

نمونه‌ی آزمایش: دستگاه پروژکتور اسلاید را به کلاس بیاورید و تصویر اسلاید را روی دیوار بیندازید سپس نیمی از عدسی پروژکتور را با جسم کدری بپوشانید و ببینید شدت روشنایی تصویر تغییر می‌کند؟



شکل ۱۱۱

### فعالیت پیشنهادی ۲۴

پروژکتور اسلاید بسازید:

وسایل لازم: عدسی همگرا (به فاصله‌ی کانونی حدود ۱۰ سانتی متر) پرتوافکن و منبع تغذیه‌ی آن - خط کش چوبی - اسلاید - خمیر مجسمه

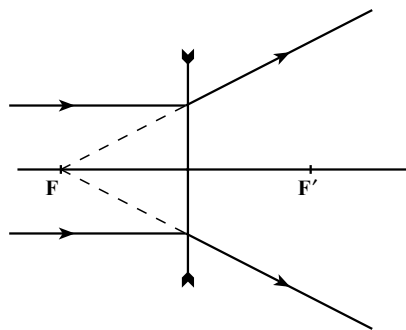
روش ساخت: عدسی را با خمیر مجسمه به طور عمود در یک طرف خط کش محکم کنید. پشت عدسی به فاصله‌ی کمی بیش از فاصله‌ی کانونی عدسی، اسلاید را روی خط کش به طور معکوس و عمود با خمیر مجسمه محکم کنید.

برای این که اسلاید روشنایی لازم برای تشکیل تصویر را داشته باشد پرتوافکن را پشت اسلاید، روی خط کش بگذارید. (فاصله‌ی پرتوافکن و اسلاید باید مقداری باشد که اسلاید در اثر گرم شدن تغییر شکل ندهد) پروژکتور اسلاید شما آماده است؛ آن را مقابل دیوار جابه‌جا کنید تا تصویر اسلاید به طور واضح روی دیوار بیفتد. (توجه: استفاده از خط کش به منظور هم‌محور کردن عدسی و اسلاید است می‌توانید اسلاید را معکوس جلوی پرتوافکن بگیرید و عدسی را به فاصله‌ی کمی بیشتر از فاصله‌ی کانونی آن در مقابل اسلاید قرار دهید.)

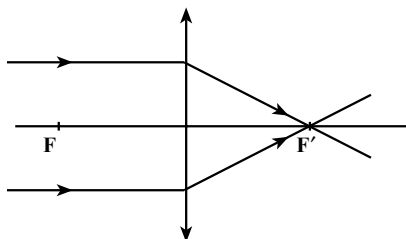
### فعالیت خارج از کلاس

یک پرتوافکن بسازید: پرتوافکن عبارت از یک لامپ و یک عدسی همگرا درون یک محفظه (استوانه‌ای) می‌باشد به گونه‌ای که می‌توان لامپ را در مقابل عدسی جلو و عقب برد. وقتی فیلمان لامپ روی کانون عدسی قرار بگیرد پرتوهای خروجی از محفظه‌ی موازی و وقتی جلوتر از کانون باشد، پرتوهای خروجی واگرا و هنگامی که دورتر از کانون عدسی قرار بگیرد، پرتوهای خروجی همگرا خواهند شد.

با استفاده از یک لوله‌ی مناسب - یک عدسی همگرا و یک لامپ ۱۲ ولت، یک دستگاه پرتوافکن طراحی کنید و بسازید. توصیه‌ی مربوط به صفحه آموزشی: دانش‌آموزان را هدایت کنیم تا نتیجه بگیرند، کانون عدسی واگرا مجازی است؛ زیرا پرتوهایی که موازی با محور اصلی عدسی واگرا می‌تابند پس از شکست از هم دور می‌شوند و کانون همانند شکل ۱۱۲- الف محل تقاطع امتداد این پرتوهاست و از آن‌ها می‌خواهیم با ترسیم این پرتوها کانون عدسی واگرا را نشان دهند.



الف - کانون عدسی واگرا



ب - کانون عدسی همگرا

شکل ۱۱۲ - مقایسه کانون عدسی واگرا و همگرا

## فعالیت پیشنهادی ۲۵

یکی از دانش‌آموزان یک عدسی واگرا را در مقابل پرتوهای خورشید گرفته و می‌خواهد یک کبریت را آتش بزند. به نظر شما او موفق به این کار خواهد شد؟ با مشورت در گروه برای پاسخ خود دلیل بیاورید.

پاسخ:

خیر، زیرا عدسی واگرا پرتوهای نور را متمرکز نمی‌کند.

## ۱۱-۵- ویژگی عدسی‌های واگرا

هدف: تعریف محور اصلی، مرکز نوری و فاصله‌ی کانونی عدسی‌های واگرا

عدسی‌های واگرا

## راهنمای تدریس

دانش‌آموزان با آنچه در مورد عدسی‌های همگرا آموزش دیده‌اند، می‌توانند محور اصلی و مرکز نوری عدسی واگرا را ترسیم و تعریف کنند. از آن‌ها می‌خواهیم در یک فعالیت گروهی این ترسیم‌ها را انجام دهند.

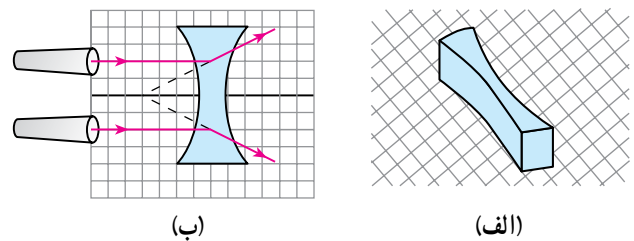
ولی برای معرفی کانون مجازی عدسی‌های واگرا، آموزش خود را با انجام آزمایش توسط دانش‌آموزان شروع می‌کنیم.

## آزمایش پیشنهادی ۸

وسایل لازم: عدسی واگرا، کاغذ شطرنجی، مولد باریکه‌ی نور

نور

۱- عدسی واگرا را روی کاغذ شطرنجی (مطابق شکل ۱۱۳) بگذارید و دور آن، خط بکشید. باریکه نور را موازی با محور اصلی به گونه‌ای به عدسی بتابانید که مسیر آن روی کاغذ دیده شود. مسیر نور را با علامت مشخص و آن را ترسیم کنید.



شکل ۱۱۳

در عدسی‌های واگرا نیز نوری که به مرکز نوری عدسی می‌تابد، بدون انحراف از عدسی خارج می‌شود. در شکل ۱۱۴ چنین پرتوهایی که به عدسی واگرا تابانده شده‌اند، نشان داده شده است.



بند کانون عدسی‌های واگرا، حرکت پرتوهای موازی محور اصلی به عدسی واگرا باشد پس از شکست و گسترش طوری از هم دور می‌شوند که امتداد آن‌ها از یک نقطه روی محور اصلی بگذرد. این نقطه را کانون عدسی واگرا می‌نامند. فاصله‌ی کانون نامرکز نوری را فاصله‌ی کانونی می‌نامند و آن را با  $f$  مشخص می‌کنند. در شکل ۱۱۴ پرتوهای تابش، موازی محور اصلی و پرتوهای شکست مربوط به آن‌ها نشان داده شده است. مرکز عدسی‌های واگرا کانون مجازی است.



حرکت پرتو موازی به عدسی واگرا باشد که پس از عبور به عدسی امتداد آن از کانون بگذرد. پرتو شکست آن موازی محور اصلی خواهد بود. در شکل ۱۱۴ این گونه پرتوهای تابش یاد شده است.

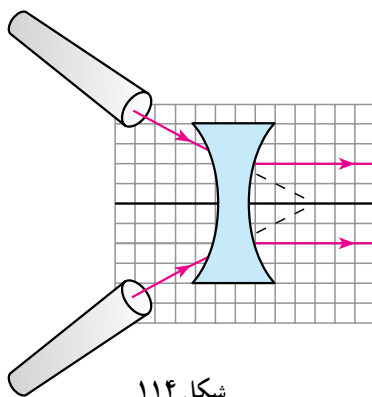


۱۱۴

آزمایش را تکرار کنید و باریکه‌ی نور را از فاصله‌های مختلف (محور اصلی) بتابانید و مسیر نور را ترسیم و کانون عدسی (نقطه تقاطع امتداد پرتوها) را مشخص کنید.

۲- باریکه‌ی نور را طوری به عدسی بتابانید که همانند شکل ۱۱۴ امتداد آن از کانون عدسی بگذرد. مسیر شکست نور را با ترسیم نشان دهید.

آزمایش را تکرار کنید و باریکه‌ی نور را در راستای مختلف طوری به عدسی بتابانید که امتداد آن‌ها از کانون بگذرد. مسیر پرتوهای شکست را ترسیم و وضعیت آن را با هم مقایسه کنید.



شکل ۱۱۴



۹ ثبت و جدول را تکمیل کنند. سپس با مشورت و همفکری با اعضای گروه خود، اعداد جدول را تفسیر کنند و رابطه‌ی بین  $\frac{1}{p} + \frac{1}{q}$  و  $\frac{1}{f}$  را به دست آورند.

جدول ۹

شماره آزمایش	f(m)	$\frac{1}{f} (m^{-1})$	p(m)	$\frac{1}{p} (m^{-1})$	q(m)	$\frac{1}{q} (m^{-1})$	$\frac{1}{p} + \frac{1}{q}$

### فعالیت پیشنهادی ۲۶

یک گروه از دانش‌آموزان در آزمایش ۶- کتاب، شمع روشن را در فاصله‌ی ۱۸ سانتی‌متری عدسی همگرایی به فاصله‌ی ۶ کانونی ۶ سانتی‌متر قرار داده و طی چند مرحله، شمع روشن را هر بار دو سانتی‌متر به عدسی نزدیک و یا از آن دور کرده و در هر حالت، فاصله‌ی تصویر تا عدسی را اندازه گرفته‌اند. جدول ۱۰ نتایج این آزمایش را نشان می‌دهد.

در گروه خود ابتدا جدول را کامل کنید و سپس به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.  
تفسیر کنید.

الف: اعداد مربوط به کدام ستون‌ها مقداری ثابت است؟

ب: اعداد کدام ستون‌ها با هم مساوی‌اند؟

پ: رابطه‌ی بین  $\frac{1}{f} + \frac{1}{q}$  و  $\frac{1}{p}$  را پیدا کنید.

نکته: (تصویرهای مجازی را مورد بررسی قرار نمی‌دهیم.)

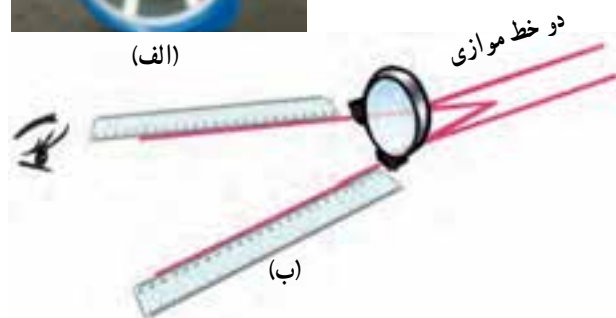
جدول ۱۰

شماره آزمایش	f(m)	$\frac{1}{f} (m^{-1})$	p(m)	$\frac{1}{p} (m^{-1})$	q(m)	$\frac{1}{q} (m^{-1})$	$\frac{1}{p} + \frac{1}{q}$
۱	۶٪		۰/۲۲		۰/۸		
۲	۶٪		۰/۲		۰/۸۵		
۳	۶٪		۰/۱۸		۰/۹		
۴	۶٪		۰/۱۶		۰/۹۵		
۵	۶٪		۰/۱۴		۰/۱۰		
۶	۶٪		۰/۱۲		۰/۱۲		
۷	۶٪		۰/۱۰		۰/۱۵		
۸	۶٪		۰/۰۸		۰/۲۴		

کاغذ علامت می‌زنیم. امتداد دو خط متقاطع را با خط کش ترسیم می‌کنیم. عدسی را برمی‌داریم و خط‌ها را امتداد می‌دهیم. تقاطع آن‌ها کانون عدسی است. فاصله‌ی آن تا عدسی را اندازه می‌گیریم (شکل ۱۱۷- ب).



(الف)



(ب)

شکل ۱۱۷- روش اندازه‌گیری کانون عدسی واگرا

### ۵-۱۲- محاسبه‌ی فاصله‌ی تصویر تا عدسی

هدف: تحقیق درستی رابطه‌ی  $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$

برای این که دانش‌آموزان، خود به معادله‌ی عدسی‌های

نازک ( $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$ ) برسند از آن‌ها می‌خواهیم در یک فعالیت

گروهی در حالت‌های مختلف یک آزمایش مشابه آزمایش ۶- فاصله‌ی تصویر تا عدسی (q) را با دقت اندازه بگیرند و در جدول

## توجه

است یک یا دو نقطه از خط دور باشند. این مربوط به خطای آزمایش است که در هر آزمایشی وجود دارد.

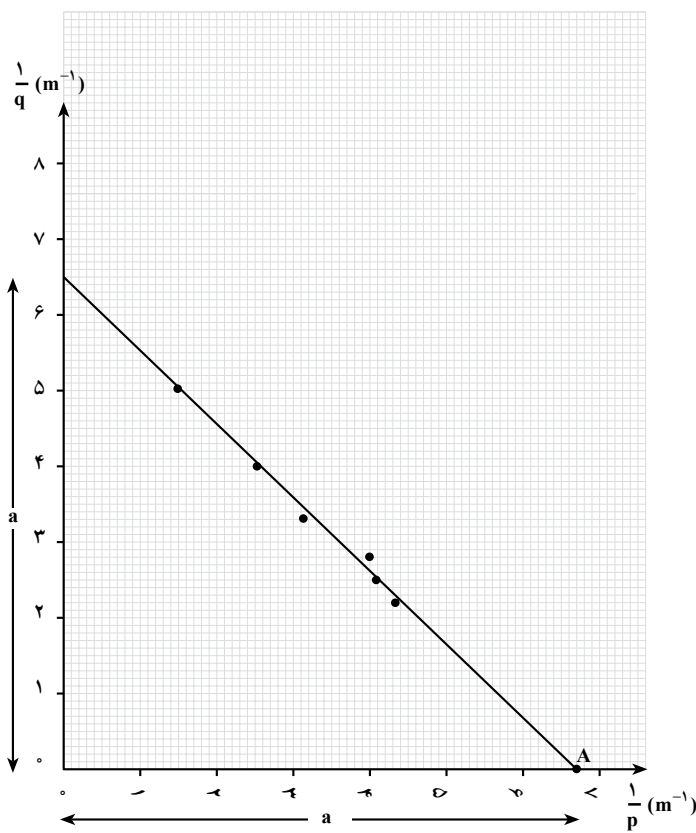
سپس معادله‌ی خط را بنویسید و در معادله به جای  $y$ ،  $\frac{1}{q}$

و به جای  $x$ ،  $\frac{1}{p}$  را قرار دهید و رابطه‌ی بین دو متغیر را پیدا کنید.

عرض از مبدأ (و یا طول از مبدأ) خط مقدار ثابت معادله

است. با تغییر نمودار آن را به دست آورید و رابطه‌ی بین متغیرها را کامل کنید.

پاسخ:



شکل ۱۱۸

$$y + x = a$$

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

تفسیر: نمودار نشان می‌دهد که :

$$\frac{1}{q} = 0 \text{ و } \frac{1}{p} = a \quad (۱)$$

و برای این که  $\frac{1}{q} = 0$  باشد باید  $p = f$  و  $q = \infty$  یعنی

جسم روی کانون باشد.

در صورت آمادگی کلاس، جدول را می‌توان با اعداد آزمایش‌های انجام شده توسط دانش‌آموزان پر کرد. در این صورت، بهتر است جدول مربوط به آن را روی تخته کلاس ترسیم کنیم و با پرسش در مورد نتایج آزمایش گروه‌ها، فقط اندازه‌گیری‌های دقیق را در جدول بنویسیم تا گروه‌ها همه این جدول را تفسیر کنند و رابطه‌ی  $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$  را نتیجه بگیرند.

### فعالیت پیشنهادی ۲۷ و آموزش

هدف: به دست آوردن معادله‌ی عدسی‌ها  $(\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f})$

نتایج آزمایش‌های یک گروه از دانش‌آموزان در جدول ۱۱ ثبت شده است. از روی نتایج این آزمایش (و یا با اندازه‌گیری فاصله‌ی تصویر تا عدسی، در آزمایش‌هایی که در گروه خود انجام می‌دهید.) نمودار  $\frac{1}{q}$  را بر حسب  $\frac{1}{p}$  ترسیم کنید. سپس با مشورت و همفکری با اعضای گروه خود، نموداری را که ترسیم کرده‌اید، تفسیر کنید.

جدول ۱۱

شماره	$p(m)$	$q(m)$	$\frac{1}{p}(m^{-1})$	$\frac{1}{q}(m^{-1})$
۱	۰/۲۰	۰/۶۰	۱/۶	۵
۲	۰/۲۵	۰/۳۷۵	۲/۶۶	۴
۳	۰/۳۰	۰/۳۰	۳/۳	۳/۳
۴	۰/۳۵	۰/۲۶۵	۴	۲/۸
۵	۰/۴۰	۰/۲۴	۴/۲	۲/۵
۶	۰/۴۵	۰/۲۲۵	۴/۴	۲/۲

راهنمایی: پس از مشخص کردن نقطه‌ها در صفحه‌ی محورهای مختصات یک خط راست همانند شکل ۱۱۸ رسم کنید که با تقریب خوبی از نقاط به دست آمده بگذرد. (ممکن

در عدسی همگرا که کانون مجازی است: حتماً و در عدسی واگرا که کانون مجازی است f منفی است. هرگاه عدسی همگرا تا عدسی واگرا یا مجبور باشد پس از محاسبه مقدار آن در صورتی که علامت شماره به دست آمده مثبت باشد، عدسی همگرا است. در غیر این صورت معلوم می‌شود که عدسی مجازی است.

**آزمایش کنید-۸**

آزمایش کنید: اگر یک تکه کاغذ و با استفاده از عدسی همگرا و عدسی واگرا و عدسی مجازی را در مسیر نور موازی با محور اصلی عدسی قرار دهید، محل عبور و نوع عدسی را در هر حالت تعیین کنید. شکل را برای هر دو حالت رسم کنید.

**مثال ۴**

یک تکه کاغذ را یک متر از عدسی ۱۲ سانتی‌متری و یک متر دیگر از عدسی ۱۵ سانتی‌متری یک عدسی همگرا که عدسی کانونی آن ۱۰ سانتی‌متر است قرار دهید. محل عبور و نوع عدسی را در هر حالت تعیین کنید. شکل را برای هر دو حالت رسم کنید.

حالت اول:

$$p = +1000, q = +4000, f = +10$$

$$\frac{1}{q} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{q} - \frac{1}{1000} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{10} + \frac{1}{1000} = \frac{100 + 1}{1000} = \frac{101}{1000}$$

$$q = \frac{1000}{101} \approx 9.9$$

عدسی همگرا تا عدسی  
چون علامت مثبت است عدسی همگرا است.

حالت دوم:

$$p = +1000, q = -4000, f = +10$$

$$\frac{1}{q} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{-4000} - \frac{1}{1000} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{10} + \frac{1}{4000} = \frac{400 + 1}{4000} = \frac{401}{4000}$$

$$q = \frac{4000}{401} \approx 9.9$$

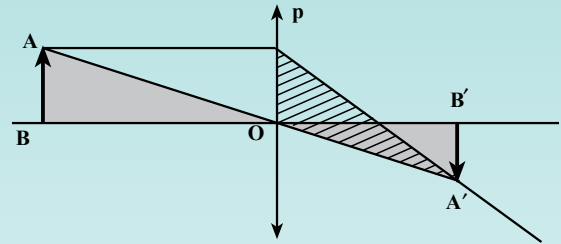
عدسی همگرا تا عدسی  
چون در این حالت علامت مثبت است عدسی همگرا است.

بنابراین رابطه‌ی ۱ به این صورت نوشته می‌شود  
 $\frac{1}{p} = \frac{1}{f} = a$  و در نتیجه  $\frac{1}{f} = a$  می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

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

## دانستنی ۱۴

### اثبات هندسی معادله‌ی عدسی‌های نازک



شکل ۱۱۹

در شکل ۱۱۹ از تشابه دو مثلث ABO و A'B'O نتیجه

می‌گیریم که  $\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$  و از تشابه دو مثلث DOA' و DOA می‌گیریم که

داریم:

$$\frac{PO}{A'B'} = \frac{f}{q-f}$$

با توجه به این که

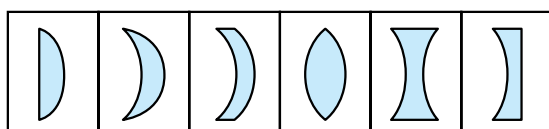
$$PO = AB \cdot \frac{AB}{A'B'} = \frac{f}{q-f} \cdot \frac{p}{q} = \frac{f}{q-f}$$

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

علامت تعیین شود.

### فعالیت پیشنهادی ۲۸

در شکل ۱۲۰، ابتدا نوع عدسی‌ها را بنویسید و سپس با استفاده از علامت‌های مثبت و منفی نوع کانون آن‌ها را تعیین کنید.



(۶) (۵) (۴) (۳) (۲) (۱)

شکل ۱۲۰

پاسخ:

- ۱- تخت - کاو (-)
- ۲- دو کاو (-)
- ۳- دو کوژ (+)
- ۴- کوژ - کاو (-)
- ۵- کاو - کوژ (+)
- ۶- تخت - کوژ (+)

توصیه‌ی آموزشی: از دانش‌آموزان می‌خواهیم که

معادله‌ی عدسی‌ها  $(\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f})$  را با توجه به علامت‌های

قراردادی زیر در حل مسائل به کار برند.

۱- کانون عدسی همگرا حقیقی و علامت f مثبت است.

۲- کانون عدسی واگرا مجازی و علامت f منفی است.

۳- برای تصویرهای حقیقی q مثبت و برای تصویرهای

مجازی q منفی است.

۴- در محاسبه لازم نیست برای کمیت مجهول از قبل

## آزمایش کنید ۸

هدف: تحقیق درستی معادله ی  $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$

نمونه‌ای از گزارش‌های تهیه شده از آزمایش کنید ۸

به نام خدا

تاریخ:

شماره گروه: کلاس:

نام و نام خانوادگی اعضای گروه:

عنوان آزمایش:

هدف: تحقیق رابطه  $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$

وسایل آزمایش:

روش کار: ابتدا فاصله‌ی کانونی عدسی مورد آزمایش را اندازه گرفتیم.  $f = 10 \text{ cm}$  و سپس با آن تصویر شمع را مشاهده و فواصل  $p$  و  $q$  را اندازه گرفتیم.

نتیجه:

$p_{\text{cm}}$	اندازه‌گیری $q$	$q = \frac{pf}{p-f}$
۱۲	۵۹	۶۰
۱۴	۳۶	۳۵
۱۶	۲۶	۲۶/۶
۱۸	۲۳	۲۲/۵
۲۰	۲۰	۲۰

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

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

$$\frac{1}{q} = \frac{pf}{p-f}$$

$$q = \frac{Pf}{p-f}$$

$$\frac{12 \times 10}{12 - 10} = 60$$

## مثال ۷

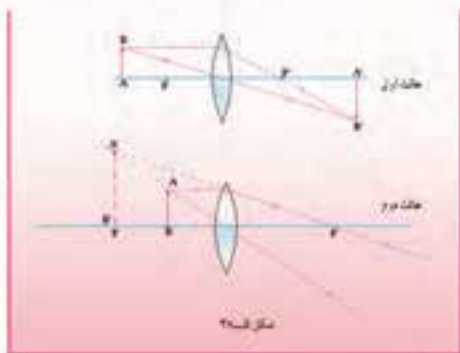
هدف: کاربرد صحیح معادله‌ی عدسی‌ها با توجه به علامت  
توصیه: از دانش آموزان می‌خواهیم مثال ۷ را خود  
حل کنند و شکل‌های مربوط به آن را در کاغذ میلی‌متری ترسیم  
نمایند.

## مثال ۸

هدف: کاربرد علامت منفی در معادله‌ی عدسی‌ها

### فعالیت پیشنهادی ۲۹

شکل ۱۲۱ یک عدسی با ضریب شکست  $n$  را در سه محیط با ضریب شکست‌های متفاوت نشان می‌دهد. با مشورت در گروه خود، ضریب شکست محیط و عدسی را در هر یک از شکل‌ها با هم مقایسه کنید و علت تفاوت مسیر شکست پرتوهای نور را در محیط‌ها توجیه نمایید.



**مثال ۸**

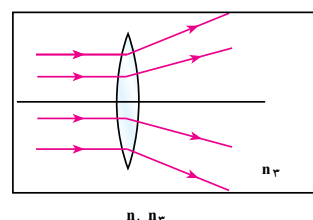
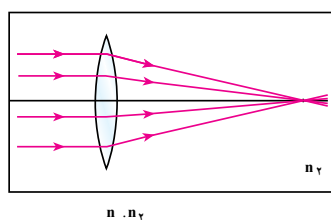
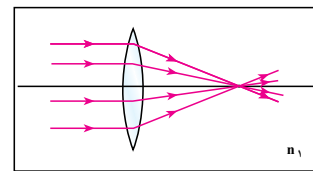
نشی بر عدسی‌های با مکان‌های یک جسی و اگر آ که عدسی‌های کانونی آن  
 فاصله‌ی آن از داده شده است. عدسی‌های تصویر تا جسی چقدر می‌شود؟  
 حل: چون جسی و اگر است عدسی‌های کانونی جسی است.

$$p = +8 \text{ cm} \quad q = -12 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{8} - \frac{1}{12} = \frac{3}{24} - \frac{2}{24} = \frac{1}{24}$$

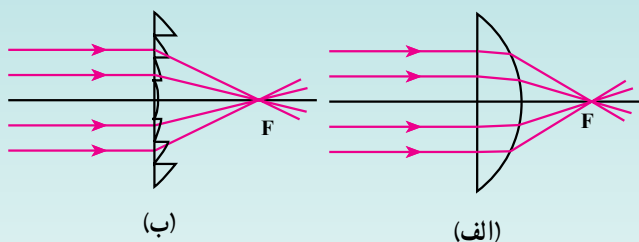
$$f = 24 \text{ cm}$$

عدسی‌های تصویر تا جسی  
 علامت منفی نشان دهنده این است که تصویر مجازی است.



شکل ۱۲۱

در مجموع عدسی فرنل شبیه یک عدسی معمولی کار می‌کند، ولی از ضخامت آن کاسته شده است. عدسی شیشه پروژکتور اورهد<sup>۲</sup> از نوع عدسی فرنل است.



شکل ۱۲۳



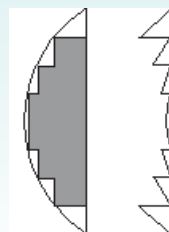
شکل ۱۲۴

## دانستنی ۱۵

ساختار عدسی‌های بزرگ: برخی دستگاه‌های نوری نیاز به عدسی بزرگ با میدان دید وسیع دارند اما یک عدسی بزرگ معمولی برای داشتن میدان دید وسیع (توان بالا - فاصله‌ی کانونی کم) باید ضخیم باشد. ضخامت زیاد این عدسی‌های بزرگ موجب جذب مقدار زیادی نور می‌شود. در رفع این مشکل آگوستین فرنل<sup>۱</sup> دانشمند فرانسوی در سال ۱۸۲۲ میلادی عدسی بزرگ و نازکی را طراحی کرد که به نام او عدسی فرنل نامیده می‌شود.

سطح این عدسی نازک، پر از شیارهای حلقه‌ای هم مرکز

است. خمیدگی سطح بیرونی عدسی فرنل معادل با خمیدگی سطح بیرونی عدسی معمولی معادل با آن است (شکل ۱۲۲).



شکل ۱۲۲



### فعالیت پیشنهادی ۳۰

در جدول ۱۲، نوع تصویر و علامت q (فاصله‌ی تصویر تا عدسی) را برای حالت‌های مختلف تعیین کنید.

جدول ۱۲- عدسی همگرا

شماره	فاصله جسم تا تصویر	نوع تصویر	علامت q
۱	$p > 2f$		
۲	$p = 2f$		
۳	$f < p < 2f$		
۴	$p < f$		

پاسخ:

- ۱- تصویر حقیقی، کوچکتر و معکوس +
- ۲- تصویر حقیقی، مساوی و معکوس +
- ۳- تصویر حقیقی، بزرگتر و معکوس +
- ۴- تصویر مجازی، بزرگتر مستقیم -

### ۵-۱۳- بزرگ‌نمایی عدسی‌ها

هدف: آشنایی با بزرگ‌نمایی (طولی) عدسی‌ها

#### راهنمای تدریس

از دانش‌آموزان می‌خواهیم یک ذره‌بین را همانند شکل ۱۲۶ در مقابل یک کاغذ شطرنجی بگیرند و آهسته به آن نزدیک کرده و سپس دور کنند و توجه آنان را به دور شدن تصویر در حین بزرگ شدن آن، جلب می‌کنیم. دانش‌آموزان با دقت در



شکل ۱۲۶

در عدسی‌ها بر اثر شکست تصویر تشکیل می‌گردد. در صورتی که تصویر حقیقی باشد این معادله را با علامت مثبت و در صورتی که تصویر مجازی باشد، فاصله‌ی آن را با علامت منفی در رابطه‌ی لنس استفاده می‌کنیم.

#### شماره ۱۳- بزرگ‌نمایی عدسی‌ها

در عدسی‌ها در صورت طولی تصویر (CA) به طول بین (AO) یا بزرگ‌نمایی می‌نامیم و آن را با علامت مثبت می‌نویسیم.

$$M = \frac{A'B'}{AB} \quad (1)$$

همان‌طور که می‌بینیم، در این معادله، بزرگ‌نمایی نشان می‌دهد که طول تصویر چند برابر طول جسم است. علامت مثبت می‌نماید که در عدسی‌ها می‌توان رابطه‌ی بزرگ‌نمایی را به صورت زیر نوشت:

$$M = \frac{A'B'}{AB} = \left| \frac{p'}{p} \right| \quad (2)$$

اگر از عدسی همگرا به عنوان درجین استفاده شود، عدسی را نسبت به بین مورد نظر طولی قرار می‌دهیم که فاصله‌ی بین تا عدسی که از فاصله‌ی کانونی عدسی باشد (جسم بین در فاصله‌ی کانونی عدسی قرار بگیرد) در آن صورت تصویر مجازی، مستقیم و بزرگتر از بین دیده می‌شود.

#### مثال ۹

اگر جسمی به وسعتی یک درجین عدسی همگرا از یک بین به طول ۱۵ سانتی‌متر تصویر مستقیم و مجازی به طول ۲ سانتی‌متر به دست آوریم و فاصله‌ی بین تا عدسی ۶ سانتی‌متر باشد، فاصله‌ی تصویر تا عدسی و فاصله‌ی کانونی عدسی را حساب کنید.

حل

$$p = +15 \text{ cm}, \quad AB = -1 \text{ mm}, \quad A'B' = +2 \text{ mm}$$

$$\frac{A'B'}{AB} = \left| \frac{p'}{p} \right| \Rightarrow \frac{2}{1} = \left| \frac{p'}{15} \right|$$

$$\Rightarrow p' = \pm 30 \text{ cm} \Rightarrow p' = -30 \text{ cm} \quad (\text{چون تصویر مجازی است})$$

### دانستنی ۱۶

آگوستین فرنل مهندس و فیزیک‌دان فرانسوی با طراحی عدسی‌های بزرگ و پرتوان، سیستم‌های آینه‌ای از جمله سیستم آینه‌ای فانوس‌های دریایی را متحول کرد. فرنل مقاطعه‌کار ساخت عدسی برای فانوس‌های دریایی بود. از دیگر فعالیت‌های فرنل نظریه‌های تجربی او در مورد نور موجی را می‌توان نام برد.



شکل ۱۲۵- آگوستین فرنل (۱۸۲۷-۱۷۸۹)

تفسیر: نمودار خط راستی است که نشان می‌دهد هرچه فاصله‌ی تصویر از کانون بیشتر می‌شود اندازه‌ی تصویر بزرگ‌تر می‌گردد.

### دانستنی ۱۷

۱- اثبات ریاضی رابطه‌ی  $m$  برحسب  $q$

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

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

$$\frac{m+1}{q} = \frac{1}{f} \quad mf + f = q$$

$$m = \frac{q-f}{f} \quad \boxed{m = \frac{q}{f} - 1}$$

۲- اثبات ریاضی رابطه‌ی  $m$  برحسب  $p$

$$m = \frac{q}{p} \quad q = mp \quad \frac{1}{q} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p}$$

$$\frac{1}{q} = \frac{p-f}{fp} \quad mp = \frac{fp}{p-f} \quad \boxed{m = \frac{f}{p-f}}$$

انجام آزمایش نتیجه می‌گیرند که با زیاد شدن فاصله‌ی جسم تا عدسی ( $p$ )، فاصله‌ی تصویر تا عدسی بیشتر و اندازه‌ی تصویر بزرگ‌تر می‌شود. با توجه به این نکته بزرگ‌نمایی را تعریف می‌کنیم و رابطه‌ی آن را از روی متن کتاب تدریس می‌کنیم.

از دانش‌آموزان می‌خواهیم که مثال ۹ کتاب را حل کنند و پاسخ خود را با پاسخ در کتاب مقایسه کنند.

هدف از مثال ۹ این است که دانش‌آموزان رابطه‌ی

بزرگ‌نمایی را درست به کار ببرند.

### فعالیت پیشنهادی ۳۱

هدف: بررسی تغییرات بزرگ‌نمایی ( $m$ ) برحسب فاصله‌ی

تصویر تا عدسی

- اعداد جدول ۱۳ نتایج آزمایش گروهی از دانش‌آموزان

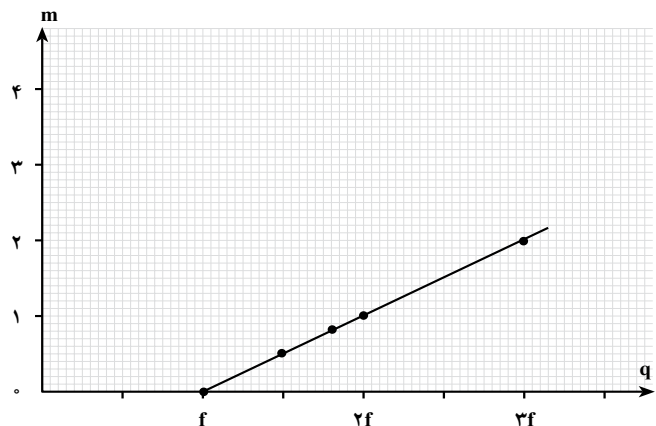
است. با استفاده از اعداد جدول نمودار  $m$  (بزرگ‌نمایی) را برحسب  $q$  (فاصله تصویر تا عدسی) ترسیم و آن را تفسیر کنید.

جدول ۱۳

$p_{cm}$	$q_{cm}$	$m$
۳۰	۶۰	۲
۴۰	۴۰	۱
۴۵	۳۶	۰/۸
۶۰	۳۰	۰/۵

$f = ۲۰\text{cm}$   
 $q \cdot f$

پاسخ:



شکل ۱۲۷

### دانستنی ۱۸

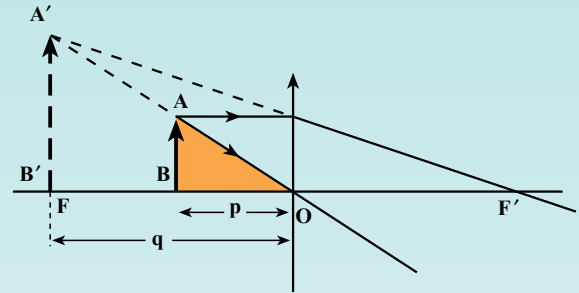
اثبات هندسی رابطه‌ی بزرگ‌نمایی در عدسی همگرا  
برای تصویرهای مجازی

در شکل ۱۲۸ از تشابه دو مثلث  $ABO$  و  $A'B'O$  نتیجه

می‌شود:

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OB'}{OB}$$

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$$



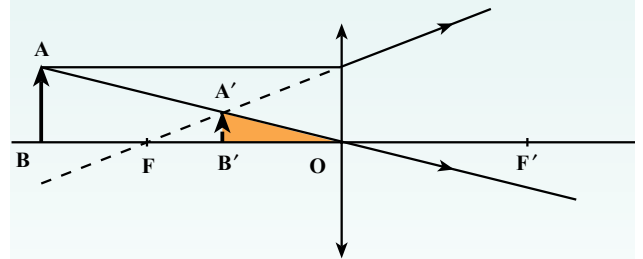
شکل ۱۲۸

### دانستنی ۱۹

اثبات هندسی رابطه‌ی بزرگ‌نمایی در عدسی واگرا  
در شکل ۱۲۹ از تشابه دو مثلث  $ABO$  و  $A'B'O$  داریم:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OB'}{OB}$$

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$$



شکل ۱۲۹

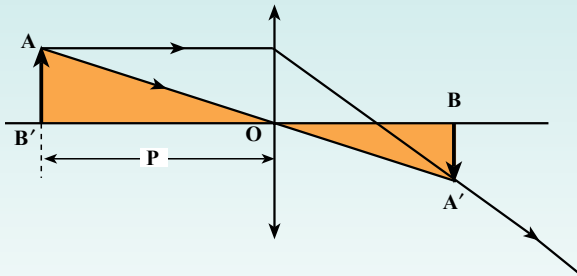
### دانستنی ۲۰

اثبات هندسی رابطه‌ی بزرگ‌نمایی در عدسی همگرا  
برای تصویرهای حقیقی

در شکل ۱۳۰ از تشابه دو مثلث  $ABO$  و  $A'B'O$  نتیجه

می‌شود:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$$



شکل ۱۳۰

## ۵-۱۴- توان عدسی<sup>۱</sup>

هدف: معرفی توان به عنوان یک کمیت کاربردی

### راهنمای تدریس

درس را با پرسش از دانش آموزان عینکی (در صورت حضور در کلاس) شروع می‌کنیم. از آن‌ها می‌خواهیم شماره‌ی عینک خود، لزوم استفاده از عینک و مسئله‌های مربوط به آن را برای کلاس بیان کنند.

سپس متن کتاب را در مورد توان عدسی تدریس کرده با اشاره به این که نمره‌ی عینک همان توان عدسی است (یعنی عکس فاصله‌ی کانونی به متر) و نمره عینک‌های همگرا، مثبت و نمره عینک‌های واگرا منفی است. از دانش آموزان می‌خواهیم فاصله‌ی کانونی و نوع عینک چند دانش آموز را از روی شماره‌ی آن تعیین و توان آن‌ها را با هم مقایسه کنند.

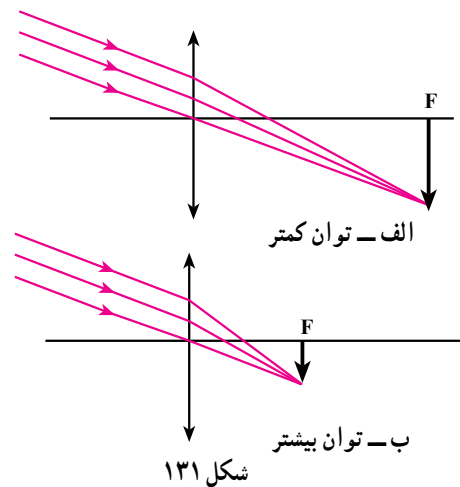
### فعالیت خارج از کلاس

هدف: مقایسه‌ی توان عدسی‌های همگرا

دو عدسی با توان‌های متفاوت (توان یکی کم و توان دیگری زیاد) حدود چهار برابر، تهیه و با گرفتن در مقابل خورشید سعی کنید یک تکه کاغذ را آتش بزنید.

کاغذ با کدام یک زودتر آتش می‌گیرد؟ چرا؟ از فعالیت خود گزارش تهیه کنید و در آن علت را با ترسیم نشان دهید.

پاسخ: توان زیاد (فاصله‌ی کانونی کم). بزرگی لکه روشن بستگی به فاصله‌های کانونی عدسی دارد.



شکل ۱۳۱

چون گفته شده است تصویر مجازی است به جای آن مقدار آن را با علامت منفی بر رابطه جای گذاری می‌کنیم

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

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{-15} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} = \frac{3-2}{30} = \frac{1}{30}$$

$$f = 30 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

بهرای کانونی عدسی

شکل ۱۴- توان عدسی‌ها

در شکل ۱۴- الف و ب دو عدسی همگرا ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری کانونی متفاوت نشان داده شده است. یک دسته پروژکتور یا مجهر اصلی به هر دو عدسی این دو عدسی‌ها این دسته پروژکتور را همگرا می‌کند. توانی کدام یک از این دو عدسی بر همگرا کردن پروژکتور بیشتر است؟ همانگونه که شکل‌های ۱۴- الف و ب نشان می‌دهد، عدسی‌ای که فاصله‌ی کانونی آن کوچک است بر همگرا کردن پروژکتور توانی بیشتری دارد. حتی توانی عدسی بر همگرا کردن پروژکتور با فاصله‌ی کانونی مثبت عکس دارد.

الف- عدسی با فاصله‌ی کانونی کمتر توانی بیشتری دارد  
ب- عدسی با فاصله‌ی کانونی بیشتر توانی کمتری دارد  
شکل ۱۴- الف و ب

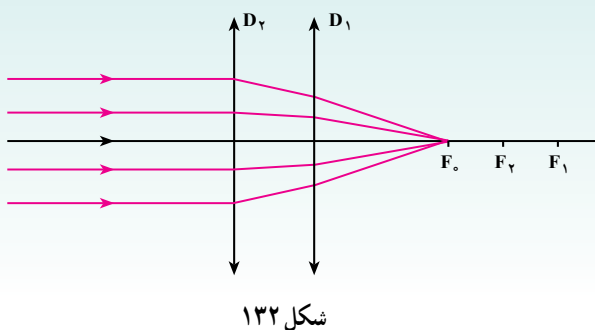
در شکل ۱۴- الف و ب دو عدسی واگرا با فاصله‌ی کانونی متفاوت نشان داده شده است. یک دسته پروژکتور یا مجهر اصلی به هر دو عدسی این دو عدسی‌ها این دسته پروژکتور را واگرا می‌کند. توانی کدام یک از این دو عدسی بر واگرا کردن پروژکتور بیشتر است؟ همانگونه که شکل‌های ۱۴- الف و ب نشان می‌دهد، عدسی‌ای که فاصله‌ی کانونی آن مثبت عکس دارد.

۱۳۲

## دانستنی ۲۱

عدسی‌های مرکب: مجموعه‌ی چند عدسی نازک به هم چسبیده را عدسی مرکب گویند. دو یا چند عدسی که در نزدیکی هم قرار می‌گیرند، مانند یک عدسی عمل می‌کنند. در اغلب دستگاه‌های نوری دقیق از چند عدسی به صورت ترکیبی استفاده می‌شود (شکل ۱۳۲).

فاصله‌ی کانونی دو عدسی همگرا از فاصله‌ی کانونی تک تک عدسی‌ها کمتر است. اگر فاصله‌ی دو عدسی از یک‌دیگر



<sup>۱</sup> dioptic powe

## فعالیت ۱۶

هدف: برآورد فاصله کانونی و تشخیص نوع عدسی‌ها از روی شکل ظاهری آن‌ها  
پاسخ:

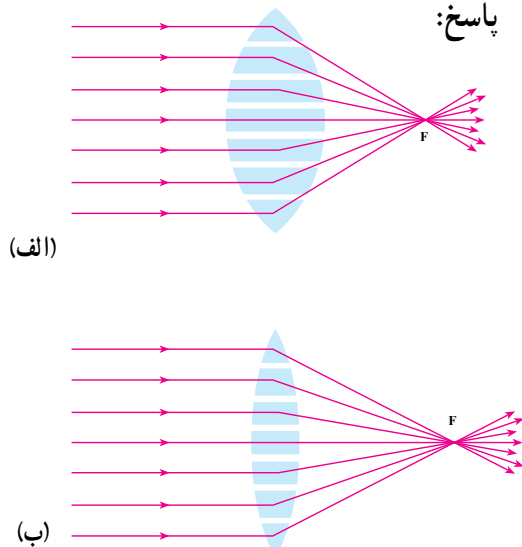
عدسی‌ها	فاصله‌ی کانونی	توان عدسی
	۵ cm	۲۰ D
	۲۰ cm	۵ D
	-۵ cm	-۲۰ D
	-۵/۶ cm	-۶/۶ D

شکل ۱۳۳

## فعالیت پیشنهادی ۳۲

یک عدسی نازک و یک عدسی ضخیم را به صورت مجموعه‌ای از منشورها در نظر بگیرید و با مشورت در گروه خود مسیر نورهای موازی در آن‌ها را ترسیم و همگرایی آن‌ها را با هم مقایسه کنید. (راهنمایی: هرچه زاویه‌ی رأس منشور بزرگ‌تر باشد، میزان انحراف نور در آن بیشتر است.)

پاسخ:



شکل ۱۳۴

محیطی برای دانش‌آموزان ایجاد انگیزه می‌کند که خودشان در آن شرکت فعال داشته باشند.



بسیار کم باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{1}{f_0} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \text{یا} \quad D_0 = D_1 + D_2$$

توان یک عدسی مرکب برابر مجموع توان‌های هر یک از عدسی‌های تشکیل دهنده‌ی آن است.

مثلاً اگر دو عدسی با توان‌های  $-7d$  و  $11d$  تشکیل یک عدسی مرکب را بدهند، توان این عدسی برابر با  $11 - 7 = 4d$  به دست می‌آید.

در تلسکوپ و میکروسکوپ‌های با کیفیت بالا هر یک از عدسی‌های چشمی و شیئی، یک عدسی مرکب هستند.

معرفی سایت:

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnuJava/viewtopic.php?t=65>

با شبیه‌سازی موجود در این سایت کاربر می‌تواند با عدسی‌های با توان متفاوت، عدسی مرکب درست کند.

۳- عدسی تله فوتو (Telephoto lens) : فاصله‌ی کانونی این عدسی بیش از ۵۰ میلی‌متر است و برای عکاسی ازدور به کار می‌رود؛ مثل اجرام آسمانی - رویدادهای ورزشی - زندگی حیوانات وحشی

۴- عدسی ماکرو (macro)؛ با فاصله‌ی کانونی کمتر از واید، برای عکاسی از اجسام بسیار ریز به کار می‌رود.

۵- عدسی چشم ماهی (fish eye lens)؛ کروی است و به دلیل ویژگی تصویر در آن، کاربرد هنری دارد.

۶- عدسی زوم (Zoom)؛ عدسی با فاصله‌ی کانونی متغیر است.



شکل ۱۳۵

**برقراری ارتباط قوی میان مطالب درسی و واقعیت‌های موجود آموزش را به یادگیری پایدار تبدیل می‌کند.**

شبهه‌سازی ترسیم آزمایش عدسی در CD همراه کتاب آمده است.

این شبهه‌سازی قابلیت ترسیم تصویر در عدسی‌های واگرا (و آینه‌ها) در حالت‌های مختلف را دارد. برای تمرین ابتدا با کلیک کردن و کشیدن موس، فاصله‌ی شیء تا عدسی (p) را تعیین کنید. تصویر شیء ترسیم و مقادیر q و m نشان داده می‌شوند.

دعوت به سخنرانی: از یک عکاس (یا فیلمبردار) حرفه‌ای دعوت کنید تا در مورد دوربین عکاسی و انواع لنزهای (عدسی‌های) مورد استفاده در دوربین برای دانش‌آموزان توضیح دهد.

ارائه‌ی تحقیق: از گروه‌هایی که در مورد ساختمان دوربین عکاسی تحقیق داشته‌اند می‌خواهیم گزارش خود را به کلاس ارائه دهند.

## دانستنی ۲۲

**کاربرد عدسی‌های مختلف (با توان متفاوت)**

یکی از قسمت‌های مهم دوربین عکاسی، عدسی آن است که اغلب قابل تعویض می‌باشند. دوربین‌های خوب دارای انواع عدسی‌ها (عدسی‌های ترکیبی) با توان متفاوت هستند که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

۱- عدسی معمولی (normal)؛ فاصله‌ی کانونی این عدسی معمولاً ۵۰ میلی‌متر است و بیش از هر عدسی دیگر همانند عدسی چشم انسان است.

۲- عدسی زاویه باز یا واید (wide angle lens)؛ این عدسی دارای فاصله‌ی کانونی کمتر از ۵۰ میلی‌متر است. بزرگ‌نمایی آن از عدسی معمولی دوربین بزرگ‌تر است و برای عکاسی از فواصل نزدیک به کار می‌رود؛ مثل عکاسی از نقاشی

تشابه آن‌ها، نحوه‌ی تشکیل تصویر و با بیان اختلاف آن‌ها، نقش محیط‌های شفاف چشم در شکست نور و عمل تطابق را آموزش می‌دهیم. (برای مطالعه بیشتر به مجله‌ی رشد فیزیک شماره‌ی ۶۵ مراجعه کنید.)

**توصیه‌های آموزشی:** در یک جمع‌بندی، فیزیک چشم را این‌گونه خلاصه می‌کنیم.

قرنیه، زلالیه، عدسی، زجاجیه در مجموع یک عدسی مرکب را تشکیل می‌دهند. عدسی چشم در حالت استراحت مسطح‌ترین حالت خود را دارد. فاصله‌ی کانونی چشم در این حالت، حدود ۱/۷ سانتی‌متر است.

برای دیدن اجسام نزدیک، ماهیچه‌های مژگانی خمیدگی عدسی را زیاد و فاصله‌ی کانونی آن را حدود ۲ میلی‌متر تغییر می‌دهند.

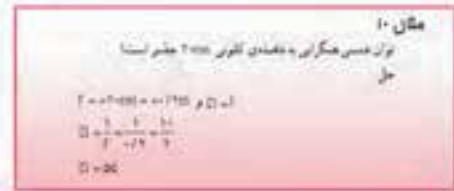
### دانستنی ۲۳

**دوربین عکاسی ساده:** دوربین عکاسی ساده یک جعبه‌ی تاریک و سیاه است که در یک طرف آن یک عدسی همگرا و در طرف دیگرش فیلم عکاسی قرار دارد.

فاصله‌ی کانونی عدسی معمولی دوربین عکاسی، بسیار کم (در حد فاصله عدسی تا فیلم) و فاصله‌ی عدسی و فیلم قابل تنظیم است.

هنگام عکاسی، وقتی دوربین در مقابل جسمی قرار داده می‌شود، باید فاصله‌ی عدسی و فیلم تنظیم شود تا تصویر کاملاً واضح از جسم روی فیلم بیفتد.

برای عکس گرفتن از یک جسم دور، عدسی به سمت داخل حرکت داده می‌شود (زیرا با دور شدن جسم از دوربین، فاصله‌ی تصویر تا عدسی کم می‌شود) و برای عکس گرفتن از یک جسم نزدیک، عدسی دوربین به سمت بیرون حرکت داده می‌شود (فاصله‌ی تصویر تا عدسی زیاد می‌شود). این جابه‌جایی عدسی معمولاً با علائمی که روی دوربین است تنظیم می‌شود.



**مثال ۱۰**  
**هدف:** استفاده از رابطه‌ی توان

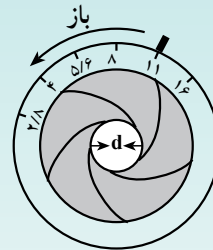
**مثال ۱۵-۵**  
**هدف:** تشریح فیزیک چشم انسان

**راهنمای تدریس**

مولاژی از چشم و یا یک پوستر از آن را به کلاس درس می‌آوریم و از دانش‌آموزان می‌خواهیم آنچه راجع به اجزای مختلف چشم و کار آن‌ها می‌دانند روی آن نشان دهند.

با این روش، مختصری از کلیات موضوع درس را مطرح می‌کنیم. برای ایجاد انگیزه مواردی مثل تشکیل تصویر معکوس در چشم و این که دنیا در چشم ما وارونه است را مورد بحث قرار می‌دهیم. سپس دوربین و چشم را مقایسه می‌کنیم و از روی

در اغلب دوربین‌ها، زمان نوردی به فیلم نیز قابل تنظیم است. این تنظیم با کنترل زمان باز بودن دیافراگم و اندازه‌ی گشودگی آن دارد (شکل ۱۳۶). برای ثبت تصویر، مقدار مناسبی نور از جسم باید روی فیلم بیفتد. نور زیاد باعث خرابی فیلم می‌شود و نور کم مانع ثبت تصویر واضح روی فیلم می‌شود.



قطر گشودگی دیافراگم =  $d$

شکل ۱۳۶

B	$\frac{1}{30} S$	$\frac{1}{60} s$	$\frac{1}{125} S$	$\frac{1}{250} S$
---	------------------	------------------	-------------------	-------------------

زمان نوردی

زمان کوتاه . . . . . زمان بلند باز

و تصویر ثبت‌شده را روی شبکه می‌آورد. اما این درین شبکه از شبکه مایع‌های مرکب تشکیل می‌شود و اصطلاحاً همس چشمو را زده می‌کند که در نتیجه فعالیت کانون همس کوار می‌شود و تصویر روی شبکه تشکیل می‌گردد. تغییر فعالیت کانونی منسور را از جهت تصویرهای واضح از جسم دور یا نزدیک روی شبکه تطابق می‌گویند.

۲۱ شکل

**پاسخ دهید ۳**  
چرا در آب نمی‌توان جسم اطراف خود را خوب دید؟

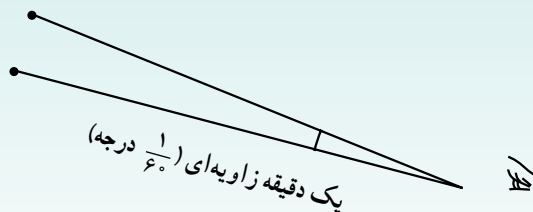
**فعالیت ۱۷**  
تخلیق کنید که چرا روی مایع‌های نوری و یا روی شبکه‌های تصویر را بطور پیوسته می‌بیند.

گسترش دید طبیعی  
یک چشم سالم می‌تواند از فاصله‌های از حدود ۲۵cm تا بی‌نهایت عمل تطابق را انجام دهد. در افراد جوان این فاصله از فاصله‌های ۲۵cm نزدیک‌تر است که با افزایش سن بزرگ می‌شود.

۱۵۵

## دانستنی ۲۴

**قدرت تفکیک چشم:** دو نقطه از یک شیء فقط در صورتی از هم تشخیص داده می‌شوند که تصویرهای مربوط به این دو نقطه، بر روی یاخته‌های بینایی به‌طور مجزا قرار بگیرند. کوچک‌ترین زاویه‌ی دید قابل تفکیک برای چشم انسان یک دقیقه زاویه‌ای است. (یک درجه، ۶۰ دقیقه زاویه‌ای است) اشیای بسیار ریز و یا اشیای واقع در فاصله‌ی زیاد در صورتی دیده می‌شوند که زاویه‌ی دید آن‌ها از یک دقیقه زاویه‌ای بیشتر باشد (شکل ۱۳۷).



شکل ۱۳۷

**فعالیت خارج از کلاس:** با همکاری اعضای گروه خود درباره‌ی مشخصات و توانایی انواع دوربین‌ها تحقیق کنید.

### پاسخ دهید ۳

**هدف:** توجیه علمی یک پدیده

**پاسخ:** ضریب شکست آب و ضریب شکست چشم، بسیار نزدیک به هم هستند و انحراف نوری که از آب وارد چشم می‌شود، بسیار کم است.

### فعالیت ۱۷

**هدف:** آشنایی با ویژگی دید (ماندگاری تصویر در چشم)

**پاسخ:** اثر نور در چشم  $\frac{1}{15}$  ثانیه باقی می‌ماند و چشم

تصویرهایی را که با فاصله‌ی زمانی کمتر از این زمان در مقابل چشم قرار گیرند پیوسته می‌بیند. این موضوع اساس کار سینما و تلویزیون برای دیدن فیلم است.



آن را با کمترین گستره‌ی دید طبیعی سایر هم گروهی‌های خود مقایسه کنید.

سپس گستره‌ی دید طبیعی را با توجه به متن کتاب مورد بحث قرار داده آموزش می‌دهیم.

## دانستنی ۲۵

**عدسی چشم:** کانونی کردن دقیق تصویر روی شبکیه توسط عدسی چشم انجام می‌گیرد (عمل تطابق) به عبارت دیگر، ماهیچه‌های چشم با تنظیم فاصله کانونی عدسی، تصویر مناسبی روی شبکیه تشکیل می‌دهند.

قطر عدسی چشم حدود ۵ میلی‌متر و ضخامت آن حدود ۴ میلی‌متر است. مرکز نوری چشم به فاصله‌ی حدود ۱۷/۱ میلی‌متر از شبکیه است. جدول ۱۴ تطابق فاصله‌ی کانونی عدسی چشم را در فاصله‌ی دیدهای متفاوت نشان می‌دهد.

جدول ۱۴

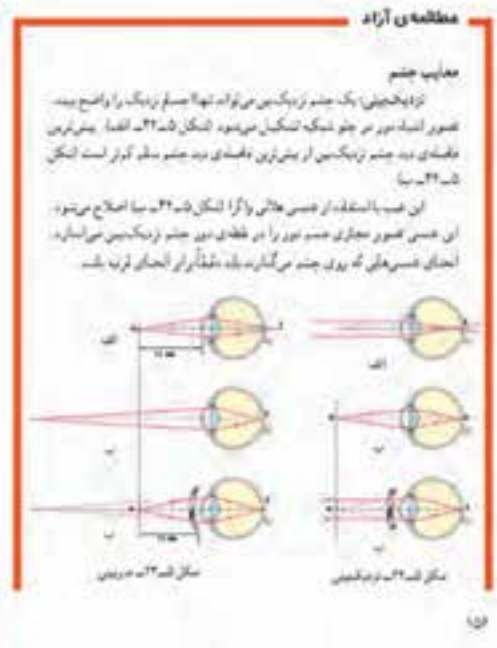
فاصله‌ی دید cm	فاصله‌ی کانونی mm
۲۵	۱۵/۹
۱۰۰	۱۶/۷
۳۰۰	۱۶/۹

**فعالیت خارج از کلاس:** عدسی چشم یک ماهی (از انواع ماهی‌های خوراکی) را بررسی کنید و برای پیدا کردن فاصله‌ی کانونی و ضریب شکست آن آزمایش طراحی و اجرا کنید.

## دانستنی ۲۶

**بزرگ‌نمایی ذره‌بین و کمترین گستره‌ی دید:** ذره‌بین معمولاً برای دیدن اجسام ریز به کار می‌رود. وقتی جسم مورد نظر در فاصله‌ی کانونی یک ذره‌بین قرار می‌گیرد، تصویری مجازی، مستقیم و بزرگ‌تر از جسم دیده می‌شود. برای ذره‌بین در حالتی که به چشم نزدیک باشد بزرگ‌نمایی تعریف می‌شود و در تعیین بزرگ‌نمایی معمولاً فرض بر این است که ذره‌بین در فاصله‌ای از

بطور کلی قدرت تطابق چشم ما با نورانی من محدود و محدودتر می‌شود. کانونی دهشتی در بد چشم بزرگترین شکلی است که اگر جسمی در آن جایگاه چشم می‌تواند آن را واضح ببیند. بدون آن که شکل زیادی بر چشم وارد شود. بهترین دهشتی در بد چشم، بزرگترین شکلی است که اگر جسمی در آن جایگاه چشم بدون تطابق می‌تواند آن را واضح ببیند.



**فکر کنید:** چرا توصیه می‌شود برای رفع خستگی چشم پس از مطالعه‌ی زیاد، به مناظر دوردست نگاه کنیم؟  
**پاسخ:** زیرا هنگام مطالعه، ماهیچه‌های چشم منقبض می‌شوند و وقتی به مناظر دوردست (برای مدتی) نگاه کنیم ماهیچه‌های چشم به حالت استراحت درمی‌آیند.

## راهنمای تدریس

از دانش‌آموزان می‌خواهیم به کمک هم گروهی‌های خود (با انجام فعالیتی) حداقل فاصله‌ای که چشمشان عمل تطابق انجام می‌دهد را اندازه بگیرند.

## فعالیت پیشنهادی ۳۳

صفحه‌ی کتاب را از فاصله‌ای نسبتاً دور، آهسته به چشم خود نزدیک کنید. آن قدر که دیگر نتوانید نوشته‌ها را به راحتی و واضح بخوانید. سپس از هم گروهی خود بخواهید فاصله‌ی کتاب تا چشم شما را اندازه بگیرد.

«در این آزمایش، شما کمترین گستره‌ی دید خود را اندازه گرفته‌اید.»



شکل ۲۲- روی چشم این شخص یک عدسی گنبدی نصب است.

هواری: یک چشم دوربین می‌تواند تنها اجسام نور را واضح بیند تصویر اجسام نزدیک در پشت شبکیه تشکیل می‌نهد (شکل ۲۲-۵). لذا، قطعی نزدیک چشم دوربین از قطعی نزدیک چشم سالم دورتر است (شکل ۲۲-۵). بیبا این عیب با استفاده از یک عدسی گنبدی اصلاح می‌شود. این عدسی تصویر مجازی بین نزدیک را در قطعی نزدیک چشم دوربین می‌اندازد (شکل ۲۲-۵). بیبا

کاهش تطابلی یا پیرجنسی: با افزایش سنجی سن، ضخامت عدسی می‌تواند تغییر کند؛ بیبا که تا آندی نور با خیلی نزدیک دارای تصویرهای واضح باشد، این عیب را کاهش تطابلی یا پیرجنسی گویند. پیرجنسی با استفاده از یک عینک یا عدسی همگرا برای دیدن آندی نزدیک اصلاح می‌شود.

استیگماتیسم: استیگماتیسم هنگامی روی می‌دهد که حداقل یکی از سطح‌های شکستنده‌های نور (قرنیه یا عدسی) در چشم گروی بودن خود را از دست بدهد. برای چشم استیگمات تصویر تشکیل شده در یک راستا واضح است ولی در راستای دیگر واضح نیست. در صورتی که برای چشم سالم تصویر در همدی راستاها واضح است (شکل ۲۲-۵ الف و ب).

واضح بودن تصویر در یک راستا به علت کثیف نبودن اندامی قرنیه در این راستاست. این عیب به وسیله یک عدسی استوایی یا گنبدی اصلاح می‌شود که اندامی پس از این عدسی، اندامی کمتر قرنیه را در این راستا جبران کند.

جسم باید قرار گیرد که تصویر مجازی آن در ۲۵ سانتی متری ذره بین تشکیل شود؛ زیرا در این فاصله می‌توان نوشته‌ها را به راحتی خواند و یا اجسام را دید. بزرگ‌نمایی ذره بین

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{|q|}{|p|}$$

$$q = 25 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{p} = \frac{1}{25} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{p} = \frac{f+25}{25f}$$

$$m = \frac{q}{p} = \frac{25}{p} \quad m = \frac{25+f}{f}$$

این رابطه، بزرگ‌نمایی ذره بین را برحسب فاصله‌ی کانونی آن نشان می‌دهد. (f برحسب cm)

**فعالیت خارج از کلاس:** عینک یک شخص دوربین را امانت بگیرید و تصویر منظره‌ی بیرون از پنجره اتاق را با آن روی یک کاغذ بیندازید.

**فعالیت خارج از کلاس:** با همکاری اعضای گروه خود یکی از موضوع‌های زیر را انتخاب و در مورد آن تحقیق کنید.

- ۱- چه عواملی موجب بروز معایب چشم و بیماری‌های آن می‌شود؟
- ۲- ائروویتامین  $(C_7H_3O)A$ ، ویتامین  $B_1$  و ویتامین  $(C_{12}H_{19}N_4O_5)C$  بر روی چشم و بینایی چیست؟
- ۳- روش‌های مختلف جراحی قرنیه مانند عمل لیزیک (Lasik) به چه منظور و چگونه انجام می‌شوند؟

همگرا با فاصله‌ی کانونی  $f = 1 \text{ cm}$ ، عدسی همگرا با فاصله‌ی کانونی  $f = 5 \text{ cm}$  - شمع و پایه - کبریت، یک حلقه (مانند حلقه نوارچسب) - خمیر مجسمه - پرتوافکن و منبع تغذیه‌ی آن. - بالن<sup>۱</sup> را پر از آب کنید و آن را روی حلقه قرار دهید و عدسی را با خمیر مجسمه به جدار آن بچسبانید (مطابق شکل ۱۳۷). یک دسته پرتو موازی درست کنید و به عدسی بتابانید. (اگر چند قطره شیر در آب بالن بریزید مسیر نور در آب دیده می‌شود). پرتوها در طرف دیگر روی جدار بالن متمرکز می‌شوند. (چشم در حال استراحت)

**فعالیت‌های متنوع و تفکربرانگیز موجب موفقیت بیشتر دانش‌آموزان می‌شود.**

معرفی سایت: در این سایت روش‌های مختلف جراحی قرنیه توضیح داده شده است.

[www.birkacre.freeseitve.co.ok/index.htm](http://www.birkacre.freeseitve.co.ok/index.htm)

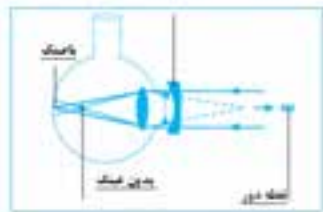
**فعالیت پیشنهادی ۳۴ (برای نمایشگاه علوم)**  
مدل چشم بسازید:  
وسایل لازم: بالن ته‌گرد (بالن ژوزه)  $50^\circ \text{CC}$  - عدسی

۱ - اندازه بالن را مناسب با فاصله‌ی کانونی عدسی‌های موجود در آزمایشگاه مدرسه انتخاب کنید.



شکل ۱۳۸

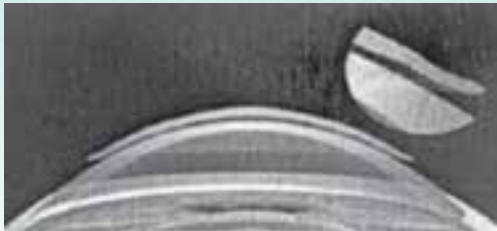
– عدسی روی بالن را بردارید و یک عدسی با فاصله‌ی کانونی کمتر روی آن قرار دهید و مدل چشم را به چشم نزدیک بین تبدیل کنید و با یک عدسی واگرای مناسب دید آن را اصلاح کنید.



شکل ۱۳۹

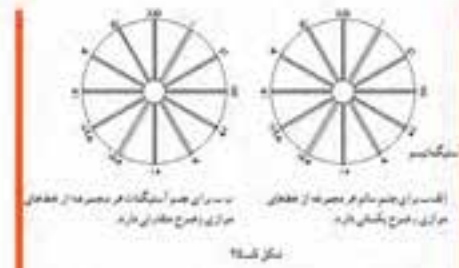
### دانستنی ۲۷

**عینک‌های نامرئی:** لنز یا عینک‌های نامرئی عدسی‌های پلاستیکی قابل انعطافی هستند که همراه با مایعی از جنس اشک روی قرنیه گذاشته می‌شوند. انواع طبی این لنزها مانند عینک برای اصلاح دید به کار می‌رود.



شکل ۱۴۰

**در روش‌های جدید تدریس «یادگیری با کاربرد مغز» راهبردهای تدریس و روش‌های ارزشیابی تغییر می‌کند.**



کوردنگی کوردنگی کابل بعد از آن بین می‌آید. انباری از نور هیچ رنگی را برسد و برای آن‌ها مانند تصویر می‌ماند و تصویر تک‌رنگ است. یعنی نور را نمی‌تواند بین دو یا چند رنگ را از هم جدا کند. این کار با منشکال رو به رو می‌شود. یک منشکال کوردنگی حریف. نور دادن بین قرمز و سبز را منشکال می‌کند. این عینک منشکال است به علت اینکه یک نوع منشکال مخروطی در شبکه باشد.

**پاسخ دهید ۲**

چشم دانش‌آموزی از پشت عینک درشت‌تر به نظر می‌رود. عیب چشم این دانش‌آموز را تشخیص دهید.

**فعالیت ۱۸**

به همراه اعضای گروه خود از یک یا دو نمونه منشکال‌های بزرگ تهیه و آزمایشی از این بزرگ‌ها تهیه کنید و به کلاس ارائه دهید.



شکل ۱۳۷

– یک شمع روشن را در ۲۵ سانتی‌متری عدسی روی پایه قرار دهید. تصویر شمع پشت بالن تشکیل می‌شود. یک برگ کاغذ را پشت بالن (حدود ۴ سانتی‌متر عقب‌تر) جابه‌جا کنید تا تصویر روی آن مشاهده شود. (این مدل، یک چشم دوربین را نشان می‌دهد که تصویر دورتر از شبکیه آن تشکیل می‌شود)

– یک عدسی همگرا به فاصله‌ی کانونی مناسب حدود ۵cm، در مقابل مدل چشم (به‌عنوان عینک) قرار دهید و دید آن را اصلاح کنید.

## دانستنی ۲۸

### تاریخچه‌ی اصلاح دید

– اولین وسیله‌ی شناخته شده برای بهتر دیدن و مطالعه، گوی شیشه‌ای بوده است که آن را روی متن مورد مطالعه می‌گرفتند.



شکل ۱۴۱

– اولین عینک در سال ۱۲۸۴ در ایتالیا مورد استفاده قرار گرفته است و نخستین سند تاریخ‌دار در باب عینک، تصویر یک کشیش عینکی است که در سال ۱۳۵۲ نقاشی شده است. – فکر ساخت عدسی روی چشم را در سال ۱۸۲۷ سرویلیان هرشل مطرح کرد.



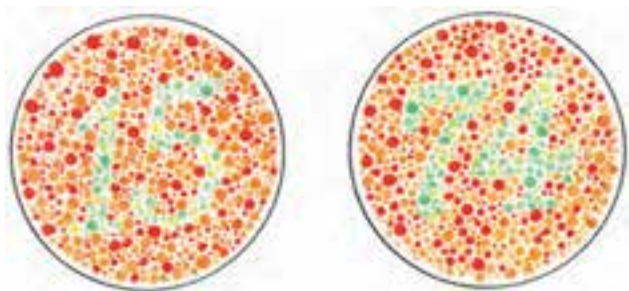
شکل ۱۴۲

– نخستین عینک نامرئی توسط یک پزشک سوئیسی ساخته شد که از جنس شیشه بود.

– در اواخر دهه‌ی چهارم قرن بیستم عینک‌های نامرئی پلاستیکی ساخته شد و در سال ۱۹۵۰ میلادی عینک‌های نامرئی ساخته شدند که روی اشک چشم شناور می‌شوند و دیگر نیازی به محلول شیمیایی ندارند.

### فعالیت خارج از کلاس

- ۱- با همکاری اعضای گروه خود و با مراجعه به منابع اینترنتی و کتاب‌های غیردرسی و برخی مجلات، یک پوستر درباره‌ی چشم و معایب آن، درست کنید.
- ۲- با استفاده از طرح‌های رنگی شکل ۱۴۳، برای کوررنگی یک آزمایش طرح و در مدرسه خود اجرا کنید.



شکل ۱۴۳ – افراد کوررنگ نمی‌توانند عددهای داخل دایره‌ها را بخوانند.

### پاسخ دهید ۴

هدف: شناخت نوع عینک چشم دوربین

پاسخ: چشم او دوربین است (زیرا تصویر بزرگ‌تر و

مستقیم چشم نشان می‌دهد نوع عدسی آن همگراست)

### فعالیت ۱۸

هدف: آشنایی دانش‌آموزان با چگونگی ساخت عدسی

عینک

مصاحبه با یک عینک‌ساز: با دعوت از یک عینک‌ساز

شرایطی را فراهم کنید تا دانش‌آموزان بتوانند با پرسش و پاسخ

در مورد انواع عینک‌ها (نامرئی، دو دید و ...) دانش بیشتری

کسب کنند.

## دانستنی ۲۹

عینک‌های دو دید: گاهی انعطاف‌پذیری عدسی چشم کم می‌شود و یا عضله‌های مژگانی ضعیف می‌گردند و هر دو عیب دوربینی و نزدیک‌بینی هم‌زمان رخ می‌دهد. برای اصلاح این عیب از عینک‌های دو دید استفاده می‌شود.

عینک‌های دو دید از شیشه‌های با دو عدسی متفاوت تشکیل شده‌اند. وقتی شخصی با آن مستقیماً به جلو نگاه می‌کند، عینک با عدسی واگرا در مقابل دیدش قرار می‌گیرد و وقتی برای مطالعه یا انجام کار نگاه خود را به پایین می‌اندازد از طریق عدسی همگرا به جسم مورد نظر نگاه می‌کند.

عینک‌های مخصوص اصلاح دید را گاهی با سه عدسی نیز می‌سازند.

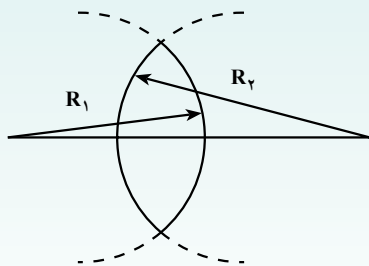
## دانستنی ۳۰

کارگاه ساخت عدسی (عینک‌سازی): عدسی‌سازها، فاصله‌ی کانونی عدسی‌ها را از رابطه‌ی زیر به دست می‌آورند.

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

در این رابطه،  $n$  ضریب شکست ماده‌ای است که با آن عدسی عینک را می‌سازند و  $R_1$  و  $R_2$  شعاع دو سطح کروی هستند (شکل ۱۴۴).

این معادله برای عدسی‌های نازک به کار می‌رود و عدسی نازک عدسی است که ضخامت آن در مقایسه با  $R_1$  و  $R_2$  اندک باشد. در عدسی‌های دو کاو شعاع  $R_1$  و  $R_2$  و یا هر دو (در صورت داشتن دو سطح کاو) را منفی در نظر می‌گیرند. در نتیجه کانون عدسی کاو منفی می‌شود. این معادله برای عدسی‌های کاو-کوژ نیز به کار می‌رود. واگرایی و یا همگرایی این گونه عدسی‌ها وابسته به این است که شعاع طرف کوژ کوچک‌تر است یا شعاع طرف کاو.



شکل ۱۴۴

روش‌های یادگیری از طریق همیاری در صورتی که درست به کار گرفته شود، انطباق زیادی با فعالیت مغز دارد. کارایی مغز در محیط‌های اجتماعی افزایش می‌یابد.

یادگیری از طریق مشاهدات عینی و تحلیل آن‌ها، یادگیری ماندگار است.

## فناوری و کاربرد

هدف: فیزیک در فناوری

میکروسکوپ

### راهنمای تدریس

در صورت امکان، یک میکروسکوپ به کلاس می‌آوریم و به کمک آن، ساختمان میکروسکوپ را توضیح می‌دهیم و توجه دانش‌آموزان را به نحوه‌ی تنظیم میکروسکوپ (جابه‌جایی عدسی شیئی در مقابل لام) جلب کرده با اشاره به فاصله‌ی کانونی کوچک عدسی شیئی، چگونگی تشکیل تصویر در آن‌ها را تدریس می‌کنیم. سپس از دانش‌آموزان می‌خواهیم با همکاری گروه خود یک میکروسکوپ بسازند.

فعالیت خارج از کلاس – میکروسکوپ بسازید:

وسایل آزمایش: عدسی با فاصله‌ی کانونی کم (حدود ۵ سانتی‌متر) برای شیئی، عدسی با فاصله‌ی کانونی زیاد (حدود ۲۵ سانتی‌متر) برای چشمی، خط‌کش چوبی بلند (۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر)، مقداری خمیر مجسمه.

– فواصل کانونی هر یک از عدسی‌ها (به روش دلخواه) را با دقت اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

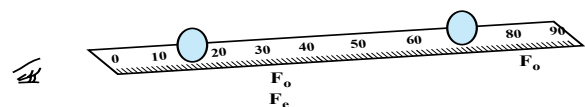
$$f_o = \quad f_e =$$

– عدسی شیئی را به فاصله‌ی  $f_o + 1$  (یک سانتی‌متر بیشتر از فاصله‌ی کانونی آن) از لبه‌ی خط‌کش (به‌طور عمود) با خمیر مجسمه بچسبانید.

– عدسی چشمی را به فاصله‌ای بیش‌تر از  $d = f_o + f_e$  روی خط‌کش در مقابل عدسی شیئی محکم کنید. محور اصلی دو عدسی باید بر یکدیگر منطبق باشند (شکل ۱۴۵).

(فاصله‌ی عدسی‌ها از هم باید به گونه‌ای باشد که اولین تصویر در فاصله‌ی کانونی عدسی چشمی بیفتد).

در مقابل عدسی شیئی میکروسکوپی که ساخته‌اید (دورتر از کانون آن) یک نوک مداد و یا یک سوزن قرار دهید و از طرف دیگر به آن نگاه کنید.



شکل ۱۴۵

### فناوری کاربرد

از وسایلی که به کمک عدسی‌ها ساخته می‌شوند، یکی میکروسکوپ و دیگری دوربین محسوب

است. میکروسکوپ با استفاده از عدسی میکروسکوپ از دو عدسی همگرا تشکیل شده است که بر روی این دو عدسی یک لوله کشیده شده است. محور اصلی دو عدسی بر یکدیگر منطبق است. فاصله‌ی کانونی عدسی که که جسم بر جان آن قرار می‌گیرد، حدود چند میلی‌متر است و به آن عدسی شیئی گفته می‌شود. فاصله‌ی کانونی عدسی دوم که چند بر چند آن واقع می‌شود، حدود چند سانتی‌متر است و عدسی چشمی نام دارد. جسم‌های کوچک و ریز را خارج از فاصله‌ی کانونی، اما خیلی نزدیک به کانون عدسی شیئی قرار می‌دهند. در میکروسکوپ از جسم تصویری دیده می‌شود که از جسم بزرگ‌تر، ممتد و مجازی است. بر مبنای شکل ۱۴۴ قطر تشکیل تصویر در یک میکروسکوپ مثلثی داده شده است.



شکل ۱۴۴ قطر تشکیل تصویر در میکروسکوپ



فعالیت خارج از کلاس: با همکاری گروه خود در مورد

انواع میکروسکوپ تحقیق کنید.

### معرفی سایت:

در این صفحه فهرست انواع میکروسکوپ، ساختمان و طرز کار هر یک آمده است. کاربر پس از Download کردن میکروسکوپ مورد نظر می‌تواند چیزهای بسیاری را زیر آن مشاهده و وضوح آن را تنظیم کند.

فهرست انواع میکروسکوپ:

Scanning Electron Microscopy

Trans lational Microscopy

Magnifying Microscopy

Lase scanning confocal Microscopy

Phase contrast Microscopy

آدرس:

<http://micro.magw.fsu.edu/primer/virtual/virtual.html>.

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/Java/electron/microscopy/magnify1/index.html>.

## دوربین نجومی

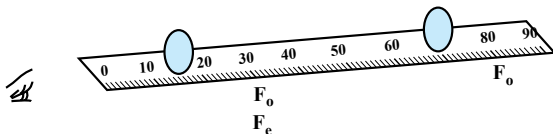
هدف: فیزیک در فناوری

### راهنمای تدریس

در اوایل قرن هفدهم میلادی، ابزاری بسیار ساده و علمی، نظریه‌های ابهام‌آمیز بشر را در مورد منظومه‌ی شمسی تغییر داد. در آن زمان زمین را مرکز عالم می‌دانستند. این ابزار ساده، دوربین نجومی گالیله بود که با دو عدسی ساخته شده بود. (اساس کار دوربین‌های نجومی امروزی با دوربین‌های اولیه یکی است) پس از طرح مختصری از کلیات تاریخ دوربین‌های نجومی ساختمان این نوع دوربین‌ها را آموزش می‌دهیم، سپس از دانش‌آموزان می‌خواهیم در یک فعالیت آزمایشگاهی روی یک خط‌کش با دو عدسی یک دوربین نجومی بسازند.

**فعالیت خارج از کلاس:** دوربین نجومی بسازید - وسایل لازم: عدسی با فاصله‌ی کانونی زیاد برای شیئی (حدود ۲۵ سانتی‌متر) عدسی با فاصله‌ی کانونی کمتر برای چشمی (حدود ۱۰ سانتی‌متر) خط‌کش چوبی بلند - خمیر مجسمه.

- ابتدا فواصل کانونی دو عدسی را اندازه بگیرید. سپس از یک طرف خط‌کش عدسی‌ها را با به فاصله‌ی  $d = f_o + f_e$  با خمیر مجسمه به‌طور عمودی قرار دهید. دوربین نجومی را که ساخته‌اید را در مقابل پنجره‌ی کلاس بگیرید و با آن به مناظر دور نگاه کنید. (مطابق شکل) آنچه را مشاهده می‌کنید با ترسیم نشان دهید (با مقیاس  $\frac{1}{1}$ ).

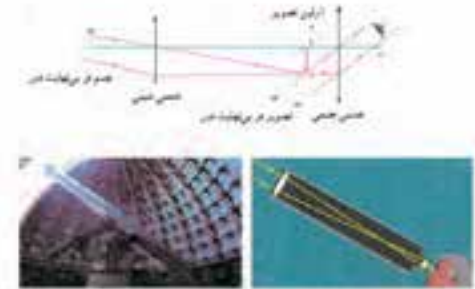


شکل ۱۴۶



شکل ۱۴۷

دوربین نجومی: دوربین نجومی برای دیدن اجرام آسمانی به کار می‌رود. ساختار آن شبیه ساختار میکروسکوپ است و از دو عدسی همگرا که هم محور درست است. فاصله‌ی کانونی عدسی بین آن‌ها دورتر است و عدسی چشمی آن عدسی چشمی میکروسکوپ است. برای دوربین، جسم در بی‌نهایت دور قرار دارد. در شکل ۱۴۶، قطر لنز لنز دوربین در دوربین نشان داده شده است. آخرین تصویر در دوربین، مجازی، معکوس و از جسم کوچکتر است.



شکل ۱۴۵- طرح تشکیل تصویر در دوربین نجومی

این تصویر (۱۴۵) بر سطح کانونی عدسی چشمی تشکیل می‌شود. معمولاً دوربین‌ها افودی نظیر می‌کند که لنزهای دو عدسی یکدیگر مطلقاً دور. در این صورت آخرین تصویر در بی‌نهایت دور دیده می‌شود.

۱۴۰

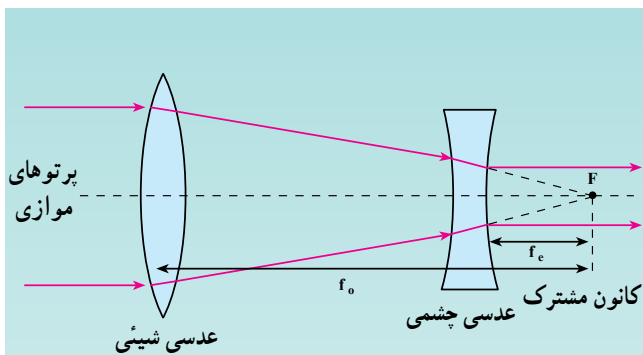
## دانستنی ۳۱

**بزرگ‌نمایی میکروسکوپ<sup>۱</sup>:** در میکروسکوپ عدسی شیئی یک تصویر حقیقی و بزرگ‌تر از شیء تشکیل می‌دهد. این تصویر همچون یک شیء برای عدسی چشمی به کار می‌آید و عدسی چشمی مانند یک ذره‌بین از آن تصویری مجازی تشکیل می‌دهد. به این ترتیب، هم عدسی شیئی، هم عدسی چشمی در بزرگ‌نمایی میکروسکوپ دخالت دارند.

بزرگ‌نمایی میکروسکوپ از حاصل ضرب  $m_o \times m_e$  (بزرگ‌نمایی عدسی شیئی ضربدر بزرگ‌نمایی عدسی چشمی) به دست می‌آید.

$$m = m_o m_e = \frac{25}{f} \times \frac{q}{p}$$

(میکروسکوپ‌های خوب بزرگ‌نمایی بیش از ۱۴۰۰ دارند).



شکل ۱۵- نحوه تشکیل تصویر در تلسکوپ

در طراحی دوربین‌های نجومی امروزی به نکات زیر توجه

می‌شود.

۱- بزرگ‌نمایی زاویه‌ای

۲- میدان دید

۳- گردآوری نور: قطر عدسی شیئی را حداً امکان بزرگ

می‌گیرند؛ زیرا بزرگی قطر عدسی روشنی تصویر را تعیین می‌کند، کهکشان‌ها و بسیاری اجرام آسمانی کم‌سو هستند و باید تصویر روشنی از آن‌ها تشکیل شود.

۴- توان تفکیک: یکی از قابلیت‌های دوربین‌های نجومی

توان تفکیک آن‌هاست که در تمایز ستاره‌هایی که جدایی زاویه‌ای آن‌ها کوچک است اهمیت زیادی دارد.

### معرفی سایت:

در این سایت، طرز ساخت کاردستی تلسکوپ هابل آمده

است.

<http://hubblesite.org/fun, and, -game/hand-held-hubble/>

پاسخ دهید: دانش‌آموزی از طرف عدسی شیئی دوربین خود به منظره‌ی بیرون نگاه می‌کند. منظره را چگونه می‌بیند؟ چرا؟  
**فعالیت خارج از کلاس: ۱-** در مورد انواع تلسکوپ‌های موجود (تلسکوپ گالیله - تلسکوپ نیوتونی و تلسکوپ هابل و ...)

۲- با استفاده از دو لوله‌ی مقوایی با قطرهای متفاوت (یکی کمی بیشتر از دیگری) مطابق شکل یک تلسکوپ بسازید و با آن رصد کنید.



شکل ۱۴۸

## دانستنی ۳۲

**تلسکوپ گالیله:** تلسکوپ گالیله از یک عدسی شیئی همگرا، یک عدسی چشمی واگر تشکیل شده بود. این عدسی‌ها طوری قرار داشتند که کانون یکی بر دیگری منطبق می‌شد. مطابق شکل ۱۴۹ ابتدا تلسکوپ‌های گالیله اسیا را فقط ۳ برابر بزرگ‌تر نشان می‌داد ولی با اصلاحات بعدی بزرگ‌نمایی آن‌ها به ۳۰ برابر افزایش یافت. گالیله با تلسکوپ خود طی رصدهای متوالی چهار قمر مشتری را کشف کرد. هر یک از این قمرها در گردش به دور مشتری دوره‌ی تناوب مخصوص به خود را داشت. همچنین گالیله با مشاهدات خود از آسمان دریافت که سیاره‌ی زهره هم مانند ماه گاهی به صورت هلالی و زمانی به صورت قرص کامل دیده می‌شود.



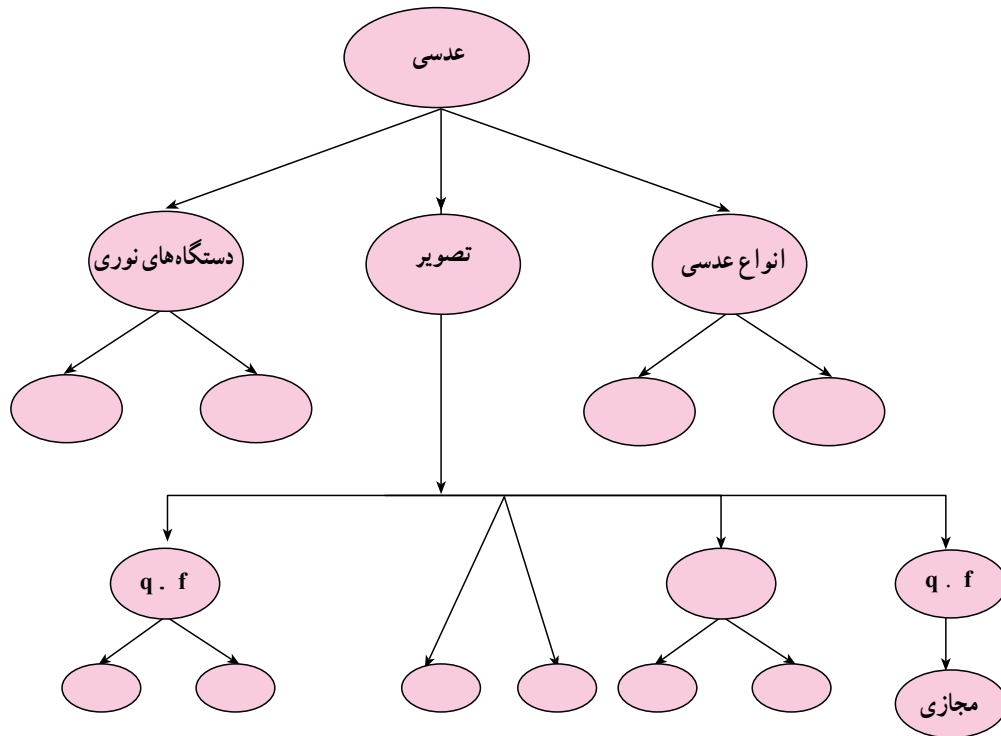
شکل ۱۴۹- تلسکوپ گالیله و دو عدسی آن



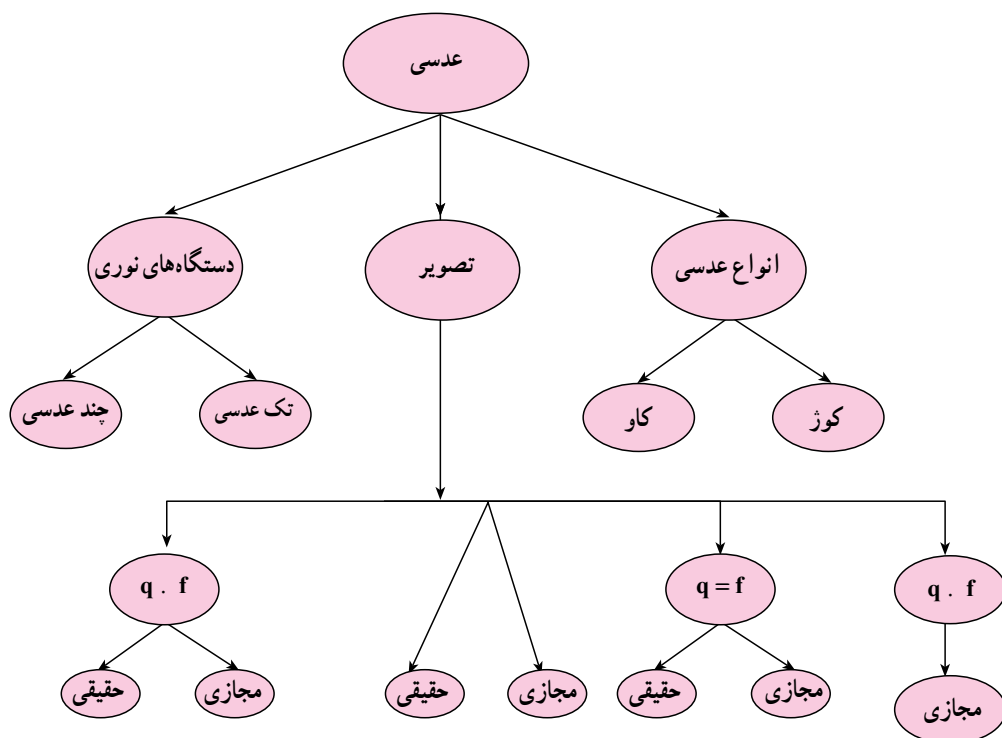
### فعالیت پیشنهادی ۳۵

سازمان دهنده‌ی تصویری زیر را با مشورت در گروه خود

کامل کنید.



پاسخ:



## حل تمرین‌های کتاب درسی

۱- الف (محیط ۲) ب  $i = 45^\circ$   $r = 60^\circ$

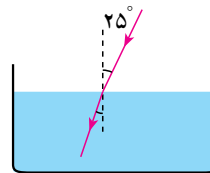
۲- الف (تابش) ب : بیشتر - بازتاب پ : کمتر - شکست

۳-

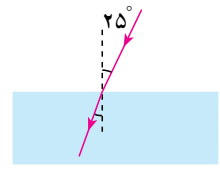
$\sin r = 0 / 317$

$\Rightarrow r = 18 / 5$

$\sin r = 0 / 423$

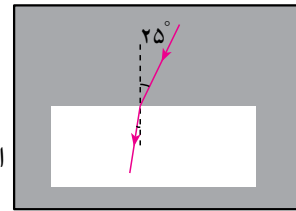


آب  $n = \frac{4}{3}$   
(ب)



شیشه  $n = \frac{3}{2}$   
(الف)

$\sin r = 0 / 282$   
 $r = 16 / 5$



الماس  $n = 2 / 4$

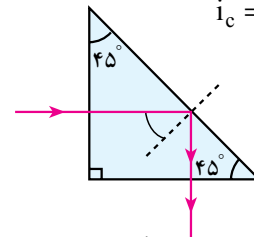
$\sin r = 0 / 176$   
 $r = 10^\circ$

(ب)

شکل ۱۵۱

الف : الماس ب : آب

۴-  $i_c = 42^\circ$

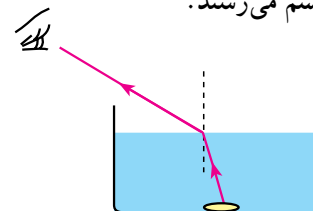


شکل ۱۵۲

۵- پرتوهایی که از سکه می‌آیند تا موقعی که از هوا

می‌گذرند به چشم نمی‌رسند، ولی وقتی از آب وارد هوا می‌شوند،

می‌شکنند و به چشم می‌رسند.



شکل ۱۵۳

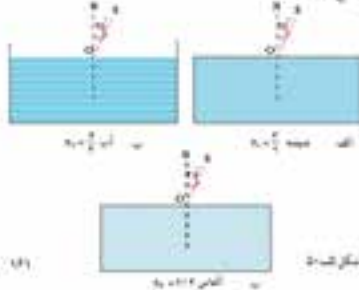
تمرین‌های فصل پنجم  
۱- شکل ۱۴۸: مسرور را بر دو محیط مختلف مثل مس و پلاستیک به ریس‌های  
برو بکشید.



۲- با توجه به شکل ۱۴۹ که مسرور را هنگام گذر از یک محیط شفاف به هوا نشان  
می‌دهد، جهت‌های زیر را کمال کنید:



الف: از این شکل معلوم می‌شود زاویه ی... در محیط شفاف ۴۵° است.  
ب: هرگاه نور با زاویه ی تابش... از ۴۵° بزرگ‌تر از این محیط می‌شود...  
ب: هرگاه نور با زاویه ی تابش... از ۴۵° بزرگ‌تر از این محیط می‌شود...  
۳- پرتوهای تابش با زاویه ی تابش بزرگ‌تر از هوا به سه محیط نامشخص شکست می‌خورند.  
است. با رسم شکل توضیح دهید.



۶- ذره‌بین یک عدسی همگراست که تصویر مجازی و  
بزرگ‌تر از جسم تشکیل می‌دهد. به این منظور، ذره‌بین را باید به  
فاصله‌ی نزدیک‌تر از کانون روی اجسام ریز گرفت.

شرایطی را بر کلاس حاکم کنید که  
دانش‌آموزان شاهد موفقیت خود باشند و  
اعتماد به نفس در آن‌ها تقویت شود.