

# آکادمی کنکور دانشگاه تهرانی ها

شماره تلفن : 021-88683915

آدرس:

تهران - سعادت آباد - بلوار فرهنگ - کوی فرهنگ -  
شهرک نیایش - خیابان 12 متری محمدی - پلاک 7

# کلاس

# کنکور

## اولین

## موسسه ی

## کنکوری

## کشور

## با کادر

## رتبه های تک

## رقمی

## و دو رقمی

## کنکور

مشاوره ی حضوری ، تلفنی و آنلاین با دانشجویان دانشگاه تهران

و صنعتی شریف



## نور و آینه

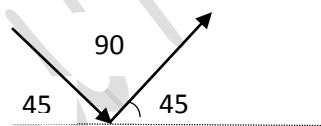
معرفی: این مبحث از فیزیک نیازمند بعضی روابط هندسی علاوه بر محاسبات ریاضی می‌باشد. ابتدا به بحث نور و بازتابش و سپس آینه‌ها و روابط آن‌ها می‌پردازیم. بدیهی است تسلط بر این مبحث نیازمند تمرین و تکرار است.

توضیح: نور به خط راست منتشر می‌شود. ( علت ایجاد سایه ) علت دیده شدن اجسام، نوری است که از آن‌ها به چشم ما می‌رسد و از چشم به مغز رفته و در آنجا پس از پردازش و تجزیه، تصویری ایجاد می‌شود. یکی از قوانین بازتابش، برابر بودن زاویه تابش ( زاویه بین پرتو تابش و خط عمود ) و زاویه بازتابش ( زاویه بین پرتوی بازتابش و خط عمود ) در هر سطح منعکس کننده‌ای ( اعم از صاف و ناصاف ) است.  $(i=r)$  با این مقدمه درس را شروع می‌کنیم.

مثال 1: در برخورد یک پرتوی نور به آینه تخت، زاویه بین پرتو تابش و سطح آینه نصف زاویه بین پرتو تابش و بازتاب است. زاویه تابش چند درجه است؟

حل: می‌دانیم که مجموع زاویه تابش و زاویه بین پرتو تابش و سطح آینه برابر  $90^\circ$  می‌باشد پس

$$90 - i = \frac{1}{2}(i + r) = \frac{1}{2}(i + i) = i \quad i = 45^\circ$$



مثال 2: جسمی کدر را بین منبع نور بزرگتر از جسم و پرده‌ای قرار داده‌ایم. اگر منبع را از جسم دور کنیم قطر سایه و نیمسایه چه تغییری می‌کند؟

حل: برای حل این سوال 3 نکته زیر را به خاطر بسپارید:

نکته 1: اگر جسم کدر مقابل منبع نقطه‌ای نور باشد فقط سایه و اگر مقابل منبع گسترده باشد نیمسایه ( و سایه ) تشکیل می‌دهد.

نکته 2: هر تغییراتی را به تغییرات پرده تبدیل کنید. ( در حل، توضیح داده می‌شود )

نکته 3: با دور کردن پرده اگر:

- منبع نور کوچک تر از جسم باشد؛ سایه و نیمسایه بزرگ
- منبع نور و جسم برابر باشند؛ سایه بدون تغییر و نیمسایه بزرگ

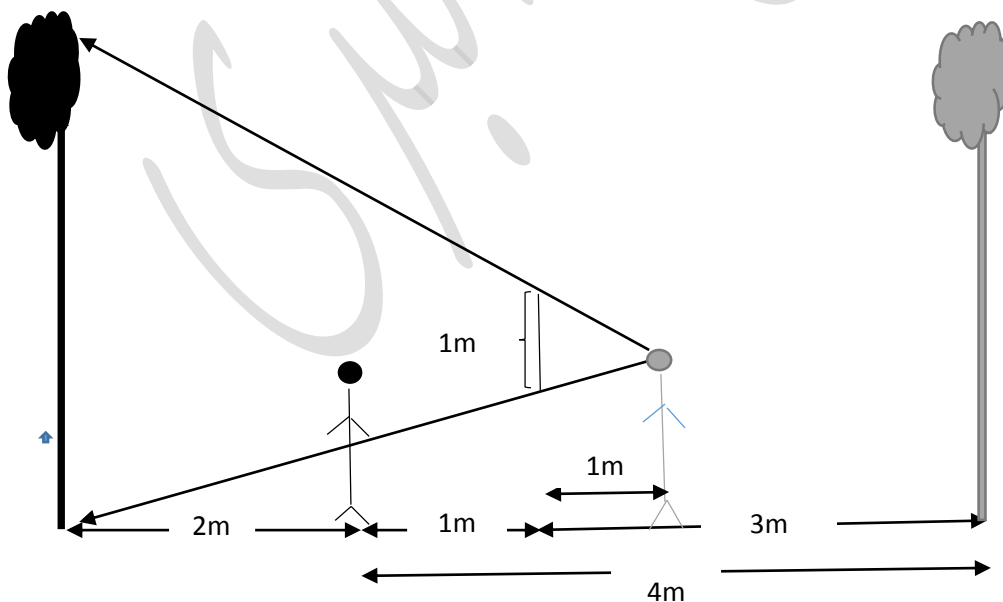
- منبع نور بزرگ تر از جسم باشد؛ سایه کوچک و نیمسایه بزرگ می‌شود؛ و برعکس.

چون گفته منبع بزرگ‌تر از جسم پس گسترده است. اگر منبع را از جسم دور کنیم (جسم و منبع دورتر شده‌اند) معادل با این است که جسم را از منبع دور کرده‌ایم و معادل با نزدیک شدن جسم به پرده و در نهایت معادل با نزدیک شدن پرده به جسم است. (نکته 2) و در نهایت طبق نکته 3 سایه بزرگ و نیمسایه کوچک می‌شود.  
توصیه: در این جور مسایل کشیدن شکل نیز مفید است.

تست: شخصی در فاصله 1 متری از آینه تختی به طول 1 متر قرار دارد. اگر فاصله تصویر درختی که در پشت سر شخص قرار دارد تا شخص برابر 4 متر باشد، در این صورت شخص حداکثر چه طولی از درخت را خواهد دید؟

3 (1)      2 (2)      4 (3)      5 (4)

حل: در این مسایل از کشیدن شکل و قضیه تالس استفاده می‌کنیم



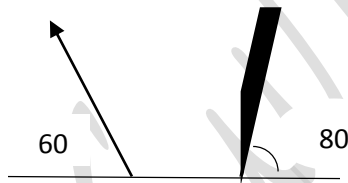
طبق قضیه تالس در دو مثلث داریم

$$\frac{\text{فاصله تصویر شخص تا آینه}}{\text{فاصله تصویر شخص تا درخت}} = \frac{\text{طول آینه}}{\text{طول میدان دید}} \quad \frac{1}{4} = \frac{1}{x} \quad x = 4m$$

نکته: اگر جسم را با سرعت  $v$  به آینه نزدیک کنیم، تصویر هم با سرعت  $v$  به آینه نزدیک می‌شود (دقت کنید حرکت‌ها در خلاف جهت هم‌اند) اما اگر آینه را با سرعت  $v$  به جسم نزدیک کنیم، تصویر با سرعت  $2v$  به آینه نزدیک می‌شود (حرکت در یک جهت) و همین طور است در مورد چرخش.

نوعی از مسایل مربوط به زاویه بین جسم و تصویر است. برای حل باید زاویه بین جسم (یا امتدادش) با آینه را پیدا کرده، در 2 ضرب کنیم. به مثال زیر توجه کنید.

مثال 1: در شکل زیر، زاویه بین جسم و تصویرش چه قدر است؟

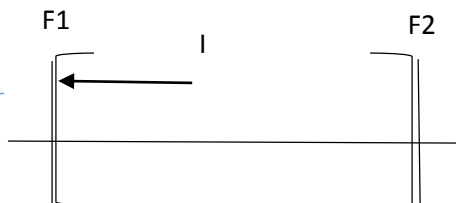


حل: اگر جسم و آینه را امتداد بدهیم، زاویه بین آن‌ها 40 به دست می‌آید پس جواب می‌شود  $80^\circ$ .

از این به بعد وارد بحث آینه‌های کروی می‌شویم. ابتدا با پرتوهای بازتابش آشنا می‌شویم:

- پرتو تابش موازی محور اصلی بتابد.....پرتو بازتاب از کانون یا امتدادش از کانون می‌گذرد
- پرتو تابش یا امتدادش از کانون بگذرد.....پرتو بازتاب موازی محور اصلی می‌گذرد
- پرتو تابش یا امتدادش از مرکز بگذرد.....پرتو بازتاب روی خودش برمی‌گردد
- پرتو تابش از جایی غیر از موارد بالا بگذرد.....پرتو بازتاب طبق قانون  $(i=r)$  بازتاب می‌شود. (البته در موارد قبل نیز این قانون رعایت می‌شود)

مثال 1: در شکل زیر فاصله بین دو آینه چه قدر باشد تا پرتوی  $A$  روی خودش برگردد؟



حل:

نور پس از برخورد به آینه اول از کانون آن می‌گذرد از طرفی وقتی به آینه دوم می‌تابد اگر بخواهد روی خودش بازتاب شود باید از مرکز آن گذشته باشد؛ یعنی کانون اول و مرکز آینه دوم بر هم منطبق‌اند و فاصله بین دو آینه برابر خواهد بود با:  $f_1 + 2f_2$

در مرحله بعد لازم است بدانیم که اگر جسمی جلوی آینه کروی قرار بگیرد، تصویرش کجا خواهد بود. در آینه محدب یا کوژ تنها یک نوع تصویر ایجاد می‌شود به صورت زیر:  
 خصوصیات تصویر در آینه محدب: مجازی(در آینه دیده می‌شود، نه روی پرده) ، مستقیم ، در فاصله کانونی(بین راس و کانون) ، کوچکتر از جسم ( $m < 1$ )؛  
 اما در آینه مقعر یا کاو بسته به محل جسم، چندین نوع تصویر ایجاد می‌شود

محل جسم	محل تصویر	سایر خصوصیات تصویر
در فاصله کانونی	پشت آینه	مجازی، مستقیم، بزرگتر
روی کانون	در بینهایت	هم مجازی، هم حقیقی، بزرگتر از جسم
بین کانون و مرکز	خارج از مرکز	حقیقی، وارون، بزرگتر
روی مرکز	روی مرکز	حقیقی، وارون، هم اندازه
خارج از مرکز	بین کانون و مرکز	حقیقی، وارون، کوچکتر
در بینهایت	روی کانون	حقیقی، وارون، کوچکتر

مثال 1: اگر جسمی را از کانون تا مرکز آینه مقعری جابه‌جا کنیم، سرعت حرکت تصویرش نسبت به آن چگونه است؟

حل: وقتی جسم را از کانون تا مرکز جابه‌جا می‌کنیم، تصویرش از بینهایت تا مرکز جابه‌جا می‌شود؛ پس مسافت بیشتری را در زمان یکسان طی می‌کند؛ یعنی سرعت تصویر بیشتر است اما در خلاف جهت.

در این قسمت راجع به سوالات محاسباتی آینه ها بحث می‌کنیم. نیاز به حفظ فرمول‌های زیادی نیست؛ فقط با رعایت چندین قاعده و با استفاده از چندین فرمول ساده می‌توان مسایل را حل کرد.

قواعد:

-فاصله کانونی ( $f$ ) و به تبع آن شعاع ( $r=2f$ ) را برای آینه مقعر مثبت و برای محدب منفی می‌گیریم.

-فاصله جسم تا آینه ( $p$ ) همیشه مثبت است. (در محدوده کنکور)

-اگر تصویر حقیقی باشد،  $q$  مثبت و اگر مجازی باشد،  $q$  منفی است.

فرمول‌های اصلی:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad R = 2f \quad m = \frac{q}{p} = \frac{A'B'}{AB} \quad \Delta = |q - p|$$

مثال 1: جسمی در فاصله  $20\text{cm}$  از یک آینه مقعر به فاصله کانونی  $15\text{cm}$  قرار دارد. بزرگنمایی آینه در این حالت چند است؟

حل:

$$p = +20\text{cm} \quad f = +15\text{cm} \quad m = ?$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{20} + \frac{1}{q} = \frac{1}{15} \quad \frac{1}{q} = \frac{1}{15} - \frac{1}{20} = \frac{4-3}{60} = \frac{1}{60} \quad q = 60\text{cm} \quad m = 3$$

مثال 2: بزرگنمایی یک آینه وقتی که جسم در فاصله کانونی‌اش قرار گرفته برابر  $\frac{1}{3}$  است. اگر شعاع آینه برابر  $20\text{cm}$  باشد، فاصله تصویر تا آینه را بیابید.

حل:

آینه محدب است (چون جسم در آینه مقعر در فاصله کانونی بزرگتر می‌شود) پس  $p$  مثبت و  $q$  منفی است) و نسبت آنها یعنی بزرگنمایی منفی است) و در آینه محدب،  $f$  نیز منفی است.

$$m = \frac{q}{p} = -\frac{1}{3} \quad p = -3q \quad f = \frac{R}{2} = -10\text{cm} \quad q = ?$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \frac{-1}{3q} + \frac{1}{q} = \frac{-1}{10} \quad \frac{-1+3}{3q} = -\frac{1}{10} \quad \frac{2}{3q} = -\frac{1}{10}$$

$$q = -\frac{20}{3} \text{ cm}$$

تست: در یک آینه، طول تصویر 3 برابر طول جسم است. اگر جسم را به اندازه 12 سانتی‌متر از آینه دور کنیم، طول تصویر تغییری نمی‌کند. فاصله بین جسم و تصویر در حالت اول چند cm است؟

24 (4)                      36 (3)                      12 (2)                      48 (1)

حل:

$$q_1 = -3p_1 \quad p_2 = p_1 + 12 \quad q_2 = +3p_2 \quad \Delta = ?$$

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{p_1} + \frac{1}{-3p_1} = \frac{1}{f} \quad f = \frac{3}{2}p_1$$

$$\frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{p_2} + \frac{1}{3p_2} = \frac{1}{f} \quad f = \frac{3}{4}p_2$$

$$f = \frac{3}{2}p_1 = \frac{3}{4}p_2 \quad \rightarrow \quad 2p_1 = p_2 \quad \text{and} \quad p_2 = p_1 + 12 \quad \rightarrow \quad p_1 = 12\text{cm}$$

$$q_1 = -3p_1 = -3(12) = -36\text{cm} \quad \Delta = |q - p| = |-36 - 12| = 48\text{cm}$$

مثال 3: اگر جسمی در فاصله  $p$  از آینه محدب قرار بگیرد، بزرگنمایی اش  $\frac{1}{4}$  می‌شود. اگر در همان فاصله از آینه مقعر قرار بگیرد، بزرگنمایی چند برابر می‌شود؟ (فاصله کانونی هر دو یکی است)

حل:  $f$  برای آینه محدب منفی و برای آینه مقعر مثبت است.

$$m = -\frac{1}{4} = \frac{q}{p} \quad q = -\frac{p}{4} \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{-\frac{p}{4}} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{p} - \frac{4}{p} = \frac{1}{f} \quad -\frac{3}{p} = \frac{1}{f} \quad p = -3f$$

یعنی جسم در فاصله  $3f$  از آینه محدب بوده. حالا در همین فاصله از آینه مقعر داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{3f} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{q} = \frac{1}{f} - \frac{1}{3f} = \frac{3-1}{3f} = \frac{2}{3f} \quad q = \frac{3}{2}f$$

$$m = \frac{q}{p} = \frac{\frac{3f}{2}}{-3f} = -\frac{1}{2}$$

پس بزرگنمایی 2 برابر شده است.

مثال 4: فاصله جسمی تا کانون آینه برابر  $4\text{cm}$  و فاصله تصویر حقیقی اش تا کانون برابر  $16\text{cm}$  می باشد. شعاع آینه و نوع آینه را مشخص کنید.

حل: چون گفته تصویر حقیقی پس آینه کاو است. از طرفی چون تصویر حقیقی است پس جسم در فاصله ای دورتر از فاصله کانونی است.  $p > f$

$$p = 4 + f \quad q = 16 + f \quad q \text{ and } f > 0$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{4 + f} + \frac{1}{16 + f} = \frac{1}{f} \quad \frac{4 + f + 16 + f}{(4 + f)(16 + f)} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{20 + 2f}{64 + 20f + f^2} = \frac{1}{f} \quad 2f^2 + 20f = f^2 + 20f + 64 \quad f^2 = 64 \quad f = 8\text{cm}$$

و در این جا شعاع را خواسته که برابر است با  $R = 2f = 16\text{cm}$ .

نکته: اگر فاصله جسم تا کانون برابر  $a$  و فاصله تصویر تا کانون برابر  $a'$  باشد، آن گاه داریم:

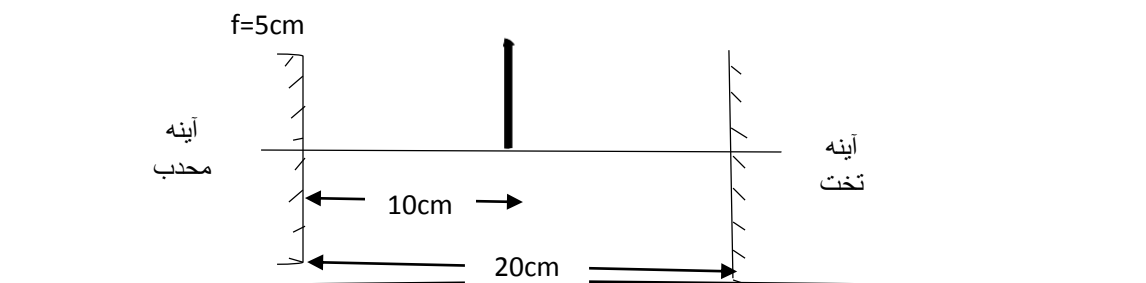
$$m = \frac{f}{a} = \frac{a'}{f} \quad \rightarrow aa' = f^2$$

حل سوال قبل با نکته بالا:

$$aa' = f^2 \quad f = \sqrt{aa'} = \sqrt{4 \times 16} = 8\text{cm} \quad R = 2f = 16\text{cm}$$

تست: در شکل زیر فاصله تصویر دو آینه تقریبا چند سانتی متر می باشد؟ (تصاویر را مجزا در نظر بگیرید)

27 (4)                      33(3)                      67 (2)                      50 (1)





حل: تصویر آینه تخت در 10 سانتی متری پشت آینه تشکیل می‌شود. اما آینه محدب

$$f = -5\text{cm} \quad p = 10\text{cm} \quad \frac{1}{10} + \frac{1}{q} = -\frac{1}{5} \quad \frac{1}{q} = -\frac{1}{5} - \frac{1}{10} = -\frac{3}{10}$$
$$q = -\frac{10}{3} \approx -3.3\text{cm}$$

بنابراین فاصله آن‌ها برابر 33.3cm که به گزینه 3 نزدیک تر است:

