



لیگ علمی بین المللی پریشان ایران اسلامی (پایا)

# هشتمین دوره لیگ علمی بین المللی پایا

8th International Scientific League of Paya

هوالمعلم

## دفترچه پیش آزمون و سوالات

آزمون مرحله‌ی نیمه نهایی (۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۴)

## رشته‌ی فیزیک اول دبیرستان (دوره دوم)

عنوان	صفحه	مدت زمان پاسخ‌گویی
پیش‌آزمون‌ها	۲-۱۰	۱۵ دقیقه
سوالات ۱ تا ۱۵ عمومی، سوالات ۱۶ تا ۲۵ اختصاصی براساس پیش‌آزمون	۱۱-۱۲	۴۰ دقیقه
پاسخ‌گویی به کلیه‌ی سوالات به صورت گروهی است. بنابراین توصیه می‌شود پس از جمع‌بندی نهایی یکی از اعضای گروه مسوولیت وارد کردن پاسخ‌ها در پاسخ‌برگ را داشته باشد.		
به ازای هر ۴ پاسخ اشتباه، امتیاز یک پاسخ صحیح از بین می‌رود.		

لطفاً توجه نمایید:

- لیگ علمی پایا در مقطع دبیرستان (دوره دوم) در قالب گروه‌های ۵ نفره در رشته‌های ریاضی، فیزیک، شیمی و زیست شناسی برگزار می‌گردد. مرحله‌ی مقدماتی لیگ علمی پایا شامل پیش‌آزمون، سوالات عمومی و سوالات پیش‌آزمون است.
- در قسمت اول آزمون هر یک از اعضای گروه باید پیش‌آزمون مربوط به خود را از دفترچه جدا نموده و به صورت انفرادی مطلب آموزشی (پیش‌آزمون) خود را در مدت زمان ۱۵ دقیقه مطالعه نمایند و به خاطر بسپارند.
- قسمت دوم آزمون شامل پاسخ‌گویی به ۱۵ سوال تستی ۵ گزینه‌ای از مطالب کتاب‌های درسی و منابع معرفی شده دانش‌آموزان به صورت گروهی می‌باشد.
- بخش سوم سوالات شامل پاسخ‌گویی به ۱۰ سوال تستی ۵ گزینه‌ای است که همه اعضای گروه به کمک هم و با استناد به مطالب آموزشی که در بخش قبل مطالعه کرده‌اند به آن‌ها پاسخ می‌دهند.
- تذکر ۱. هر یک از اعضای گروه ملزم به مطالعه یکی از پیش‌آزمون‌ها می‌باشند و در غیر این صورت تخلف در آزمون محسوب می‌شود.
- تذکر ۲. چنانچه گروهی ۴ نفره باشد، یکی از اعضای گروه علاوه بر مطالعه پیش‌آزمون مربوط به خود مسوولیت مطالعه پیش‌آزمون ۵ را نیز بر عهده دارد.
- تذکر ۳. چنانچه گروهی ۳ نفره باشد، یکی از اعضای گروه می‌تواند مسوولیت مطالعه پیش‌آزمون ۴ را برعهده بگیرد و گروه مجاز به مطالعه پیش‌آزمون ۵ نمی‌باشد.
- تذکر ۴. هنگام پاسخ‌گویی به سوالات نیاز به جمع‌آوری پیش‌آزمون‌ها از دانش‌آموزان نمی‌باشد.

## پیش‌آزمون ۱

تغییر شکل در تصویر به دست آمده از هر عدسی یا آینه را ابیراهی می‌نامند. تمام عدسی‌ها، آینه‌ها، منشورها و به طور کلی تمام دستگاه‌های اپتیکی ایده آل نبوده و دارای خطا یا ابیراهی می‌باشند. ابیراهی به دو دسته تقسیم می‌شود الف: ابیراهی رنگی ب: ابیراهی تک رنگی ابیراهی رنگی ناشی از رفتار متفاوت طول موج‌های مختلف نور در سیستم‌های نوری و ابیراهی تک رنگی ناشی از شکل فیزیکی عدسی‌ها و آینه‌ها و بدون در نظر داشتن طول موج‌های خاصی است. ابیراهی شامل پنج دسته عمده می‌باشد ۱- ابیراهی کروی ۲- کوما ۳- آستیگماتیسم ۴- انحناء تصویر ۵- واپیچش تصویر. این ابیراهی‌ها اولین بار توسط زایدل<sup>۱</sup> به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفتند و گهگاهی نیز ابیراهی زایدل نامیده می‌شوند. تمام تلاش طراحان سیستم‌های نوری کاهش یا از بین بردن این ابیراهی‌ها می‌باشد و چنین مسئله‌ای قیمت سیستم‌های نوری با ابیراهی‌های ناچیز یا در حد قابل قبول را بالا می‌برد. بطور ساده ابیراهی کروی عبارت است از ناتوانی عدسی‌های ساده یا آینه‌های کروی در متمرکز کردن پرتوهای موازی در یک نقطه.

این ابیراهی در تمام تلسکوپ‌هایی که دارای سطوح اپتیکی کروی هستند وجود داشته و در مورد پرتوهایی که به دور از محورنوری سیستم وارد می‌شوند پیش می‌آید. پرتوهایی که در فواصل کمتر یعنی در نواحی وسط عدسی یا آینه وارد می‌شوند در نقطه دورتری متمرکز می‌شوند. در سیستمی که دارای این ابیراهی باشد تصویر یک نقطه بصورت یک دایره کوچک دیده می‌شود و با تغییر جای عدسی چشمی نیز اندازه آن تغییر می‌کند.

در مورد یک عدسی اگر روی تک تک نواحی با شعاع‌های مختلف آن عمل سایش را انجام بدهیم به طوری که فواصل کانونی متفاوت و مشخص ویژه‌ای کسب کنند می‌توان ابیراهی کروی را بطور کامل حذف کرد. عدسی‌ای که بدین طریق بدست می‌آید تنها برای جسم با یک فاصله مشخص تصحیح شده است و اگر فاصله جسم تغییر بکند این ابیراهی خود را نشان خواهد داد. البته این مسئله در ستاره‌شناسی به دلیل بینهایت بودن فواصل مسئله مهمی نیست. از آنجایی که در تلسکوپ طراحی بر اساس فاصله بینهایت انجام می‌شود این اشکال ناشی از تغییر فاصله دیگر اهمیتی نخواهد داشت.

به‌طور کلی اگر عدسی‌ها را طوری طراحی کنیم که سطوح آن‌ها کروی نباشند یا این‌که شعاع انحناء دو طرف آن‌ها نامساوی باشد این ابیراهی تا حدی بر طرف می‌شود. از طرف دیگر اگر فاصله کانونی عدسی‌ها خیلی زیاد باشد یعنی انحناء سطوح آن‌ها کم باشد خطای کروی و تا حدی خطای رنگی کاهش خواهد یافت. (ستاره شناسان قرن هفدهم نیز متوجه این نکته شده بودند). در همان زمان تلسکوپ‌هایی ساخته شدند که خیلی عجیب و غریب به نظر می‌رسیدند. مثلاً تلسکوپ‌هایی ساخته شده بود که طول آن ۴۶ متر بود و البته دلیل نداشتن بدنه‌ای مناسب کار آبی چندانی نداشت. هویگنس نیز تلسکوپ‌هایی ساخته بود که عدسی آن بر فراز یک دکل قرار داشت و چشمی آن نیز در سطح زمین روی پایه‌ای نصب شده بود. بنابراین یکی دیگر از راه‌های کاهش این ابیراهی استفاده از عدسی‌های با فواصل کانونی زیاد یعنی نسبت کانونی زیاد است. جالب است بدانید که ابیراهی کروی اثر کمی روی توانایی تفکیک ستارگان دوتایی دارند؛ ولی اثر آن روی تصویر اجسام با تضاد کم مثل عوارض سطحی زیاد است. در تلسکوپ‌های بازتابی جهت رفع این ابیراهی باید سطح آینه را از حالت کروی به سهموی و یا هذلولی تغییر داد.

در حالی‌که ابیراهی کروی در ارتباط با پرتوهایی است که به‌صورت موازی با محور نوری وارد تلسکوپ می‌شوند، بقیه ابیراهی‌های دسته دوم یعنی کوما، آستیگماتیسم، انحنای میدان و واپیچش تصویر در مورد پرتوهایی پیش می‌آیند که با محور نوری سیستم دارای زاویه هستند.

<sup>1</sup> Ludwig Von seidel



می‌شود اشکال آن بیشتر می‌شود و تصویر از حالت دایره‌ای بیشتر در می‌آید. برای ستارگانی که در کناره‌های میدان دید هستند این اشکال به بیشترین مقدار می‌رسد.

همانگونه که در ابیراهی کروی پرتوهای با ارتفاع متفاوت، در نقاط متفاوتی از محور نوری متمرکز می‌شوند پرتوهایی که با محور اپتیکی موازی نیستند و از زوایای متفاوتی وارد سیستم می‌شوند نیز در یک نقطه متمرکز نمی‌شوند. در ابیراهی کوما هر ناحیه حلقوی از عدسی یا آئینه از یک جسم نقطه‌ای به‌جای تولید یک تصویر نقطه‌ای، تصویری دایره‌ای تولید می‌کند و هر چه ناحیه نامبرده از وسط عدسی یا آئینه دورتر باشد دایره تصویر آن بزرگتر و مرکز آن در نوع منفی کوما پایین‌تر و در نوع مثبت بالاتر واقع می‌شود. در کوما به نظر می‌رسد که نواحی مختلف عدسی یا آئینه قدرت بزرگنمایی متفاوتی دارند. کوما بیشتر در سیستم‌هایی ایجاد مزاحمت می‌کند که نسبت کانونی آن‌ها کم باشد.

با وجود این ابیراهی، شکل ستاره (به‌ویژه در کناره‌های میدان دید) به‌صورت یک قطره اشک یا شکل یک دنباله‌دار دیده می‌شود.

برای تصحیح نسبی کوما در حضور ابیراهی کروی مکان دهانه‌های ورودی سیستم (مردمک ورودی) سرنوشت‌ساز است. در حقیقت اگر دهانه ورودی را تنگ‌تر کنیم ستاره‌هایی که کوما تصویر آن‌ها را خراب کرده است دیده نخواهند شد. به‌علاوه روشن شده است که عدسی‌های آکروماتی که ابیراهی کروی در آن‌ها رفع شده باشد ابیراهی کوما نیز در آن‌ها تا حد زیادی بر طرف خواهد شد.

گفته می‌شود برای حذف این ایراد باید حداقل یک عضو نوری جدید به سیستم اضافه نمود.

### انواع ابیراهی کوما

**کوما مثبت:** بزرگنمایی برای اجزای مختلف عدسی فرق می‌کند. هرگاه بزرگنمایی برای پرتوهای خارجی عبوری از لبه‌ی عدسی بزرگ‌تر از بزرگنمایی پرتوهای عبوری از مرکز آن باشد، می‌گویند کوما مثبت است.

**کوما منفی:** هرگاه بزرگنمایی برای پرتوهای خارجی عبوری از لبه‌ی عدسی کوچک‌تر از بزرگنمایی پرتوهای عبوری از مرکز آن باشد، کوما منفی خواهد بود.

خمش عدسی، که مفید بودن آن را برای کاهش ابیراهی کروی دیدیم، برای کاهش کوما نیز مفید است. ضریب شکل کادینگتون که منجر به ابیراهی کروی مینیمم می‌شود، به ضریبی که باعث کوما صفر می‌شود نزدیک است.

$$\sigma = \left( \frac{2n^2 - n - 1}{n + 1} \right) \left( \frac{s - s'}{s + s'} \right)$$

در این فرمول  $n$  ضریب شکست نوری ماده‌ی سازنده‌ی عدسی،  $s$  فاصله جسم از عدسی و  $s'$  فاصله‌ی تصویر تا عدسی هستند. عدسی بدون ابیراهی کروی و کوما را آپلانیتیک می‌نامند.

### پیش‌آزمون ۳

تغییر شکل در تصویر به دست آمده از هر عدسی یا آینه را ابیراهی می‌نامیم. تمام عدسی‌ها، آینه‌ها، منشورها و به طور کلی تمام دستگاه‌های اپتیکی ایده آل نبوده و دارای خطا یا ابیراهی می‌باشند.

ابیراهی به دو دسته تقسیم می‌شود الف: ابیراهی رنگی ب: ابیراهی تک رنگی  
ابیراهی رنگی ناشی از رفتار متفاوت طول موج‌های مختلف نور در سیستم‌های نوری و ابیراهی تک رنگی ناشی از شکل فیزیکی عدسی‌ها و آینه‌ها و بدون در نظر داشتن طول موج‌های خاصی است.

ابیراهی شامل پنج دسته‌ی عمده می‌باشد ۱- ابیراهی کروی ۲- کوما ۳- آستیگماتیسم ۴- انحناء تصویر ۵- واپیچش تصویر.  
این ابیراهی‌ها اولین بار توسط Ludwig Von seidel به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفتند و گهگاهی نیز ابیراهی زاید نامیده می‌شوند.

تمام تلاش طراحان سیستم‌های نوری کاهش یا از بین بردن این ابیراهی‌ها می‌باشد و چنین مسئله‌ای قیمت سیستم‌های نوری با ابیراهی‌های ناچیز یا در حد قابل قبول را بالا می‌برد.

هنگامی که نور از میان یک عدسی عبور می‌کند شکسته می‌شود، از آنجایی که درجه شکسته شدن پرتوهای نور به رنگ و در واقع طول موج آن بستگی دارد این پرتوها هنگام عبور از عدسی مسیرهای متفاوتی را طی می‌کنند. نتیجه این است که رنگ‌های مختلف تشکیل دهنده هر تصویر در نقاط متفاوتی از محور اپتیکی عدسی متمرکز می‌شوند. در یک تلسکوپ که این ایراد در آن برطرف نشده باشد مناطقی رنگی اطراف هر تصویر ایجاد می‌شود و همان‌طور که از شکل پیداست در نقاط مختلف از عدسی نیز ترتیب رنگ‌ها تغییر می‌کند. در تلسکوپی که دارای این خطا باشد با جابجا کردن مکان عدسی چشمی رنگ‌های کناری تصویر تغییر می‌کنند. این خطا در صورت استفاده از عدسی‌های آکرومات یا آپوکرومات کاهش می‌یابد.

تغییر ضریب شکست با طول موج، پدیده پاشندگی نامیده می‌شود. به این دلیل یک ابیراهی به نام ابیراهی رنگی ایجاد می‌شود. برای از بین بردن ابیراهی رنگی از دو تایی پاد رنگ استفاده می‌شود که از عدسی‌های مقعر و محدب با شیشه‌های با جنس‌های مختلف استفاده می‌شود.

راه حل دیگر برای صفر کردن ابیراهی رنگی استفاده از دو عدسی فاصله دار از یک نوع شیشه است، که باید:

$$n_1 = n_2 = n$$

$$L = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

یعنی دو عدسی از یک ماده، با فاصله‌ای برابر با میانگین فاصله‌های کانونی آن‌ها، برای طول موجی که فاصله‌های کانونی به ازای آن محاسبه شده‌اند ابیراهی رنگی صفر به دست می‌دهند.



## پیش‌آزمون ۴

تغییر شکل در تصویر به دست آمده از هر عدسی یا آینه را ابیراهی می‌نامند. تمام عدسی‌ها، آینه‌ها، منشورها و به طور کلی تمام دستگاه‌های اپتیکی ایده آل نبوده و دارای خطا یا ابیراهی می‌باشند.

ابیراهی به دو دسته تقسیم می‌شود

الف) ابیراهی رنگی      ب) ابیراهی تک رنگی

ابیراهی رنگی ناشی از رفتار متفاوت طول موج‌های مختلف نور در سیستم‌های نوری و ابیراهی تک رنگی ناشی از شکل فیزیکی عدسی‌ها و آینه‌ها و بدون در نظر داشتن طول موج‌های خاصی است.

ابیراهی شامل پنج دسته‌ی عمده می‌باشد ۱- ابیراهی کروی ۲- کوما ۳- آستیگماتیسم ۴- انحناء تصویر ۵- واپیچش تصویر. این ابیراهی‌ها اولین بار توسط Ludwig Von seidel به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفتند و گهگاهی نیز ابیراهی زاید نامیده می‌شوند.

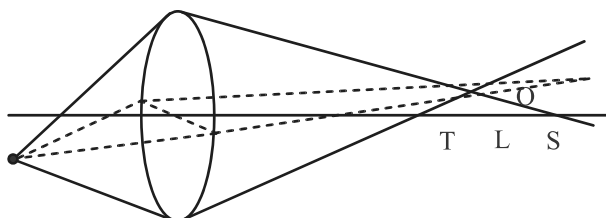
تمام تلاش طراحان سیستم‌های نوری کاهش یا از بین بردن این ابیراهی‌ها می‌باشد و چنین مسئله‌ای قیمت سیستم‌های نوری با ابیراهی‌های ناچیز یا در حد قابل قبول را بالا می‌برد.

هر دو ابیراهی آستیگماتیسم و انحناء به طور مشابهی با فاصله برون محوری شیئی و با گشودگی سطح شکست افزایش می‌یابند.

با توجه به شکل زیر وقتی سطح  $T$  در سمت چپ سطح  $S$  واقع شده باشد اختلاف آستیگماتیسم را مثبت می‌گیریم، در غیر این صورت این اختلاف منفی است. در ابیراهی آستیگماتیسم تصویر یک نقطه به شکل یک خط در می‌آید.

برای حذف آستیگماتیسم باید سطوح مماسی و پیکانی بر هم منطبق شوند. با استفاده از یک روزنه یا اضافه کردن یک عدسی در جای مناسب می‌توان آستیگماتیسم را از بین برد.

با توجه به شکل زیر وقتی انحنای این سطوح را با تغییر شکل یا فاصله عدسی تغییر دهیم تا بر هم منطبق شوند سطح به دست آمده را سطح پترزوال می‌نامیم.



اگر سطح خمیده باشد اگر چه آستیگماتیسم حذف شده است، ابیراهی وابسته‌ای باقی می‌ماند که آن را انحنای میدان می‌نامند.

برخلاف سطوح  $S$  و  $T$ ، سطح پتزوال مستقل از خمش یا مکان عدسی است و تنها به ضریب شکست و فاصله کانونی عدسی بستگی دارد. فاصله سطح پتزوال از سطح  $T$  همیشه سه برابر فاصله آن از سطح  $S$  است و سطح پتزوال هیچگاه بین سطوح  $T$  و  $S$  واقع نمی‌شود.

دو عدسی دارای سطح پتزوال تخت هستند، اگر داشته باشیم:

$$n_1 f_1 + n_2 f_2 = 0$$



## پیش‌آزمون ۵

تمام عدسی‌ها، آینه‌ها، منشورها و به طور کلی تمام دستگاه‌های اپتیکی ایده‌آل نبوده و دارای خطا یا ابیراهی می‌باشند.

ابیراهی به دو دسته تقسیم می‌شود

الف) ابیراهی رنگی      ب) ابیراهی تک رنگی

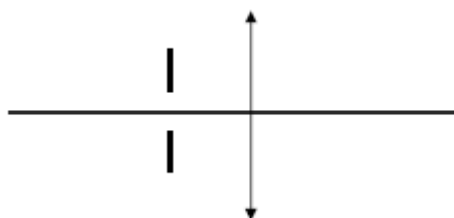
ابیراهی رنگی ناشی از رفتار متفاوت طول موج‌های مختلف نور در سیستم‌های نوری و ابیراهی تک رنگی ناشی از شکل فیزیکی عدسی‌ها و آینه‌ها و بدون در نظر داشتن طول موج‌های خاصی است.

ابیراهی شامل پنج دسته‌ی عمده می‌باشد ۱- ابیراهی کروی ۲- کوما ۳- آستیگماتیسم ۴- انحناء تصویر ۵- واپیچش تصویر. این ابیراهی‌ها اولین بار توسط Ludwig Von seidel به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفتند و گهگاهی نیز ابیراهی‌های زاید نامیده می‌شوند.

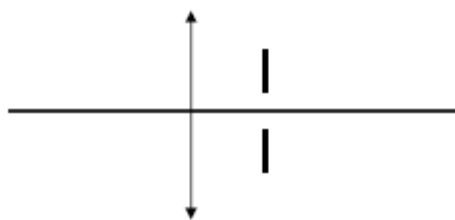
تمام تلاش طراحان سیستم‌های نوری کاهش یا از بین بردن این ابیراهی‌ها می‌باشد و چنین مسئله‌ای قیمت سیستم‌های نوری با ابیراهی‌های ناچیز یا در حد قابل قبول را بالا می‌برد.

پنجمین و آخرین ابیراهی زاید تکفام، که حتی اگر تمامی ابیراهی‌ها حذف شود وجود دارد، واپیچش یا اعوجاج است.

اگر چه نقاط شیئی به صورت نقطه تصویر می‌شود، واپیچش به صورت تغییری در بزرگ‌نمایی خطی برای نقاط شیئی در فواصل مختلف از محور اپتیکی ظاهر می‌شود.

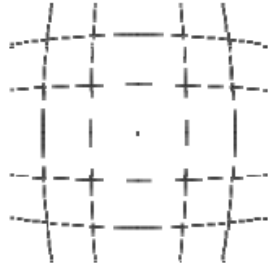
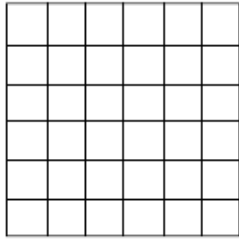


اعوجاج بشکهای

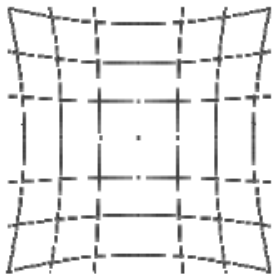


اعوجاج بالشتکی

هر چقدر فاصله روزنه و عدسی بیشتر باشد اعوجاج حاصل بیشتر خواهد بود.



اعوجاج بشکه‌ای



اعوجاج بالشکی

یک دو تایی متقارن با مانع مرکزی، که دو اثر را با هم ترکیب می‌کند برای بزرگ‌نمایی واحد بدون واپیچش است.

## سوالات عمومی

۱- زاویه‌ی بین دو آینه‌ی تخت متقاطع برابر با  $36^\circ$  درجه است. جسمی نقطه‌ای شکل را بین این دو آینه روی خط تقارن سیستم مذکور قرار می‌دهیم. چند تصویر از جسم تشکیل می‌شود؟

- ۶ (۱)      ۵ (۲)      ۹ (۳)      ۷ (۴)      ۴ (۵)

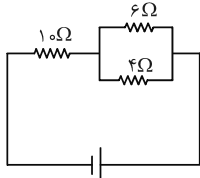
۲- در یک آینه‌ی مقعر از یک جسم تصویری با طول دو برابر تشکیل می‌شود. اگر جسم را  $5$  سانتی متر از آینه دورتر کنیم، طول تصویر با طول جسم برابر می‌شود. شعاع انحنای آینه چند سانتی متر است؟

- $\frac{10}{3}$  (۱)       $\frac{20}{3}$  (۲)      ۱۰ (۳)      ۲۰ (۴)       $\frac{4}{5}$  (۵)

۳- یک عدسی به فاصله‌ی کانونی  $f$  تصویری بزرگ‌تر از جسم روی پرده تشکیل می‌دهد. اگر بزرگنمایی در این حالت برابر با  $m$  باشد، فاصله‌ی جسم تا پرده چند برابر فاصله‌ی کانونی است؟

- $m-1$  (۱)       $m+1$  (۲)       $\frac{(m+1)^2}{m}$  (۳)       $\frac{(m-1)^2}{m}$  (۴)       $m$  (۵)

۴- در مدار شکل زیر اگر جریانی که از مقاومت  $4$  اهمی می‌گذرد، برابر با  $9$  آمپر باشد، جریانی که از مولد می‌گذرد، چند آمپر خواهد بود؟



- ۱۵ (۱)      ۳ (۲)      ۶ (۴)      ۱۰ (۵)

۵- فاصله از لبه‌ی یک چاه تا سطح آب درون آن  $34$  متر است. شخصی سنگی را از لبه‌ی چاه با سرعت اولیه‌ی  $\frac{7m}{s}$  در راستای قائم رو به پایین پرتاب می‌کند و صدای برخورد سنگ با آب را می‌شنود. فاصله‌ی بین پرتاب سنگ و شنیدن صدا تقریباً چند ثانیه است؟

( $g = 10 m/s^2$ ، مقاومت هوا ناچیز و سرعت صوت در هوا  $340 m/s$  است.)

- $\frac{1}{8}$  (۱)       $\frac{2}{1}$  (۲)       $\frac{2}{6}$  (۳)       $\frac{3}{2}$  (۴)       $\frac{1}{9}$  (۵)

۶- اگر در فشار ثابت، دمای گاز کاملی را از  $27$  سانتیگراد به  $42$  سانتیگراد برسانیم، حجم گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟

- ۵۰ (۱)      ۲۵ (۲)       $\frac{12}{5}$  (۳)      ۱۰ (۴)      ۵ (۵)

۷- نقطه‌ای نورانی روی محور اصلی عدسی همگرایی قرار دارد. در طرف دیگر عدسی، پرده‌ای عمود بر محور اصلی نصب شده است و روی آن قرص روشنی مشاهده می‌شود. اگر پرده را عمود بر محور عدسی در یک جهت جابجا کنیم، قطر قرص روشن چه تغییری می‌کند؟ (قسمت مسطح منشور روی میز قرار دارد و پرتوها بر وجه دیگر به صورت عمودی می‌تابند.)

- (۱) حتماً زیاد می‌شود.      (۲) حتماً کم می‌شود.      (۳) ممکن است زیاد شود.      (۴) ممکن است ابتدا زیاد و سپس کم شود.

(۵) امکان دارد ابتدا کم و سپس زیاد شود.

۸- گلوله‌ی کوچکی با سرعت افقی  $720$  کیلومتر بر ساعت از مقابل دوربینی رد می‌شود. اگر فاصله‌ی گلوله هنگام عبور از مقابل دوربین برابر با  $26$  متر و فاصله‌ی کانونی عدسی برابر با  $\frac{1}{3}$  سانتیمتر باشد، دریچه‌ی دوربین چه زمانی بر حسب میلی ثانیه باز بماند تا طول تصویر گلوله بر فیلم برابر با  $2$  میلیمتر باشد؟

- ۲۰ (۱)      ۳۵ (۲)      ۴۲ (۳)      ۵۶ (۴)      ۷۲ (۵)

۹- بردار  $\vec{a} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + \sqrt{3}\hat{k}$  چه زاویه‌ای را بر حسب درجه با جهت مثبت محور  $x$ ‌ها می‌سازد؟

- ۳۰ (۱)      (۲) بین  $30^\circ$  و  $45^\circ$        $45^\circ$  (۳)      (۴) بین  $45^\circ$  و  $60^\circ$        $60^\circ$  (۵)

۱۰- دسته پرتوی یکنواخت به صورت افقی به سطح منشوری می‌تابد. شکل منشور به صورت یک ربع استوانه با شعاع  $5$  سانتی متر می‌باشد. ضریب شکست ماده‌ای که منشور از آن ساخته شده است، برابر با  $\frac{1}{5}$  است. مسافتی به طول  $x$  از سطح میزی که منشور روی آن قرار دارد، تاریک باقی می‌ماند. مقدار  $x$  تا دو رقم اعشار برابر با کدام گزینه است؟ (اعداد بر حسب سانتی متر هستند)

- $\frac{1}{89}$  (۱)       $\frac{2}{24}$  (۲)       $\frac{2}{50}$  (۳)       $\frac{5}{100}$  (۴)       $\frac{1}{71}$  (۵)

۱۱- اگر ناظری که روی ماه زندگی می‌کند، زمین را بالای سر خود مشاهده کند، چه قدر طول می‌کشد تا زمین برای ناظر غروب کند؟

- ۲۴ ساعت (۱)      ۶ ساعت (۲)       $\frac{27}{3}$  شبانه‌روز (۳)       $\frac{29}{5}$  شبانه‌روز (۴)      هیچ وقت (۵)

۱۲- معادله‌ی مکان - زمان متحرکی در SI از رابطه‌ی  $x = 10t^2 + 15t - 25$  به دست می‌آید. شتاب این متحرک برابر با چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- ۱۰ (۱)      ۳۰ (۲)      ۱۵ (۳)      ۲۰ (۴)      ۲۵ (۵)

۱۳- یک الماس بسیار گران قیمت به صورت یک کره ی کامل و به شعاع  $r$  ساخته می شود نیمی از سطح بیرونی کره با نقره پوشیده می شود. در چه فاصله ای از جلوی کره یک چشمه ی نقطه ای نور قرار دهیم تا تصویر کاملا بر چشمه منطبق شود؟ ضریب شکست الماس برابر با  $2/4$  است.

- (۱)  $2r$  (۲)  $1/5r$  (۳)  $3r$  (۴)  $2/5r$  (۵)  $5r$

۱۴- رابطه ی دمای یک سیستم فیزیکی با زمان به صورت  $\theta = -3t^2 + 24t - 3$  می باشد که در این رابطه دما بر حسب سلسیوس و زمان بر حسب ثانیه است. حداکثر دما چند سلسیوس است؟

- (۱) ۴۵ (۲) ۵۱ (۳) ۷۰ (۴) ۲۸ (۵) ۶۲

۱۵- کدام یک از کمیت های زیر را نمی توان به وسیله ی بردار نشان داد؟

- (۱) شتاب لحظه ای (۲) جابجایی (۳) فشار (۴) سرعت متوسط (۵) وزن

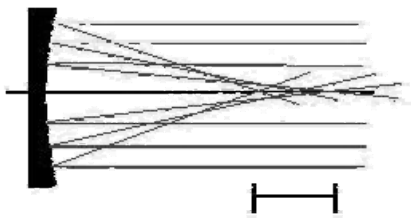
## سوالات اختصاصی

۱۶- احتمال وجود کدام ابراهی در آینه ها نسبت به بقیه کم تر است؟

- (۱) ابراهی رنگی (۲) ابراهی کروی (۳) ابراهی کوما (۴) ابراهی آستیگماتیسم (۵) نمی توان گفت

۱۷- شکل زیر بیانگر کدام نوع ابراهی است؟

- (۱) ابراهی کروی  
(۲) ابراهی اعوجاج  
(۳) ابراهی آستیگماتیسم  
(۴) ابراهی انحنای میدان  
(۵) ابراهی کوما



۱۸- اگر شیئی در فاصله ی بی نهایت از یک عدسی دو کوژ با ضریب شکست  $1/5$  باشد، مقدار ضریب کادینگتون برای به حداقل رساندن ابراهی کروی چه قدر باید باشد؟

- (۱)  $1/8$  (۲)  $0/5$  (۳)  $0/7$  (۴)  $1$  (۵)  $0/8$

۱۹- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) عدسی بدون ابراهی های کروی و کوما را آپلانیتیک می نامیم.  
(۲) در تقریب پیرامحوری می توان از بسط نسبت های مثلثاتی استفاده کرد.  
(۳) ابراهی های زایدل مربوط به استفاده از دو جمله ی اول بسط مثلثاتی هستند.  
(۴) برای کاهش ابراهی کروی در بیشتر مواقع از عدسی های تخت - کوژ استفاده می شود.  
(۵) در کوما ی مثبت، بزرگ نمایی برای پرتوهای خارجی عبوری از لبه ی عدسی کمتر از بزرگ نمایی پرتوهای عبوری از مرکز آن است.

۲۰- برای حذف کدام نوع از ابراهی ها باید سطوح مماسی و پیکانی بر یکدیگر مماس شوند؟

- (۱) انحنای میدان (۲) واپیچش بشکاه ی (۳) واپیچش بالشتکی  
(۴) ابراهی رنگی (۵) ابراهی آستیگماتیسم

۲۱- فاصله ی سطح پنزوال از سطح  $S$  نسبت به سطح  $T$  تقریبا کدام است؟

- (۱)  $3$  (۲)  $0/67$  (۳)  $2$  (۴)  $0/33$  (۵)  $0/5$

۲۲- ضریب شکست ماده ی سازنده ی عدسی  $A$  برابر با  $1/8$  و فاصله ی کانونی آن در هوا برابر با  $20$  سانتی متر است. ضریب شکست عدسی  $B$  چه قدر باشد تا سطح پنزوال دو عدسی داده شده تخت باشد؟ توان عدسی  $B$  را برابر با  $4$  - دیوپتر در نظر بگیرید.

- (۱)  $1/61$  (۲)  $1/73$  (۳)  $1/81$  (۴)  $1/44$  (۵)  $1/56$

۲۳- حذف کردن کدام یک از ابراهی های زیر برای یک نور تک طول موج سخت تر است؟

- (۱) ابراهی رنگی (۲) ابراهی کوما (۳) ابراهی آستیگماتیسم (۴) ابراهی کروی (۵) ابراهی واپیچش

۲۴- در صورتی که بزرگ نمایی عدسی با فاصله از محور کاهش یابد، با کدام گزینه مواجه هستیم؟ نور را تکرنگ فرض کنید.

- (۱) واپیچش بشکاه ی (۲) آستیگماتیسم (۳) کوما (۴) انحنای میدان (۵) نمی توان به طور دقیق نظر داد.

۲۵- یک پرتو نور سفید به یک عدسی محدب برخورد می کند. کدام نور در فاصله نزدیک تری به عدسی کانونی می شود؟

- (۱) نور بنفش (۲) نور قرمز (۳) نور سبز (۴) نور زرد (۵) فرقی نمی کند.