



## آموزشی

### هدایت دادک

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد

Email: h.daclak@yahoo.com

**مقدمه:** در فیزیک (۱) و آزمایشگاه، سال اول متوسطه در بخش نورشناسی هندسی، آزمایش‌های مطرح شده فقط در مورد اندازه‌گیری شعاع آینه‌ی کاو یا فاصله‌ی کانونی عدسی همگراست که حقیقی هستند و آزمایش‌هایی هم در مورد تعیین محل تصویر که آن هم حقیقی، در آینه‌ی کاو و عدسی همگرا توضیح داده شده‌اند؛ ولی هیچ اشاره‌ای به روش اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی آینه‌ی کوژ یا عدسی واگرا که مجازی هستند و یا تعیین فاصله‌ی تصویر مجازی به ویژه در آینه‌ی کوژ و عدسی واگرا نشده است.

به ویژه در این مقاله به شرح نحوه‌ی انجام تعدادی از آزمایش‌هایی مربوط به نور در کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه می‌پردازیم که توجهی به آن‌ها نشده است. این آزمایش‌ها روش‌های جالبی را برای اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی آینه‌ی کوژ (محدب) و شعاع آن و همچنین اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی عدسی کاو (مقعر) و اندازه‌گیری فاصله‌ی تصویر مجازی از آینه و عدسی، به ویژه آینه‌ی کوژ و عدسی همگرا، ارائه شده است. به دلیل مجازی بودن این کمیت‌ها اندازه‌گیری تجربی آن‌ها، دقت بیشتری می‌طلبد. در انجام این آزمایش‌ها از همان وسایل ساده آزمایشگاه (مانند آینه تخت، شمع، آینه کوژ، آینه کاو، عدسی همگرا و عدسی واگرا) که در آزمایش‌های دیگر کتاب به کار رفته‌اند، استفاده می‌شود. می‌دانیم که هر چه آزمایش با وسایل ساده‌تر و در دسترس‌تری انجام شود جذاب‌تر و درک آن آسان‌تر است. امید است مورد استفاده‌ی همکاران عزیز قرار گیرد.

# فیزیک آزمایش‌های ساده

کلیدواژه‌ها:  
آزمایش‌های مربوط به نور  
آینه کوژ - عدسی همگرا - عدسی واگرا.

## آزمایش شماره‌ی ۱:

### مشاهده‌ی سه تصویر در آینه کوژ

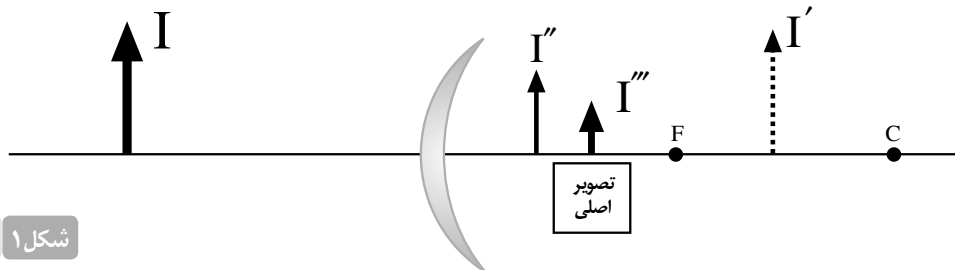
وسایل مورد نیاز: آینه کوژ و شمع به عنوان شی حقیقی

شرح آزمایش: شمع روشن را مقابل آینه کوژ قرار می‌دهیم، سه تصویر مجازی از شمع در آینه دیده می‌شود (شکل ۱): (البته این آزمایش باید در محیط نسبتاً تاریک انجام شود).

(۱) تصویر کمرنگ به اندازه‌ی جسم ( $I'$ )؛ زیرا هر قسمت از آینه مانند یک آینه تخت کوچک عمل می‌کند.

(۲) تصویر با روشنایی کم و کوچک‌تر از جسم ( $I''$ )؛ این تصویر از بازتاب پرتوها از سطح اول آینه تولید می‌شود.

۳) تصویر کوچک‌تر از جسم ( $I'''$ )؛ این تصویر از بازتاب پرتوها از سطح دوم شیشه تولید می‌شود و تصویر اصلی است.

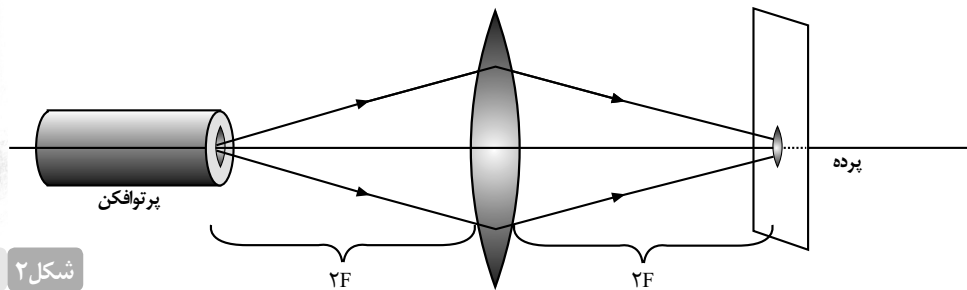


شکل ۱

در این مقاله به شرح نحوه‌ی انجام تعدادی از آزمایش‌هایی مربوط به نور در کتاب فیزیک (۱) و آزمایشگاه می‌پردازیم که توجهی به آن‌ها نشده است. این آزمایش‌ها روش‌های جالبی را برای اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی آینه‌ی کوژ (محدب) و شعاع آینه‌ی کوژ و همچنین اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی عدسی کاو (مقعر) و اندازه‌گیری فاصله‌ی تصویر مجازی از آینه و عدسی، به ویژه آینه‌ی کوژ و عدسی همگرا، ارائه شده است.

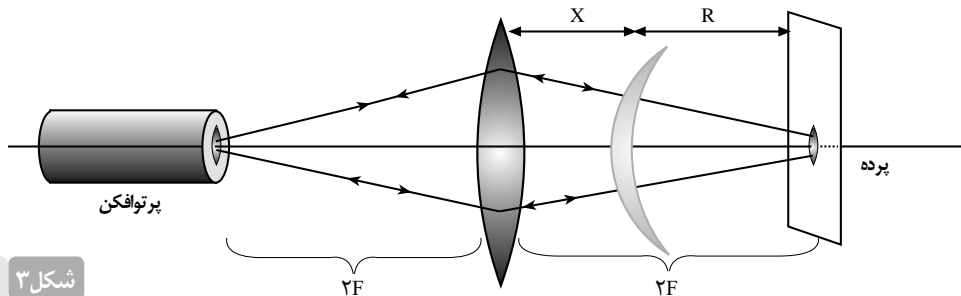
### آزمایش شماره‌ی ۲: اندازه‌گیری شعاع آینه کوژ (مرحله اول آزمایش)

وسایل مورد نیاز: پرتوافکن - مانع تک شکافی - عدسی همگرا - آینه کوژ و پرده.  
شرح آزمایش: پرتوافکن را در یک طرف و پرده را در طرف دیگر عدسی روی محور اصلی قرار می‌دهیم. پرتوافکن را آنقدر جابه‌جا می‌کنیم تا تصویر حقیقی و واضحی از شکاف مانع جلو پرتوافکن، روی پرده تشکیل شود. در این حالت شکاف جلوی پرتوافکن و پرده روی نقطه‌های  $2F$  دو طرف عدسی قرار دارند (شکل ۲)، که فاصله‌ی  $2F$  به راحتی قابل اندازه‌گیری است.



شکل ۲

مرحله دوم آزمایش: در این مرحله پرده و پرتوافکن را ثابت نگه می‌داریم و آینه‌ی کوژی را بین پرده و عدسی قرار می‌دهیم (شکل ۳). آینه را آنقدر جابه‌جا می‌کنیم تا پرتوها بر روی خود برگردند و تصویر شکاف پرتوافکن روی خود شکاف تشکیل شود. در این حالت پرده روی مرکز آینه قرار دارد که به راحتی قابل اندازه‌گیری است:  $R=2F$

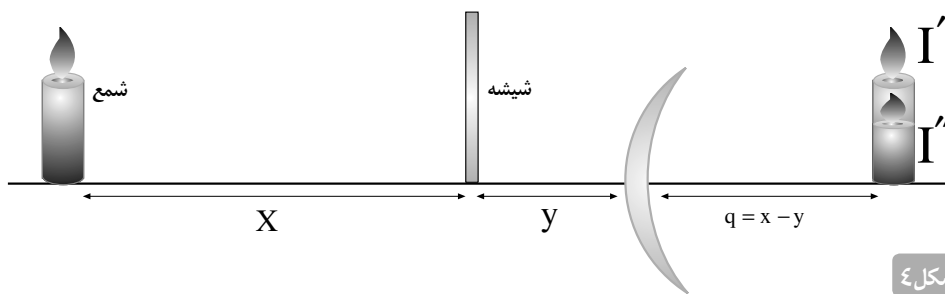


شکل ۳

### آزمایش شماره ۳:

#### اندازه‌گیری فاصله‌ی تصویر در آینه کوژ به وسیله‌ی شیشه و شمع.

شرح آزمایش: مطابق شکل ۴ شیشه را بین شمع روشن و آینه کوژ قرار می‌دهیم. چون شیشه مانند آینه تخت عمل می‌کند تصویری مجازی و هم‌اندازه با جسم تشکیل می‌دهد (تصویر I'). و آینه کوژ نیز تصویری مجازی ولی کوچک‌تر تشکیل می‌دهد (تصویر I''). حال شیشه را آنقدر جابه‌جا می‌کنیم تا تصویر حاصل از شیشه بر تصویر حاصل از آینه کوژ منطبق شود. با اندازه‌گیری فاصله‌ی شمع از شیشه (x) و فاصله‌ی شیشه از آینه (y)، می‌توان فاصله‌ی تصویر از آینه را اندازه گرفت ( $q=x-y$ ). چون می‌دانیم فاصله‌ی تصویر تا آینه تخت با فاصله‌ی جسم تا آن برابر است.



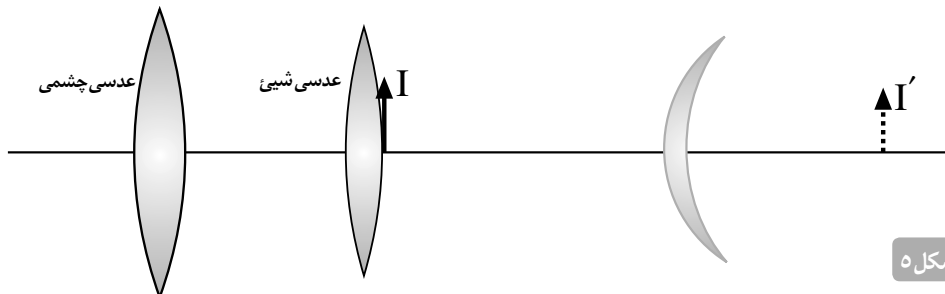
شکل ۴

### آزمایش شماره ۴:

#### اندازه‌گیری فاصله‌ی شیء و تصویر از آینه کوژ به وسیله‌ی دو عدسی همگرا.

(مرحله اول):

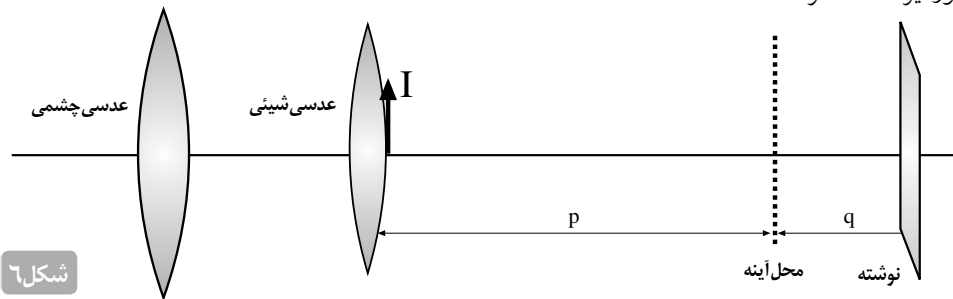
وسایل مورد نیاز: آینه کوژ - دو عدسی همگرا با فاصله‌ی کانونی متفاوت  
شرح آزمایش: مطابق شکل ۵ دو عدسی همگرا با فاصله‌ی کانونی متفاوت را، به صورت هم محور در مقابل آینه‌ای کوژ قرار می‌دهیم. عدسی با فاصله‌ی کانونی بیش‌تر را به عنوان عدسی شیئی و نزدیک‌تر به آینه و عدسی با فاصله‌ی کانونی کم‌تر را به عنوان عدسی چشمی دورتر از آینه انتخاب می‌کنیم. شیء کوچکی را چسبیده به عدسی شیئی در نظر می‌گیریم. از پشت عدسی چشمی به آن نگاه کرده و عدسی‌ها را آنقدر جابه‌جا می‌کنیم تا تصویر واضحی از آن در آینه دیده شود. (برای این کار می‌توان کلمه‌ای را روی عدسی شیئی نوشت و تصویر واضحی از آن در آینه کوژ تشکیل داد). در این حالت محل آینه را علامت می‌زنیم و آن را بر می‌داریم.



شکل ۵

مرحله دوم آزمایش: در این مرحله عدسی‌ها را در جای خود ثابت نگه می‌داریم و نوشته‌ای را در فاصله مشخصی از عدسی شیئی قرار می‌دهیم و از پشت عدسی چشمی به آن نگاه می‌کنیم. نوشته را آنقدر جابه‌جا می‌کنیم تا آن را به طور واضح ببینیم؛ در این حالت نوشته در محل تصویر I قرار دارد که به راحتی فاصله‌ی آن

تا محل آینه قابل اندازه‌گیری است. (شکل - ۶) از این آزمایش می‌توان برای اندازه‌گیری فاصله‌ی کانونی آینه‌ی کوژ نیز استفاده کرد.

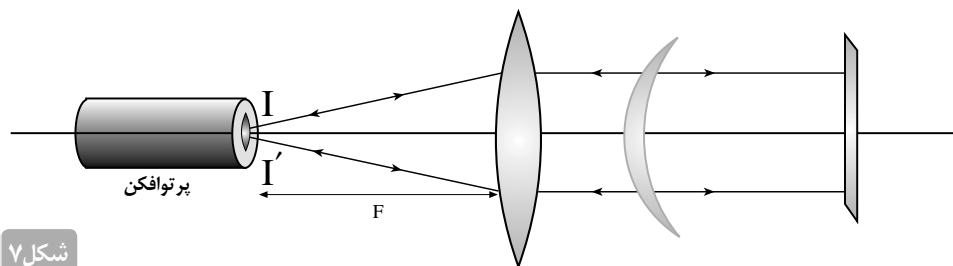


شکل ۶

### آزمایش شماره‌ی ۵:

#### وسایل مورد نیاز: آینه تخت - عدسی همگرا و پرتوافکن.

شرح آزمایش: مطابق شکل ۷ عدسی همگرا را بین پرتوافکن با مانع تک شکافی و آینه‌ی تخت قرار می‌دهیم. با روشن کردن پرتوافکن پرتوهای نور از پرتوافکن خارج می‌شوند و بر عدسی می‌تابند؛ پرتوافکن را آنقدر جابه‌جا می‌کنیم تا پرتوها بر روی خود برگردند و تصویر شکاف پرتوافکن بر روی خود شکاف تشکیل شود. در این حالت دهانه پرتوافکن روی کانون عدسی همگرا قرار دارد. زیرا پرتوها از کانون عدسی می‌گذرند و موازی با محور اصلی از عدسی خارج می‌شوند و به طور عمود بر آینه‌ی تخت می‌تابند. و چون عمود بر سطح آینه هستند بر روی خود برمی‌گردند و موازی با محور اصلی باز بر عدسی می‌تابند. و چون موازی با محور اصلی هستند از کانون می‌گذرند و روی شکاف پرتوافکن به هم می‌رسند. با اندازه‌گیری فاصله‌ی دهانه پرتوافکن تا عدسی فاصله‌ی کانون عدسی به راحتی تعیین می‌شود.



شکل ۷

### آزمایش شماره‌ی ۶:

#### اندازه‌گیری فاصله کانونی عدسی واگرا با استفاده از ترکیب عدسی‌ها.

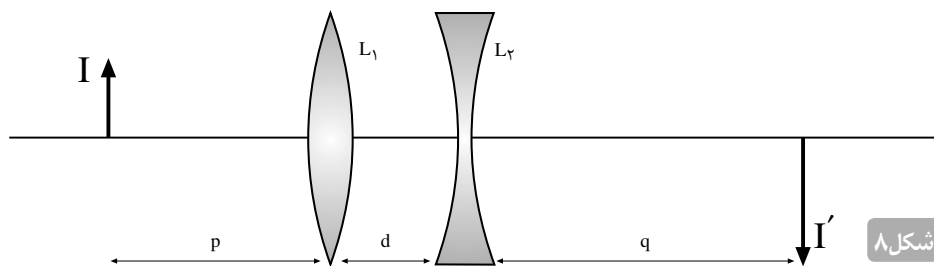
وسایل مورد نیاز: عدسی همگرا با فاصله‌ی کانونی مشخص، عدسی واگرا و شمع یا مانع تک شکافی به شکل پیکان.

شرح آزمایش: دو عدسی  $L_1$  (همگرا) و  $L_2$  (واگرا) را طوری انتخاب می‌کنیم که توان عدسی همگرا بیش‌تر از توان عدسی واگرا باشد. فاصله‌ی کانونی عدسی همگرا باید قبلاً تعیین شده باشد. دو عدسی را در فاصله‌ی  $(d)$  از هم قرار داده و جسم  $(I)$  را در مقابل عدسی‌ها قرار می‌دهیم تا تصویر حقیقی  $(I')$  از آن تشکیل شود، با اندازه‌گیری  $(P)$  و  $(q)$  و استفاده از رابطه‌ی زیر، فاصله‌ی کانونی معادل عدسی‌ها را به دست می‌آوریم (شکل ۸).

حال از رابطه زیر می توان فاصله کانونی عدسی واگرا را به دست آورد.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$$

در صورتی که عدسی ها به هم چسبیده باشد، در رابطه بالا  $d = 0$  خواهد بود.

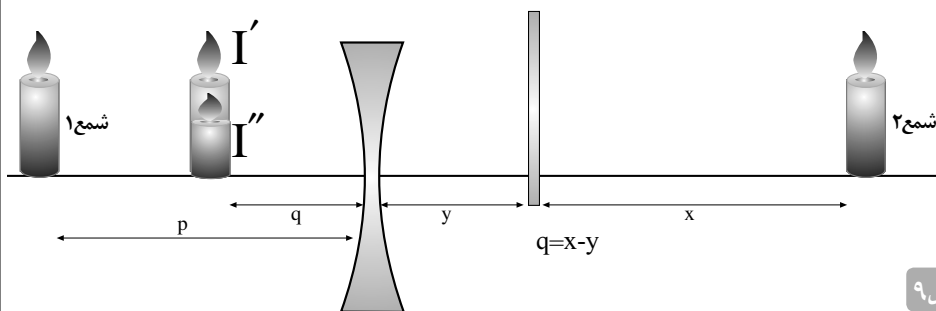


شکل ۸

### آزمایش شماره ۷:

#### اندازه گیری فاصله تصویر تا عدسی واگرا.

وسایل مورد نیاز: عدسی واگرا - دو عدد شمع - شیشه تخت.  
 شرح آزمایش: وسایل آزمایش را مطابق شکل ۹ می چینیم. عدسی واگرا را بین دو شمع روشن ۱ و ۲ و شیشه را بین عدسی و شمع ۲ قرار می دهیم. عدسی از شمع ۱ تصویر کوچک ( $I'$ ) و شیشه از شمع ۲ تصویر ( $I''$ ) هم اندازه با شمع تشکیل می دهد. شمع ۲ را آن قدر جابه جا می کنیم تا تصویر دو شمع بر روی هم منطبق شوند. در این حالت فاصله ی تصویر از عدسی واگرا برابر است با:  $q = x - y$  که با اندازه گیری  $x$  و  $y$  فاصله ی  $q$  اندازه گیری می شود.



شکل ۹

چرا شما فیزیکدان ها همیشه در پی خرید دستگاه های گران قیمت هستید؟ در حالی که بخش ریاضی فقط تقاضای پول برای خرید کاغذ، مداد، و سطل کاغذ باطله دارد، و بخش فلسفه از آن هم بهتر است، زیرا حتی سطل کاغذ باطله هم نمی خواهد.

رئیس دانشگاه ناشناس

