر آب، کف استخر را مشاهده کنیم، احساس می‌کنیم عمق آب کمتر از مقدار واقعی آن است. همه‌ی این‌ها یک پدیده‌ی فیزیکی به نام **شکست نور** را بیان می‌کند که در این بخش به بیان این پدیده می‌پردازیم.

شکست نور یک پدیده اپتیکی است که در آن نور رسیده از یک منبع نورانی (مانند لامپ، خورشید و ستارگان) به خاطر تغییر سرعتی که برای آن در دو محیط با ضریب شکست متفاوت رخ می‌دهد دچار تغییر مسیر می‌شود؛ لذا هنگامی که شخص به این نور نگاه می‌کند گویی که نور دچار شکست شده است.

سرعت نور در محیط‌های شفاف مختلف یکسان نیست، به طوری که بیشترین سرعت آن در خلاء (یا تقریباً هوا) بوده و برابر ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه است.

در محیط‌های دیگر مثل آب، شیشه و ... سرعت نور کمتر از این مقدار است؛ لذا هنگامی که محیط حرکت نور از نظر غلظت تغییر می‌کند سرعت آن نیز تغییر می‌نماید و با افزایش غلظت سرعت کاهش پیدا می‌کند و برعکس. وقتی نور از محیط‌های شفاف مختلف عبور می‌کند، رفتار آن تغییر می‌کند. در این بخش می‌خواهیم رفتار نور در محیط‌های شفاف مختلف را بررسی کنیم. هنگامی که نور به یک محیط شفاف وارد یا از آن خارج می‌شود ممکن است پرتوهای نور شکست یابند و اثرهای جالب و گاهی زیبا را پدید آورند.

مثلاً اگر به یک سکه در ته لیوانی پر از آب نگاه کنید سکه بالاتر از محل واقعی خود به نظر می‌رسد یا وقتی که یک قاشق را به طور مایل در لیوان آب فرو می‌برید آن را در محل ورود به آب شکسته می‌بینید.

برعکس اگر جسم در هوا باشد و از محیط غلیظ به آن نگاه کنیم جسم دورتر به نظر می‌رسد. اگر به کف یک استخر نگاه کنید عمق آب کمتر از عمق واقعی به نظر می‌رسد، اگر در راستای نزدیک به خط قائم به کف استخر پر از آبی به عمق ۵ متر نگاه کنید عمق آن تقریباً ۴ متر به نظر می‌رسد.

قوانین شکست نور

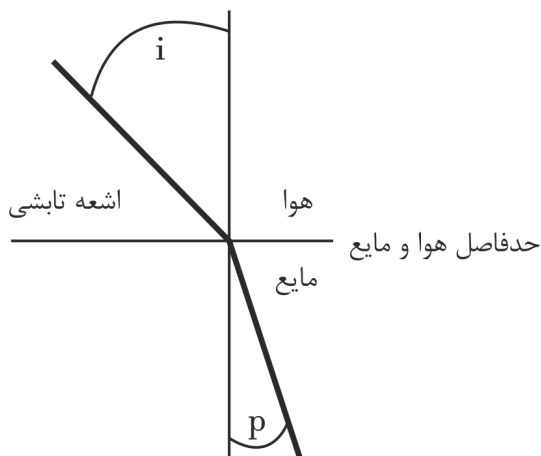
پرتو تابش، پرتو شکست و خط عمود بر سطح جدا کننده دو محیط شفاف هر سه در یک صفحه واقعند.

برای دو محیط شفاف معین نسبت سینوس زاویه تابش به سینوس زاویه شکست مقداری ثابت است. این مقدار ثابت را با n نشان می‌دهند و آن را **ضریب شکست** می‌نامند. قوانین شکست را قوانین اسنل - دکارت می‌گویند. اگر سرعت نور را در هوا با V_1

و در محیط شفاف با V_2 نمایش دهیم با اندازه‌گیری‌هایی که در مورد سرعت نور به عمل آمده معلوم شده است که $n = \frac{V_1}{V_2}$

ضریب شکست مطلق و نسبی: هرگاه یک دسته پرتو نور از خلأ وارد محیط شفافی شوند $n = \frac{\sin i}{\sin p}$ را ضریب شکست

مطلق می‌نامند.



چنانچه نور از یک محیط شفاف (مثل آب) وارد محیط شفاف دیگری مثل (شیشه) شود، نسبت $\frac{\sin i}{\sin p}$ ، ضریب شکست

نسبی خواهد بود. اگر ضریب شکست مطلق محیط اول n_1 و ضریب شکست مطلق محیط دوم n_2 باشد، ضریب شکست

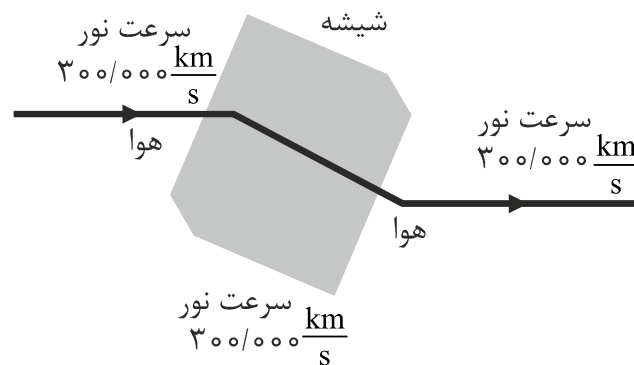
$$n = \frac{n_2}{n_1}$$

نسبی این دو محیط عبارت از $n = \frac{n_2}{n_1}$ خواهد بود.

شکست نور در تیغه‌ی شیشه‌ای

وقتی نور به شیشه می‌تابد چون طرفین آن هوا یا محیطی با جنس یکسان است؛ مثلاً طرفین تیغه شیشه‌ای هوا باشد در سطح اول مقداری منحرف می‌شود، این شکست اولیه یک جابه‌جایی داخلی را برای این نور سبب می‌شود و در سطح دوم دوباره یک شکست دیگری پیدا کرده و امتداد اولیه خود را می‌یابد. پدیده شکست در مرز مشترک محیط‌ها از قانون اسنل تبعیت می‌کند.

$$n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$$



کاربردهای شکست نور

با استفاده از پدیده‌ی شکست نور می‌توان نور سفید یا نورهای مخلوط از چندین طول موج را با امواج تشکیل دهنده آن تجزیه نمود. اساس این پدیده متفاوت بودن سرعت نور در محیط‌های شفاف بر حسب طول موج نور است، به این ترتیب که هر چه طول موج بیشتر باشد سرعت نور در آن محیط نیز بیشتر خواهد بود.

بنابراین این نورهای مختلف با طول موج‌های مختلف، مسیرهای متفاوتی را طی کرده و دچار شکست‌های متفاوتی می‌شوند. نتیجه این عمل، جدا شدن امواج با طول موج‌های متفاوت از یکدیگر خواهد بود. این پدیده را می‌توان به طور طبیعی در رنگین‌کمان مشاهده کرد. قطره‌های آب باران، نور خورشید را به طول موج‌های مختلف تجزیه می‌کنند و رنگین‌کمان در آسمان مشاهده می‌شود.

پیش‌آزمون ۳

زاویه‌ی حد و بازتابش کلی داخلی

اگر تابش از محیط غلیظ با ضریب شکست بالا بر محیط رقیق با ضریب شکست پایین صورت گیرد ($n_1 > n_2$)، قانون اسنل با این شرایط، مبهم می‌شود. بنابراین احتمال دارد، برای آ‌های بزرگ $\sin r$ بزرگ‌تر از واحد شود. پس یک زاویه بحرانی تعریف می‌کنیم که حد بیشینه $\sin r$ را به ما دهد که برابر واحد یا زاویه‌اش $r = 90^\circ$ است. زاویه حد ($C = i$)، زاویه‌ای است که در اثر تابش به مرز مشترک دو محیط، زاویه‌ی شکست آن برابر 90° درجه می‌شود و از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$\text{sinc} = \frac{n_2}{n_1}, n_1 > n_2$$

به عنوان مثال اگر تابش از هوا بر شیشه باشد، داریم: $n = 1/5$. بنابراین $C \simeq 41^\circ$ خواهد شد. بهتر است بدانید که C از کلمه لاتین *critical* به معنی بحرانی اخذ شده است.

زاویه‌ی شکست نود درجه (90°) بدان معنی است که پرتو شکست روی مرز مشترک دو محیط قرار خواهد داشت.

کاربردهای زاویه حد

۱. جهت کنترل مسیر نورهای خروجی و هدایت آن‌ها بر مرز مشترک محیط‌ها در دستگاه‌های نوری از این مفهوم استفاده می‌شود.

۲. سیستم‌هایی که در آن‌ها تابش‌های شعاعی مطرح است و فصل مشترک محیط‌ها شعاع‌های کره‌های فرضی می‌باشد که مؤلفه‌های نور خروجی در مسیر شعاع کره‌ها قرار می‌گیرد و مسأله تقارن شعاعی پیدا می‌کند و از حالت سه بعدی به تک بعدی تبدیل شده کمیت‌های مربوط به نور از جمله شدت، طول موج، سرعت نور و ... اندازه‌گیری و محاسبه می‌گردد.

۳. موادی که دارای ضریب شکست مجهولی هستند، می‌توانیم آن‌ها را در فصل مشترک با یک ماده با ضریب شکست معلوم تنظیم نماییم و سیستم را در حالت زاویه‌ی حد تنظیم نموده و ضریب شکست محیط مجهول و از روی آن تمام خواص نوری آن محیط را به‌دست آوریم ($n = \sin C$). در این رابطه، C زاویه‌ی حد و n ضریب شکست نسبی بین دو محیط می‌باشند.

۴. در اکثر دستگاه‌های نوری از زاویه‌ی حد و زاویه‌ی برون‌بهره می‌گیرند، از جمله سیستم‌هایی مانند تلسکوپ‌های نوری، فاصله‌یاب‌های نوری، بیناب‌سنج‌ها، طیف‌سنج‌ها، تداخل‌سنج‌ها و ... را می‌توان نام برد.

۵. برخی زاویه‌سنج‌ها را بر حسب زاویه حد کالیبره نموده‌اند و نیز سیستم‌های خودکار (اتوماتیک) را نیز طوری تنظیم می‌کنند که وقتی زاویه حد برقرار شد سیستم قطع یا وصل شود. به عبارتی سیستم کنترلی زاویه‌داری را بر روی دستگاه‌ها سوار می‌کنند که همانند بمب‌های اتمی از روی ساعت تنظیم می‌شوند. اینجا نیز تنظیم با زاویه‌ی حد است. این نوع کنترل سیستم‌ها را سویچ‌زنی بحرانی گویند.

در زوایای تابشی بزرگ‌تر از زاویه حد، نور اجازه ورود به محیط دوم را ندارد. این پدیده به وسیله محاسبات فیزیکی، توجیحات فیزیکی و نیز آزمایش‌های علمی بررسی شده است.

کاربردهای بازتاب داخلی کلی

۱. با استفاده از این پدیده، آینه‌هایی با توان بازتابش بالا و بدون جذب ساخته‌اند که در ساختمان دستگاه‌های نوری مختلف از جمله لیزرها کاربرد وسیعی یافته‌اند.
۲. اساس بازتاب نور در فیبرهای نوری بر بازتابش داخلی کلی استوار است.
۳. اگر دامنه میدان موج عبوری به محیط دوم را با نظریات ماکسول بررسی نماییم دامنه میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی نور به طور نمایی و به طور سریع میرا می‌شود و اگر شدت نور را از این طریق در محیط دوم حساب نماییم جواب صفر خواهیم داشت. زیرا انرژی نور وارد محیط دوم نمی‌شود.
۴. نفوذ ناچیز نور به محیط دوم در بازتابش داخلی کلی را می‌توان به وسیله ترکیب دو منشور قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین شیشه‌ای بررسی نموده که در دستگاه لیزری از این ترکیب استفاده می‌نمایند.
۵. دستگاه‌های زبردیایی، دستگاه کپی لیزری، آشکارسازهای سوسوزن، برخی سیستم‌های رادیوگرافی، عینک‌های فوتو (جاذب نور)، برخی از منشورها و سیستم‌هایی که این منشورها در آنها به کار رفته است و ... از مکانیزم عملی و محاسبات تئوری‌های بازتابش داخلی کلی برخوردار هستند.

پیش‌آزمون ۴

آینه‌های کروی

پیش از آن‌که در مورد آینه‌های کروی توضیح دهیم، در مورد اصطلاح تقریب پیرامحوری توضیحاتی را ارائه می‌دهیم. اگر پرتوهای نور به محور اصلی آینه یا عدسی، بسیار نزدیک باشند یا شرایط فیزیکی حاکم بر مسئله طوری باشد که بتوان چنین فرضی کرد، می‌گوییم که از تقریب پیرامحوری استفاده کرده‌ایم.

آینه‌های کروی

آینه‌ها سطوح بازتابنده هستند که تصویر جسم نورانی قرار گرفته در جلوی خودشان را نشان می‌دهند، بسته به فاصله جسم از آینه مشخصات تصویر (مکان، وارونگی، برگردان جانبی و بزرگی) ممکن است متفاوت باشد. حال آن‌که آینه‌های کروی دارای مشخصات خاصی هستند که در این بخش به بررسی ویژگی‌های تصویر در این آینه‌ها می‌پردازیم. آینه‌ی کروی آینه‌ای است که سطح بازتابنده‌ی آن تخت نیست، بلکه یک سطح خمیده است. آینه‌های خمیده ممکن است نور را همگرا (متمرکز) و یا آن را واگرا (پخش‌کننده) منعکس نمایند. اگر سطح بازتابنده‌ی آینه‌ی خمیده به سمت بیرون باشد، به آن آینه‌ی کوژ می‌گوییم و اگر سطح درونی آینه بازتابنده و قسمت بیرونی آن نقره‌اندود باشد به آن آینه‌ی کاو می‌گوییم. بیشتر آینه‌های خمیده در اصل کروی‌اند (بخشی از سطح یک کره‌اند)، ولی دیگر شکل‌های آن نیز در برخی ابزارهای نوری کاربرد دارد که پرکاربردترین آن‌ها بازتابنده‌های سهمی شکل است. از این ابزار در تلسکوپ‌های بازتابی استفاده می‌شود. برای نشان دادن تصویر اجسام بسیار دور این گونه آینه‌ها نسبت به آینه‌های کروی از کارایی بیشتری برخوردارند.

مرکز و کانون آینه (محور اصلی)

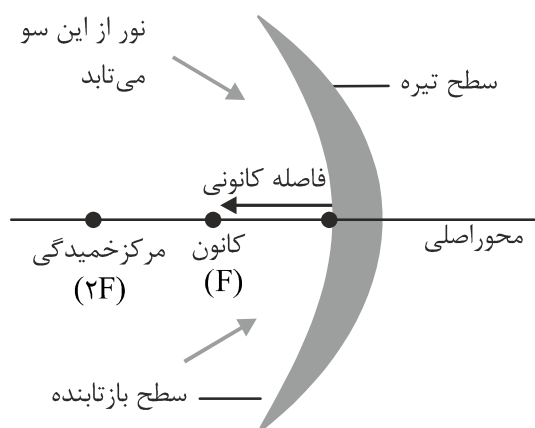
مرکز کره‌ای را که آینه قسمتی از آن است، مرکز آینه (نقطه‌ی C) می‌نامند. خطی که از مرکز آینه و وسط آینه می‌گذرد، محور اصلی آینه نامیده می‌شود. قانون‌های بازتاب نور در مورد آینه‌های کروی هم به کار می‌رود. مرکز آینه در آینه‌های مقعر در جلوی آینه و در آینه‌های محدب در پشت آینه واقع می‌شود.

هرگاه دسته پرتوی موازی محور اصلی بر سطح آینه کروی بتابد، بازتابش پرتوها در آینه مقعر و امتداد بازتابش پرتوها در آینه محدب در نقطه‌ای بر روی محور اصلی به هم می‌رسند که به آن کانون آینه (F) می‌گویند. در آینه مقعر کانون حقیقی و در آینه محدب کانون مجازی می‌باشد.

پرتوهای تابش و بازتابش از سطح آینه را که به چشم می‌رسند، پرتوهای حقیقی می‌گویند و تصویر حاصل از این پرتوها بر روی پرده تصویر حقیقی می‌باشد. مانند پرتوهایی که پس از برخورد به آینه و بازتابش در نقطه‌ای به هم می‌رسند. از امتداد پرتوهای واگرایی که از سطح آینه بازتابش می‌شود (پرتوهای مجازی) تصویر مجازی در پشت آینه تشکیل می‌گردد که نمی‌توان آن را روی پرده تشکیل داد.

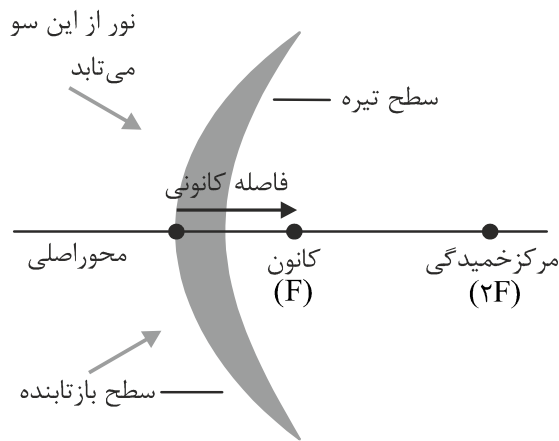
آینه‌های مقعر

آینه‌ی کاو یا آینه‌ی مقعر یا همان آینه‌ی همگرا، آینه‌ای کروی است که بخش بیرونی آن نقره‌ای شده و بخش درونی آن فرو رفته است و همچنین صیقلی و بازتابنده‌ی نور است. از این گونه آینه‌ها برای همگرا کردن نور استفاده می‌شود. آینه‌های کاو، برخلاف آینه‌های کوژ، بسته به جایگاه جسم نسبت به آینه می‌توانند چندین تصویر متفاوت تولید کنند.



این نوع آینه شش نوع تصویر مختلف می‌تواند ایجاد کند و نوع تصویر بستگی به این دارد که ما جسم را در چه فاصله‌ای از آینه قرار دهیم. پس در این آینه ما می‌توانیم تصویر کوچک‌تر از جسم، بزرگ‌تر از جسم، هم‌اندازه با جسم، مجازی یا حقیقی، وارونه یا مستقیم ایجاد کنیم. از این آینه در آینه‌های دندان‌پزشکی، کوره‌های آفتابی، چراغ‌های پرنور جلوی ماشین‌ها و چراغ قوه‌ها استفاده می‌شود. با کمک این آینه خواهیم توانست مانند ذره‌بین تصویر خورشید را به صورت یک نقطه‌ی نورانی و سوزان به وجود آوریم که این نقطه را کانون آینه‌ی مقعر هم می‌گویند.

آینه‌های محدب



آینه‌ی محدب یک آینه‌ی کروی است که بخش بازتابنده و صیقل یافته‌ی آن، رو به بیرون است و بخش درونی آن نقره‌اندود شده است. این گونه آینه‌ها نور را رو به بیرون پراکنده می‌کنند، به عبارت دیگر پرتوهای تابیده به آن‌ها به صورت واگرا در فضا بازتاب می‌شود. در نتیجه نمی‌توان از آن‌ها انتظار داشت تا تمرکز نور ایجاد کنند. این گونه آینه‌ها همیشه یک تصویر مجازی ایجاد می‌کنند چون کانون آن‌ها (F) و مرکز آینه (مرکز کروی که آینه قطعی از آن است (2F) هر دو نقاط مجازی‌اند و «درون» آینه می‌افتند و قابل دسترسی نیستند.

در نتیجه تصویر شکل گرفته با این آینه‌ها را نمی‌توان بر روی یک پرده نمایش نشان داد. تصویر این نوع آینه حقیقی نیست، بلکه مجازی است و درون آینه دیده می‌شود. اگر یک دسته پرتوی موازی با محور آینه‌ی کوژ با آن برخورد کند، به صورت واگرا بازتاب خواهد شد. به دلیل کوچک‌تر بودن تصویر در آینه محدب میدان دید آن (یعنی فضایی که یک نفر در آینه، پشت سر خود می‌بیند) بزرگ‌تر از سایر آینه‌هاست، لذا از آینه محدب در وسایل نقلیه، در پیچ تند جاده‌ها، فروشگاه‌های بزرگ و در بالای پلکان اتوبوس‌های دو طبقه استفاده می‌شود. با دور شدن جسم از آینه محدب اندازه تصویر نیز کوچک‌تر می‌شود و برعکس، اما تصویر همیشه از جسم کوچک‌تر است. در آینه‌ی محدب تصویر همیشه در فاصله‌ی کانونی تشکیل می‌شود.

کاربردهای آینه‌های کروی

آینه‌ی محدب

از این نوع آینه در اتومبیل‌ها استفاده می‌شود تا میدان دید راننده را وسیع کند و راننده بتواند فضای بیشتری از پشت سر خود را ببیند. سرپیچ‌های خطرناک نیز در بعضی جاده‌ها این نوع آینه به کار می‌رود. در برخی خودپردازها از آینه‌ی کوژ برای امنیت و این که فرد بداند پشت سرش چه می‌گذرد استفاده می‌شود. برای همین کاربرد وسیله‌ی مانند این آینه‌ها ساخته شده است که بر روی نمایشگر رایانه‌های معمولی نصب می‌شود. بر روی دوربین برخی از گوشی‌های همراه یک آینه‌ی کوژ قرار دارد تا هنگامی که فرد می‌خواهد از خودش عکس بگیرد بتواند خود را ببیند و عکس دقیق‌تر باشد.

آینه‌ی مقعر:

از کاربردهای این آینه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

دندان پزشکی

آب‌گرمکن خورشیدی

کوره آفتابی

در آینه‌های کروی بین فاصله‌ی کانونی آینه (f) و فاصله جسم از آینه (p) و فاصله‌ی تصویر از آینه (q) رابطه زیر وجود دارد:

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

در رابطه بالا فاصله‌ها باید بر حسب متر یا سانتی‌متر قرار داده شوند.

نکته مهم: برای آن که بتوان این فرمول را در تمام حالت‌ها در مورد آینه‌های مقعر و محدب به کار برد از قراردادهای زیر استفاده می‌کنیم:

۱. رأس آینه مبدأ سنجش تمام فاصله‌هاست.

۲. اگر تصویر و کانون مجازی باشد، فاصله تصویر و فاصله کانونی از آینه منفی و اگر حقیقی باشد مثبت در نظر گرفته می‌شوند. به این ترتیب در فرمول فوق فاصله‌ی کانونی آینه‌ی مقعر را با علامت مثبت و فاصله کانونی آینه محدب و فاصله تصویر آن را با علامت منفی قرار می‌دهیم.

۳. از فرمول آینه‌ها می‌توان هر یک از کمیت‌های p، q و f را بر حسب کمیت‌های دیگر به دست آورد. در این صورت رابطه‌هایی به دست می‌آیند که حل بیشتر مسائل آینه‌های کروی را آسان‌تر می‌کنند.

بزرگنمایی خطی:

$$m = \frac{\text{طول تصویر}}{\text{طول جسم}} = \frac{q}{p}$$

پیش‌آزمون ۵

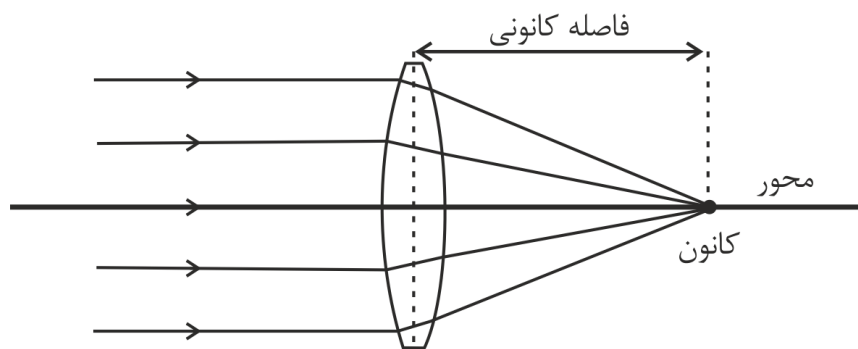
عدسی‌های نازک و فرمول‌های مربوط به آن‌ها

عدسی‌ها همانند آینه‌ها دارای تصاویر حقیقی و مجازی هستند، این تصاویر از پرتوهای همگرا شونده و واگرا شونده‌ی بازتابی ایجاد می‌شوند. برخلاف آینه‌ها در عدسی‌ها عبور نور نیز مطرح است و تصاویر ممکن است در پشت و جلوی عدسی شکل گیرند.

عدسی‌ای که ضخامت قسمت‌های مرکزی بزرگ‌تر باشد، پرتوهای موازی را همگرا می‌کند و عدسی محدب نام دارد، که دارای فاصله کانونی مثبت می‌باشد. عدسی‌ها برخلاف آینه‌ها دارای دو کانون در فضاهای جلو و پشت عدسی می‌باشند. عدسی‌هایی که ضخامت قسمت مرکزی آن‌ها کمتر از ضخامت قسمت کناری باشد، پرتوهای موازی را از هم باز می‌کنند و دارای فاصله کانونی منفی هستند و عدسی مقعر نام دارند، که این‌ها نیز دارای دو کانون در فضای جسم و تصویر هستند.

عدسی محدب (کوژ)

عدسی‌هایی که نور را همگرا می‌کنند و جهت تصویر سازی حقیقی و نیز همگرا نمودن پرتوهای تابشی از نقاط دور مانند پرتوهای ستارگان مورد استفاده قرار می‌گیرند.



عدسی مقعر (کاو)

این عدسی‌ها نور را واگرا می‌کنند و جهت واگرا نمودن نورها و اصلاح برخی سیستم‌ها که نیاز به واگرایی نور دارند (از جمله چشم) مورد استفاده واقع می‌شوند.

قواعد رسم پرتو در عدسی‌ها

- اکثر قواعد همانند آینه‌هاست و در حالت کلی عمده‌ترین آن‌ها که پرتوهای خاصی را شامل می‌شود عبارتند از:
۱. پرتوی موازی با محور نوری بعد از برخورد به عدسی و عبور از آن، از نقطه کانون می‌گذرد.
 ۲. پرتوهای عبوری از کانون عدسی بعد از شکست در آن به موازات محور نوری خواهند بود.
 ۳. پرتو نوری عبوری از رأس عدسی بدون شکست از آن رد می‌شود.
 ۴. همواره شیئی نوری در سمت چپ عدسی قرار داده می‌شود و نور از چپ به راست بر عدسی می‌تابد و در عدسی‌ها بر عکس آینه‌ها ردیابی پرتویی (ترسیم پرتو) برای نور عبوری (شکستی) صورت می‌گیرد.

مشخصات تصویر در عدسی‌ها

بسته به این که جسم در چه فاصله‌ای از عدسی قرار گیرد دارای تصویری حقیقی یا مجازی، مستقیم یا وارون، راست یا برگردان، کوچک‌تر از جسم یا بزرگ‌تر از آن و ... خواهد بود. رابطه حاکم بر فواصل جسم و تصویر عدسی نازک و فاصله کانونی آن به صورت زیر است:

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

که برای عدسی خیلی نازک ($f = \frac{R}{2}$) است، که در آن R شعاع کره سازنده‌ی عدسی و p فاصله‌ی جسم از رأس و q فاصله تصویر از رأس عدسی می‌باشد. قواعد مربوط به علامت‌های f و q به این ترتیب است که اگر تصویر مجازی باشد، q با علامت منفی در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که کانون مجازی باشد، f نیز با علامت منفی در فرمول گذاشته می‌شود.

سوالات عمومی

۱. کدام یک از گزینه‌های زیر یک مخلوط ناهمگن نیست؟

- (۱) دوغ (۲) آب لیمو (۳) آب نمک
(۴) شیر (۵) شربت خاکشیر

۲. افزایش دما بر حل شدن کدام یک از مواد زیر در آب تأثیر خیلی زیادتری دارد؟

- (۱) آمونیاک (۲) پتاسیم نیترات (۳) اکسیژن
(۴) سدیم کلرید (۵) نم‌توان گفت

۳. یک بشر ۲۵۰ میلی‌لیتری را برداشته و آن را بلافاصله و به آرامی روی شمعی که در همان لحظه روشن شده است، قرار می‌دهیم. حداکثر چند سی‌سی از هوای داخل بشر مصرف می‌شود تا شمع خاموش شود؟

- (۱) ۷۵ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۲۵
(۴) ۵۰ (۵) ۴۰

۴. اضافه کردن کدام یک از مواد زیر به آب خالص سبب بالارفتن pH آن به مقدار بیشتری نسبت به سایر گزینه‌ها می‌شود؟

- (۱) سدیم کربنات (۲) کات کبود (۳) سدیم کلرید
(۴) جوهر لیمو (۵) گزینه‌های «۲» و «۴»

۵. فرمول شیمیایی مولکول آب به صورت H_2O و فرمول ساختاری آن به صورت $H-O-H$ است. اگر هیدروژن دارای سه ایزوتوپ و اکسیژن نیز دارای سه ایزوتوپ باشند، انتظار وجود چند نوع مولکول آب خواهیم داشت؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۱۸ (۳) ۲۷
(۴) ۹ (۵) ۶

۶. کدام یک از یون‌های زیر نسبت به بقیه ناپایدارتر است؟

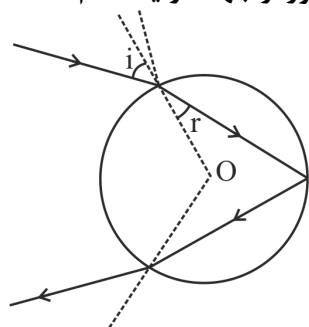
- (۱) NH_4^+ (۲) O^+ (۳) C^{4-}
(۴) Al^{3+} (۵) H^+

۷. سرعت کدام یک از نورهای زیر در منشور شیشه‌ای نسبت به بقیه کم‌تر است؟

- (۱) قرمز (۲) آبی (۳) بنفش
(۴) زرد (۵) سرعت برای همه‌ی رنگ‌ها یکسان است.

۸. یک پرتو نور تک رنگ به یک قطره‌ی کروی باران می‌تابد و پس از یک بار بازتابش، مطابق شکل از آن خارج می‌شود. زاویه‌ی تابش پرتوی ورودی i و زاویه‌ی شکست r است. زاویه‌ی انحراف نور از جهت اولیه کدام است؟

(O مرکز کره است)



(۱) $180^\circ - 2r$ (۲) $180^\circ + 2i - 2r$

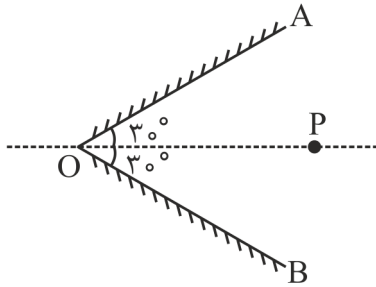
(۳) $180^\circ + 2i - 4r$ (۴) $180^\circ - 2i + 2r$

(۵) هیچ‌کدام

۹. موجی صوتی با فرکانس f و سرعت V از محیطی وارد محیط دیگر می‌شود که نسبت سرعتش در محیط دوم به سرعتش در محیط اول برابر $\frac{3}{4}$ است. نسبت فرکانس این موج در محیط دوم نسبت به محیط اول کدام است؟

- ۱ (۱) $\frac{3}{4}$ (۲) $\frac{4}{3}$ (۳) $\frac{4}{9}$ (۴) $\frac{9}{16}$ (۵) $\frac{16}{9}$

۱۰. دو عدد آینه‌ی تخت طوری کنار هم قرار گرفته‌اند که با یکدیگر زاویه‌ی 60° می‌سازند. شخصی در نقطه‌ی P ایستاده است. نقطه‌ی P بر روی نیم‌ساز زاویه‌ی 60° قرار دارد. این شخص چند تصویر از خودش در آینه‌ها می‌بیند؟

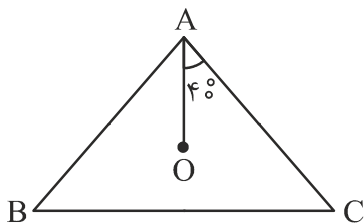


- یک (۱)
سه (۲)
شش (۳)
هشت (۴)
بی‌شمار (۵)

۱۱. اندازه‌ی هر یک از سه بردار \vec{a} ، \vec{b} و \vec{c} برابر با ۲۰ واحد است و داریم $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{0}$. اندازه‌ی بردار $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$ برابر با چند واحد است؟

- ۲۰ (۱) ۱۰ (۲) ۴۰ (۳) ۰ (۴) ۵ (۵)

۱۲. در مثلث ABC نقطه‌ی O مرکز دایره‌ی محیطی مثلث ABC است. اگر $\angle OAC = 40^\circ$ باشد، زاویه‌ی B چند درجه است؟



- ۵۰ (۱) ۶۵ (۲) ۷۵ (۳) ۴۵ (۵)

۱۳. در دوزنقه‌ی $ABCD$ طول قاعده‌های AB و CD به ترتیب برابر با ۵۲ و ۳۹ و طول ساق‌های BC و DA به ترتیب ۱۲ و ۵ واحد است. مساحت دوزنقه‌ی $ABCD$ چند واحد است؟

- ۱۸۲ (۱) ۱۹۵ (۲) ۲۱۰ (۳) ۲۳۴ (۴) $84\sqrt{42}$ (۵)

۱۴. a ، b و c اعدادی مثبت و حقیقی‌اند و داریم $a(b+c) = 152$ ، $b(c+a) = 162$ و $c(a+b) = 170$. مقدار abc کدام است؟

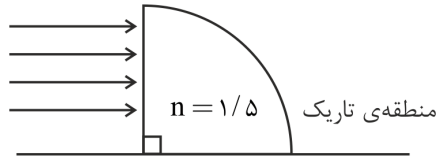
- ۶۷۲ (۱) ۶۸۸ (۲) ۷۰۴ (۳) ۷۲۰ (۴) ۷۵۰ (۵)

۱۵. به چند روش می‌توان یک هفت ضلعی محدب را با استفاده از قطرهایش به مثلث‌هایی که دارای ناحیه‌ی مشترک نباشند، تقسیم بندی کرد، به طوری که هیچ دو قطری از این تقسیم‌بندی متقاطع نباشند و ضمناً هر مثلث از این تقسیم‌بندی حداقل یک ضلع مشترک با هفت ضلعی داشته باشد؟

- ۲۲ (۱) ۲۶ (۲) ۲۸ (۳) ۳۲ (۴) ۳۵ (۵)

سوالات اختصاصی

۱۶. دسته‌ی پرتو یکنواختی به صورت افقی به سطح منشوری می‌تابد. شکل منشور به صورت ربع استوانه‌ای با شعاع $R = 5\text{cm}$ می‌باشد. ضریب شکست ماده‌ای که منشور از آن ساخته شده است، $n = 1/5$ است. مسافتی به طول x از سطح میزی که منشور روی آن قرار دارد، تاریک می‌ماند. مقدار x تقریباً چند cm است؟



(۱) ۱/۷۱

(۲) ۲/۲۴

(۳) ۲/۵۰

(۴) ۵/۰۰

(۵) ۶/۷۱

۱۷. یک روش پزشکی جدید برای درمان نزدیک‌بینی، استفاده از لیزر با کنترل دقیق، برای تغییر شکل عدسی چشم است. یک چشم نزدیک‌بین نمی‌تواند به صورت واضح روی اجسام دور کانونی شود. برای بهبود بینایی فرد بیمار باید:

- (۱) ضخامت عدسی چشم را به صورت یکنواخت کم کرد.
 (۲) ضخامت عدسی چشم را به صورت یکنواخت زیاد کرد.
 (۳) نقاط میانی عدسی چشم را نازک کرد.
 (۴) نقاط حاشیه‌ای عدسی چشم را نازک کرد.

(۵) هیچ‌کدام

۱۸. یک مهندس نقشه‌بردار با یک تلسکوپ کوچک به بالای برج مخابراتی نگاه می‌کند. زاویه‌ی تلسکوپ با سطح افق 53° است. نقشه‌بردار تلسکوپ را ۲۵ متر به پایه‌ی برج نزدیک‌تر می‌کند و دوباره عمل قبلی را تکرار می‌کند. این بار زاویه‌ای که تلسکوپ با سطح افق می‌سازد، برابر 60° درجه است. فرض کنید که زمین‌های اطراف برج کاملاً مسطح و افقی هستند. ارتفاع برج تقریباً چند متر است؟ ($\sin 53^\circ = 0/8$)

۲۸۶(۵)

۱۴۲(۴)

۸۵(۳)

۴۳(۲)

۳۳(۱)

۱۹. تیری به طول ۲ متر به طور قائم بر کف استخر آبی نصب شده است. $0/5$ متر از این تیر بیرون است. آفتاب با زاویه‌ی 53° نسبت به خط قائم بر سطح آب می‌تابد. طول سایه‌ای که از تیر بر کف استخر می‌افتد، تقریباً چند دسی‌متر است؟ (ضریب شکست‌های هوا و آب به ترتیب ۱ و $\frac{4}{3}$ هستند)

۱۳(۵)

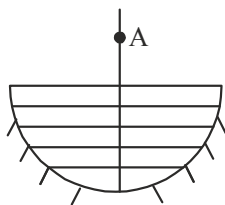
۸(۴)

۱۱(۳)

۲۱(۲)

۱۸(۱)

۲۰. برای اندازه‌گیری ضریب شکست یک مایع، آینه‌ی مقعری به شعاع 28cm را مطابق شکل زیر، روی سطحی افقی می‌گذاریم و گودی آن را از یک مایع یکنواخت و همگن پر می‌کنیم، به طوری که ضخامت مایع در وسط (عمیق‌ترین نقطه) برابر 1cm شود. مشاهده می‌شود که تصویر نقطه‌ی نورانی A واقع بر محور اصلی آینه برخوردش منطبق می‌شود. اگر فاصله‌ی نقطه‌ی A از سطح آزاد مایع 20cm باشد، ضریب شکست مایع چقدر است؟



(۱) ۱/۳۵

(۲) ۱/۴۰

(۳) ۱/۴۵

(۴) ۱/۵۰

(۵) ۱/۶۱

۲۱. جسمی در فاصله‌ی 30cm در جلوی یک عدسی نازک کروی قرار دارد. عدسی تصویری مستقیم و با طول دو برابر طول جسم ایجاد می‌کند. کدام گزینه عدسی را بهتر توصیف می‌کند؟

(۲) همگرا با فاصله‌ی کانونی 20cm

(۱) واگرا با فاصله‌ی کانونی 20cm

(۴) همگرا با فاصله‌ی کانونی 60cm

(۳) واگرا با فاصله‌ی کانونی 60cm

(۵) همگرا با فاصله‌ی کانونی 80cm

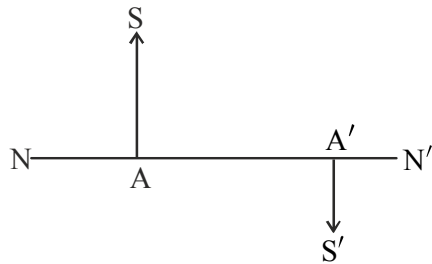
۲۲. اگر پرتو نوری موازی محور اصلی آینه‌ی مقعر به شعاع R و به فاصله‌ی d از محور به آن بتابد، فاصله‌ی محل تقاطع پرتو بازتابش با محور اصلی آینه، از رأس آینه کدام است؟

$$\frac{R}{2} \left(2 - \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{d}{R}\right)^2}} \right) \quad (۳) \quad \frac{R}{2} \quad (۲) \quad \frac{R}{2} \left(1 - \left(\frac{d}{R}\right)^2 \right) \quad (۱)$$

(۵) هیچ کدام

$$\frac{R}{2\sqrt{1 - \left(\frac{d}{R}\right)^2}} \quad (۴)$$

۲۳. نقطه‌ی S' تصویر S است. NN' محور اپتیکی یک آینه است. فاصله‌ی A تا A' برابر 5cm ، فاصله‌ی S' از محور اپتیکی 1cm و فاصله‌ی S تا محور اپتیکی 2cm است. فاصله‌ی کانون آینه تا A' چند cm است؟



$$\frac{5}{3} \quad (۲)$$

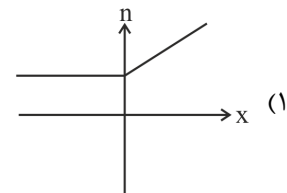
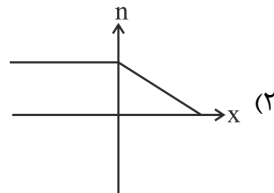
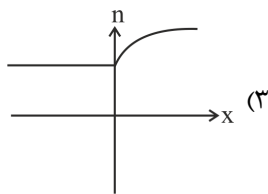
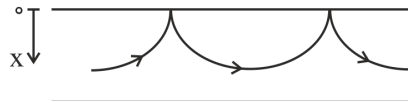
$$\frac{2}{3} \quad (۱)$$

$$\frac{2}{5} \quad (۴)$$

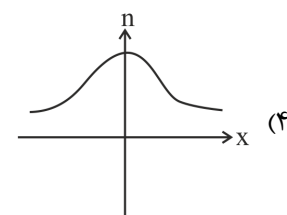
$$\frac{3}{5} \quad (۳)$$

$$\frac{5}{2} \quad (۵)$$

۲۴. مسیر نور در یک فیبرنوری مطابق شکل زیر است. کدام یک از نمودارهای زیر برای ضریب شکست فیبرنوری می‌تواند درست باشد؟



(۵) هیچ کدام



۲۵. آینه‌ی مقعری با فاصله‌ی کانونی f در نظر بگیرید. اگر ضخامت جسم قرارداده شده در مقابل آینه برابر t باشد، ضخامت تصویر چه قدر است؟ (t خیلی خیلی کوچک‌تر از p و در نتیجه t از $p-f$ نیز بسیار کوچک‌تر است. ضمناً اگر $x \ll 1$ و $x' \ll 1$ باشد. می‌توان از تقریب‌های زیر کمک گرفت:

$$\frac{1}{x+1} \approx 1-x$$

$$(1+x)(1+x') \approx 1+x+x'$$

$$\frac{f^2}{(p-f)^2} t \quad (۲)$$

$$\frac{f^2}{p^2 - f^2} t \quad (۱)$$

$$\frac{pt}{p-f} \quad (۴)$$

$$\frac{ft}{p-f} \quad (۳)$$

$$t \quad (۵)$$