فهرست مطالب

فیزیک پایه (ویژه رشتهٔ علوم تجربی)

سال اول ۹

- فصل اول: سایه، نیم‌سایه و آینهٔ تخت ۱۰
- فصل دوم: آینه‌های کروی و عدسی‌ها ۳۰
- فصل سوم: شکست نور ۷۴

سال دوم ۹۸

- فصل اول: اندازه‌گیری و بردار ۹۹
- فصل دوم: حالت‌های ماده و فشار ۱۱۴
- فصل سوم: گرما ۱۴۸
- فصل چهارم: انبساط اجسام و قانون گازها ۱۷۶

سال سوم ۱۹۷

- فصل اول: الکتریسیتهٔ ساکن ۱۹۸
- فصل دوم: خازن ۲۳۰
- فصل سوم: الکتریسیتهٔ جاری ۲۵۲
- فصل چهارم: مغناطیس ۳۱۲
- فصل پنجم: القای مغناطیس ۳۳۸

فیزیک پایه

رشته علوم تجربی

سال اول

- فصل اول: سایه، نیم‌سایه و آینهٔ تخت
- فصل دوم: آینه‌های کروی و عدسی‌ها
- فصل سوم: شکست نور

نقشهٔ راه فصل اول (سایه، نیم‌سایه و آینهٔ تخت)

دانش‌آموزای عزیز، تو شروع این کتاب می‌خوایم یه فصل نسبتاً ساده که توش فقط یه کم به هندسه نیاز دارید رو براتون بررسی کنیم. تو این فصل به طور کلی با دو دسته سؤال روبه‌رو هستیم که عبارت‌اند از:

دستهٔ A

حتماً تا حالا دقت کردید که وقتی جلوی نور خورشید قرار می‌گیرید، سایتون رو زمین تشکیل می‌شه. تو این دسته از سؤالا، می‌خوایم با دو تا درسنامهٔ جمع‌وجور، مسائل مرتبط با این بحث رو براتون یه جمع‌بندی سریع بکنیم...

A
سایه و نیم‌سایه

۱ کاربرد ایدهٔ تشابه مثلث‌ها در تحلیل مسائل سایه و نیم‌سایه

۲ تحلیل سریع سؤالات مربوط به بحث نحوهٔ تغییر سایه و نیم‌سایه

کلید حل تستای این دسته، یه کم هندسه هست و بس ... منظور از هندسه هم یه سری چیزای سادس، اصلاً نترسید ازش ...

دستهٔ B

تو دستهٔ دوم سؤالای این فصل، می‌خوایم بحثای مربوط به آینهٔ تخت رو با هم مرور کنیم. این تیپ از سؤالا، زیاد سر و کلش تو کنکور پیدا میشه ...

B
آینهٔ تخت

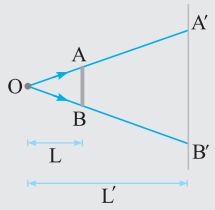
۱ تحلیل ویژگی‌های تصویر در آینهٔ تخت

۲ زاویهٔ تابش و بازتابش، بررسی آینه‌های تخت متقاطع

حالا بریم این فصل و کل کتاب رو با هم شروع کنیم. بهتون قول می‌دیم که تا آخر کتاب، رو فیزیک برای کنکور حساب زیادی باز کنید. در ضمن تو همهٔ فصل‌ها، یه خلاصه‌ای از روابط فصل رو، همون اول کار براتون گذاشتیم.....

مروری بر روابطی که خواهیم خواند

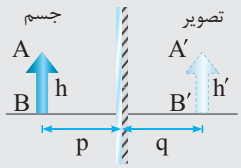
ابعاد و مساحت سایه در حالت منبع نقطه‌ای



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

$$\frac{\text{مساحت جسم کدر}}{\text{مساحت سایهٔ جسم}} = \frac{S}{S'} = \left(\frac{L}{L'}\right)^2 = \left(\frac{AB}{A'B'}\right)^2$$

آینهٔ تخت

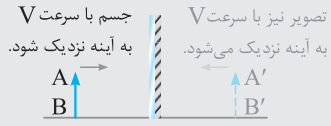


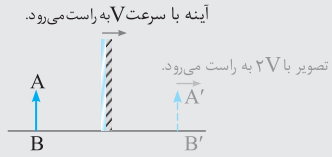
$$AB = A'B' \ , \ p = q$$

$$m = \frac{q}{p} = 1$$

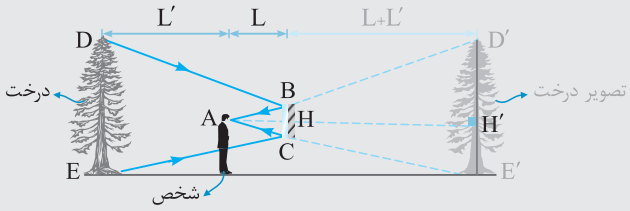
$$\Delta = p + q$$

تاثیر حرکت جسم و آینه بر روی تصویر





میدان دید



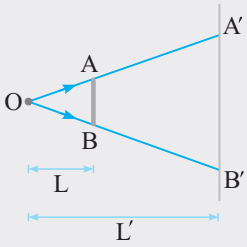
$$\frac{BC}{D'E'} = \frac{L}{2L + L'}$$

دستهٔ A - ۱ کاربرد ایدهٔ تشابه مثلث‌ها در تحلیل مسائل سایه و نیم‌سایه

تو شروع کار، باید بدونید که وقتی یه جسم کدر مقابل یه منبع نقطه‌ای قرار می‌گیره، روی پرده فقط سایه (محیط کاملاً تاریک) تشکیل می‌شه. از طرفی وقتی جسم مقابل یه منبع گسترده قرار می‌گیره، رو پرده، هم سایه تشکیل می‌شه و هم نیم‌سایه (محیط نسبتاً تاریک). تو این درسنامه سه تا بحث جمع‌وجور براتون اُوردیم... .

بحث اول: قرارگیری جسم کدر در مقابل منبع نقطه‌ای

در شکل زیر، مربعی با طول ضلع AB را در فاصلهٔ L از چشمهٔ نور نقطه‌ای S قرار داده و سایهٔ آن بر روی پرده‌ای که در فاصلهٔ L' از چشمهٔ نور نقطه‌ای قرار دارد، ایجاد شده است. به کمک تشابه بین دو مثلث OAB و $OA'B'$ می‌توان رابطهٔ بین ابعاد سایه و جسم کدر را محاسبه کرد:



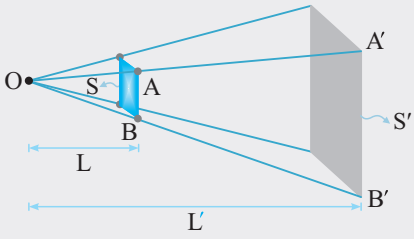
L : فاصلهٔ بین منبع نور نقطه‌ای از جسم کدر

L' : فاصلهٔ بین منبع نور نقطه‌ای از پرده

$A'B'$: بعد سایهٔ مربع

$\Rightarrow \frac{AB}{A'B'} = \frac{L}{L'}$: تشابه دو مثلث OAB و $OA'B'$

بعضیا از سؤالایی که نسبت مساحت سایه به نیم‌سایه رو تو این بحث می‌پرسه، خیلی می‌ترسن. باور کنید خیلی سادس، نسبت مساحت‌ها برابره با توان دوم نسبت تشابه.



S : مساحت جسم کدر ، S' : مساحت سایه

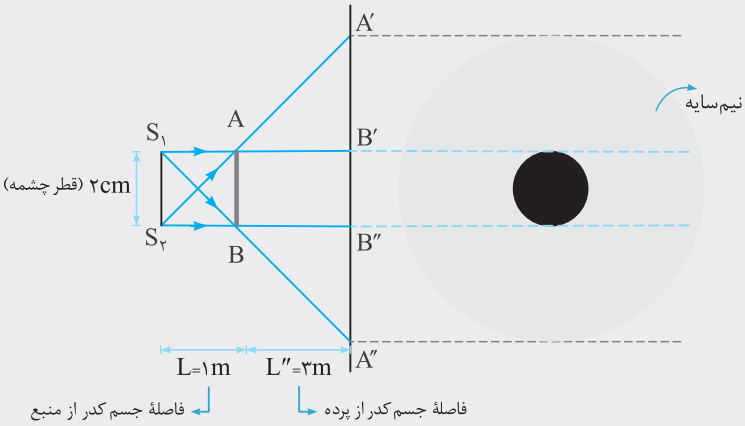
$\frac{S}{S'} = \left(\frac{AB}{A'B'}\right)^2 = \left(\frac{L}{L'}\right)^2$

بحث دوم: تحلیل مسائل با چشمهٔ گسترده

دانش‌آموزان عزیز باید توجه کنند که در مسائلی که چشمهٔ نور در آن‌ها گسترده است، نیاز به حفظ کردن هیچ رابطهٔ خاصی برای محاسبهٔ ابعاد سایه و نیم‌سایه نبوده و باید با صبر و حوصله و با کمک تشابه مثلث‌ها، خواستهٔ سؤال را به‌دست آورد.

به عنوان مثال فرض کنید در شکل زیر، جسم کدری با قطر ۲cm در فاصلهٔ یک متری از یک منبع نور با قطر ۲cm قرار گرفته و پهنای نیم‌سایهٔ ایجاد شده بر روی پرده‌ای که در فاصلهٔ ۳ متری از جسم قرار دارد، پرسیده شده است.

برای تحلیل این موضوع، با رسم یک شکل ساده و با توجه به داده‌ها، به سادگی پهنای نیم‌سایه را با کمک تشابه مثلث‌های AS_1S_2 و $AA'B'$ به‌دست می‌آوریم:

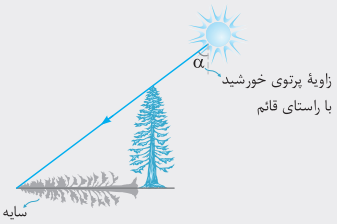


$\frac{S_1S_2}{A'B'} = \frac{L}{L''} \Rightarrow \frac{2}{A'B'} = \frac{1}{3} \Rightarrow A'B' = 6\,cm$

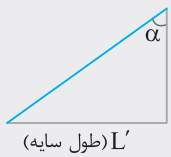
حواستون باشه منظور از پهنای نیم‌سایه، ضخامت نیم‌سایه هست که با توجه به شکل برابر $A'B' = 6\,cm$ میشه.

بحث سوم: طول سایهٔ یک جسم بر روی زمین در مقابل خورشید

در شکل زیر، سایهٔ یک جسم مانند درخت بر روی زمین تشکیل شده است. در این حالت، طول سایهٔ تشکیل شده بر روی زمین (با رسم یک شکل ساده) عبارت است از:



شکل معادل



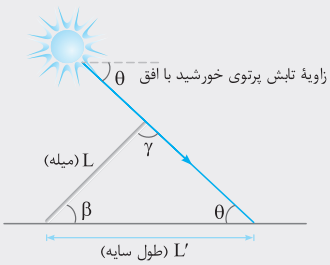
$$\tan\alpha=\frac{L'}{L}$$

کلیدای حل:

۱) در طول روز، خورشید از هنگام طلوع تا ظهر تمایل به قائم شدن داشته و α کاهش می‌یابد و سپس از ظهر تا بعدازظهر، به سمت غرب رفته و α افزایش می‌یابد. با تغییر α، طول سایهٔ اجسام بر روی زمین ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد، آیا این موضوع را در زندگی روزمره‌تان احساس کرده‌اید؟

از ظهر تا غروب خورشید: $\alpha\uparrow\rightarrow\tan\alpha\uparrow\Rightarrow L'\uparrow$ ؛ از طلوع خورشید تا ظهر: $\alpha\downarrow\Rightarrow\tan\alpha\downarrow\Rightarrow L'\downarrow$

۲) اگر جسم به صورت یک میلهٔ کج باشد (مثلاً یک میله با زاویهٔ β نسبت به افق)، استفاده از قضیهٔ سینوس‌ها نیز ممکن است یک راه‌حل کارساز برای محاسبهٔ طول سایه باشد.



$$\frac{L}{\sin\theta}=\frac{L'}{\sin\gamma}$$
$$\gamma=180-(\beta+\theta)$$

حواستون باشه، تو سؤالای مربوط به این درسنامه، خواهشاً اول شکل بکشید، بقیهٔ راه حل خودش میاد... .

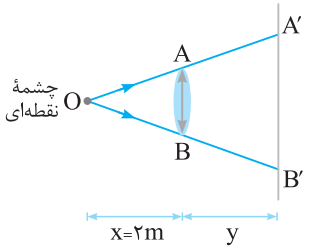
کار رو با یه تست خوب، تو بحث منبع نقطه‌ای شروع کردیم. ببینیم حرف حسابش چیه!! حواستون باشه اول شکل، بعدش....

۱ یک توپ بازی، بین چشمهٔ نقطه‌ای نور و یک دیوار قرار دارد و قطر سایهٔ توپ روی دیوار، دو برابر قطر توپ است. اگر در این حالت فاصلهٔ چشمه از توپ ۲ متر باشد، چشمه را چند متر و به کدام جهت جابه‌جا کنیم تا قطر سایه ۳ برابر قطر توپ شود؟ (سراسری ریاضی ۹۲ خارج از کشور)

۱) نیم‌متر از توپ دور کنیم. ۲) نیم‌متر به توپ نزدیک کنیم. ۳) یک متر به توپ نزدیک کنیم. ۴) یک متر از توپ دور کنیم.

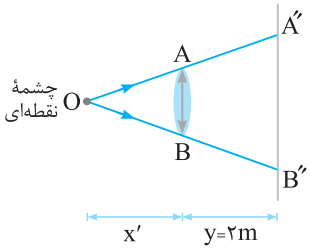
حل: برای حل این سؤال، گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: باتوجه به شکل رسم شده با کمک اطلاعات صورت سؤال و این موضوع که در حالت اول قطر سایه دو برابر قطر توپ است $(A'B'=2AB)$، داریم:



$$\frac{x}{x+y}=\frac{AB}{A'B'}=\frac{1}{2}\Rightarrow 2x=x+y\Rightarrow y=x=2m$$

گام دوم: با جابه‌جایی چشمهٔ نور نقطه‌ای، در حالتی‌که قطر سایه ۳ برابر قطر توپ $(A''B''=3AB)$، داریم:



$$\frac{x'}{x'+y}=\frac{AB}{A''B''}=\frac{1}{3}\Rightarrow 3x'=x'+y\Rightarrow 2x'=y=2m\Rightarrow x'=1m$$

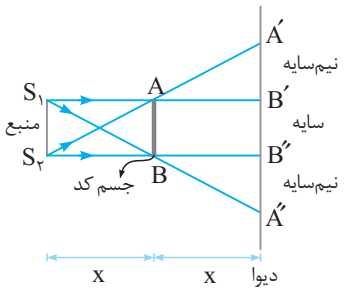
همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در حالت دوم فاصلهٔ بین چشمه و توپ از $x=2m$ به $x'=1m$ کاهش یافته و چشمه را ۱m به توپ نزدیک کرده‌ایم.

پاسخ: ۳

۲ توپی وسط فاصلهٔ یک لامپ کروی و دیوار قرار دارد و قطر توپ با قطر لامپ برابر است. پهنای نیم‌سایهٔ حاصل از توپ، چند برابر قطر توپ است؟ (سراسری ریاضی ۹۴)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

حل: در این حالت، باتوجه به شکل رسم شده، قطر سایه با قطر منبع نور برابر است. در ادامه باتوجه به شکل، پهنای نیم‌سایه (یعنی همان $A'B'$) برابر است با:



$\overset{\Delta}{AB'A'}$ و $\overset{\Delta}{AS_1S_2}$ تشابه مثلث‌های: $\frac{A'B'}{S_1S_2}=\frac{x}{x}\Rightarrow A'B'=S_1S_2\Rightarrow\frac{A'B'}{AB}=1$

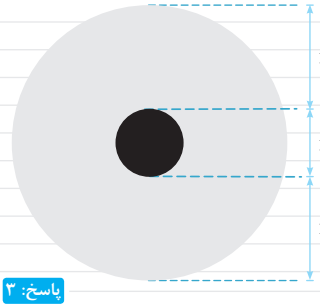
$A'B'$ با AB برابر است.

پاسخ: ۱

چراجویی در تست قبل، مساحت نیم‌سایه، چند برابر مساحت سایه است؟

۱) ۹ ۲) $\frac{9}{4}$ ۳) ۸ ۴) $\frac{3}{2}$

راهنمایی: اگه قطر سایه رو، x بگیرید، پهنای نیم‌سایه هم x هست. حالا کافیه به شکل توجه کنید:



مساحت سایه: $S=\pi r^2=\pi\left(\frac{x}{2}\right)^2$

مساحت نیم‌سایه: $S=\pi\left(r'^2-r^2\right)=\pi\left(\left(\frac{3x}{2}\right)^2-\left(\frac{x}{2}\right)^2\right)$

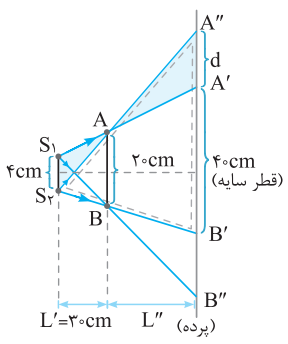
پاسخ: ۳

تو سؤال بعدی، می‌خوایم یه کم با هندسه بیشتر سر و کله بزنیم، یادتون باشه بازم اول شکل ....

۳ توپی به قطر ۲۰cm، بین یک منبع نور کروی و یک دیوار قرار دارد و سایه و نیم‌سایهٔ آن روی دیوار تشکیل شده است. قطر منبع نور ۴ سانتی‌متر و فاصلهٔ مرکز منبع نور و مرکز توپ ۳۰ سانتی‌متر است و خط واصل این دو مرکز بر دیوار عمود است. اگر قطر سایه ۴۰cm باشد، پهنای نیم‌سایه چند سانتی‌متر است؟ (سراسری ریاضی ۹۳)

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

حل: ابتدا باید شکل مناسبی که متناسب با شرایط مسئله باشد را رسم کنید و سپس از تشابه مثلث‌های $\overset{\Delta}{S_1S_2A}$ و $\overset{\Delta}{AA'A''}$ می‌توان نوشت:



$\frac{S_1S_2}{A'A''}=\frac{L'}{L''}\Rightarrow\frac{4}{d}=\frac{30}{L''}\Rightarrow L''=7/5d$

در ادامه با نوشتن روابط مربوط به تشابه مثلث‌های $\overset{\Delta}{AS_2B}$ و $\overset{\Delta}{A''S_2B'}$ و با توجه به دانستن مقدار L'' می‌توان نوشت:

$\frac{AB}{A''B'}=\frac{L'}{L'+L''}\Rightarrow\frac{20}{40+d}=\frac{30}{30+7/5d}$

$\Rightarrow 60+15d=120+3d\Rightarrow d=5cm$ (پهنای نیم‌سایه)

پاسخ: ۲

۴ قرص کدری به قطر D، بین یک پرده و یک چشمهٔ گستردهٔ نور به قطر $\frac{3}{2}D$ قرار دارد. پرده را آن‌قدر جابه‌جا می‌کنیم تا قطر سایه به صفر برسد. در این حالت، قطر نیم‌سایهٔ قرص کدر، چند برابر قطر قرص کدر است؟ (سراسری ریاضی ۹۱)

۱) ۹ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۲

حل: برای حل یک شکل ساده رسم کرده (به شکل صفحهٔ بعد توجه شود) و در آن فرض کنید قطر سایه برابر صفر شده است. در این حالت داریم:

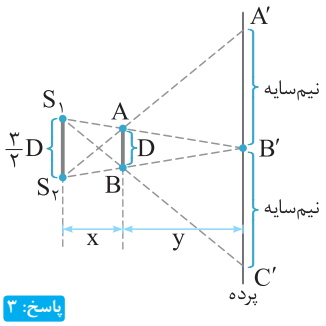
$\overset{\Delta}{B'S_1S_2}\sim\overset{\Delta}{B'AB}\Rightarrow\frac{AB}{S_1S_2}=\frac{y}{x+y}\Rightarrow\frac{y}{x+y}=\frac{D}{\frac{3}{2}D}=\frac{2}{3}\Rightarrow 3y=2x+2y\Rightarrow y=2x$

در ادامه با کمک گرفتن از یک تشابه دیگر، داریم:

$$\overset{\Delta}{AS_1S_2} \sim \overset{\Delta}{AA'B'} \Rightarrow \frac{A'B'}{S_1S_2} = \frac{y}{x} \xrightarrow{y=2x} \frac{A'B'}{\frac{3}{2}D} = \frac{2x}{x} \Rightarrow A'B' = 3D$$

$$\Rightarrow \text{قطر نیم‌سایه} = A'C' = 2A'B' = 2(3D) = 6D$$

در نهایت می‌توان گفت با توجه به اینکه قطر قرص کدر برابر D می‌باشد، قطر نیم‌سایهٔ تشکیل شده بر روی پرده، ۶ برابر قطر آن می‌باشد.



پاسخ: ۳

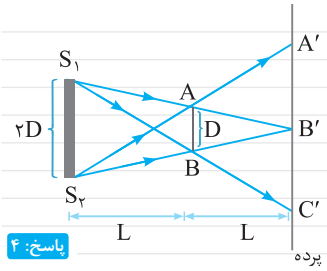
چراجویی **یک صفحهٔ کدر دایره‌ای به قطر D در وسط فاصلهٔ یک منبع نورانی دایره‌ای به قطر ۲D و یک پرده موازی با آن قرار دارد. قطر نیم‌سایه و قطر سایه به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟**

۱) D ، D　　۲) D ، ۴D　　۳) D ، صفر　　۴) ۴D ، صفر

راهنمایی: گزینه‌های این سؤال، خودش داره یه کم راهنمایی میکنه. از اون جایی که تو گزینه‌ها، گزینهٔ قطر سایه برابر صفر وجود داره، ابتدا این موضوع رو کنترل کنید و براش یه شکل به‌صورت مقابل بکشید، ببینید تشابه توش برقراره یا نه:

$$\overset{\Delta}{B'AB} \sim \overset{\Delta}{B'S_1S_2} \Rightarrow \frac{AB}{S_1S_2} = \frac{L}{L+L} \Rightarrow \dots$$

در ضمن اگه طراح، قطر نیم‌سایه رو بپرسه، یه نشونه هست برای این که بفهمید نیم‌سایه، به‌صورت دایرهٔ کامل بوده و سایهٔ توش مثل یه نقطه هست... .



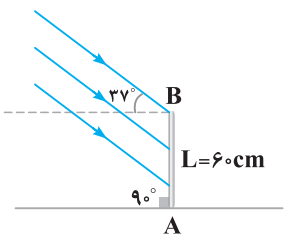
پاسخ: ۴

حالا بریم اجسام رو مقابل نور خورشید قرار بدیم و در مورد اندازهٔ سایشون اظهارنظر کنیم ...

۵ **پرتوهای خورشید مطابق شکل مقابل به میلهٔ قائم AB به طول ۶۰ سانتی‌متر می‌تابند. اگر میله را حول نقطهٔ A در جهت مناسب بچرخانیم، بلندترین طول سایه‌ای که روی زمین تشکیل می‌شود، چند سانتی‌متر خواهد شد؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$)** (سراسری تجربی ۹۴)

۱) ۱۰۰　　۲) $60\sqrt{2}$

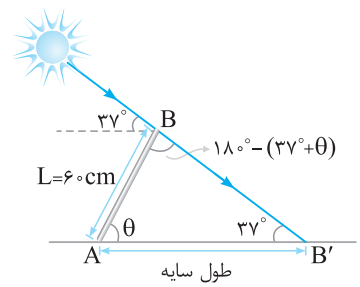
۳) ۶۰　　۴) ۸۰



حل: به شکل زیر توجه کنید، فرض کنید که میله چرخیده و در زاویهٔ θ، بلندترین سایه بر روی زمین تشکیل شده است. در این حالت طول سایه برابر است با:

$$\text{قضیهٔ سینوس‌ها}: \frac{L}{\sin 37^\circ} = \frac{AB'}{\sin(180^\circ - (37^\circ + \theta))}$$

$$AB' = \frac{\sin(180^\circ - (37^\circ + \theta))}{\sin 37^\circ} L$$



بیشترین مقدار طول سایه هنگامی است که صورت کسر (عبارت سینوس) برابر یک شود و مقدار آن برابر است با:

$$(AB')_{max} = \frac{1}{\sin 37^\circ} L = \frac{10}{6} \times 60 = 100\,cm$$

پاسخ: ۱

چراجویی **در تست قبل، در حالتی‌که بلندترین طول سایه بر روی زمین تشکیل می‌شود، زاویهٔ میله با افق چند درجه است؟**

۱) ۳۰°　　۲) ۳۷°　　۳) ۵۳°　　۴) ۹۰°

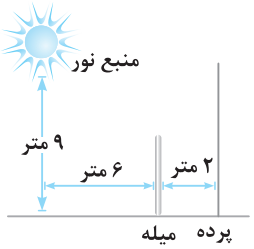
راهنمایی: با توجه به پاسخ سؤال قبل، بیشترین مقدار طول سایه وقتی به وجود میاد که عبارت سینوسی $\sin(180^\circ - (37^\circ + \theta))$ برابر یک بشه و این یعنی کمان sin برابر ۹۰ درجه بشه... .

پاسخ: ۳

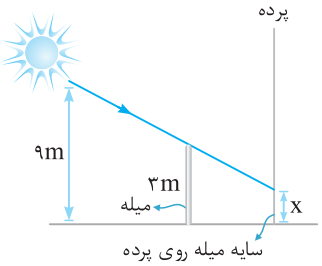
تو این تست خوب و مفهومی، اگه جواب چراجویی رو درآورده باشید، به عنوان یه سؤال بسیار خوب دیگه، باید فهمیده باشید تا وقتی که θ از ۹۰° به ۵۳° برسه، طول سایهٔ میله روی زمین زیاد میشه و بعدش طول سایه بر روی زمین کم میشه ...

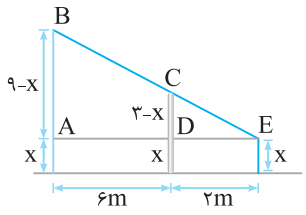
۶ مطابق شکل مقابل، یک منبع نقطه‌ای نور در فاصلهٔ ۹ متر از سطح زمین قرار دارد. میله‌ای به طول ۳ متر در فاصلهٔ ۶ متر از منبع نور و در فاصلهٔ ۲ متر از یک پرده به صورت عمودی قرار دارد. طول سایهٔ میله روی پرده چند متر است؟ (سراسری ریاضی ۸۸)

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴



حل: برای حل سؤال، ابتدا شکل ساده‌ای را رسم کرده و متناسب با آن و با کمک تشابه مثلث‌های EDC و EAB، فاصلهٔ x را به‌دست می‌آوریم:





$$\frac{AB}{AE}=\frac{DC}{DE}\Rightarrow\frac{۹-x}{۶+۲}=\frac{۳-x}{۲}\Rightarrow x=۱m$$

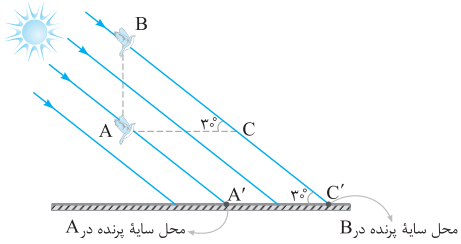
این تست آخری هم، یه سؤال خیلی جالبه که مربوط به کنکوریای دههٔ هشتاد میشه....

پاسخ: ۱

۷ در حالتی‌که خورشید با زاویهٔ ۳۰° نسبت به زمین می‌تابد (پرتوها با راستای افق زاویهٔ ۳۰ درجه می‌سازند)، پرنده‌ای با سرعت V در راستای قائم به طرف بالا حرکت می‌کند. سایهٔ پرنده با سرعت چند V روی زمین جابه‌جا می‌شود؟ (سراسری ریاضی ۸۶)

۱) ۳
۲) $\sqrt{۳}$
۳) $۳\sqrt{۳}$
۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

حل: وقتی پرنده فاصلهٔ AB را در راستای قائم طی می‌کند، سایهٔ آن از A' تا C' جابه‌جا می‌شود و با توجه به هم‌اندازه بودن AC و $A'C'$ داریم:



$$\tan ۳۰^\circ=\frac{AB}{AC}\Rightarrow AB=AC\tan ۳۰^\circ$$

$$\begin{cases}AB=V_{\text{پرنده}}\times t\\ AC=V_{\text{سایه}}\times t\end{cases}\Rightarrow(V_{\text{پرنده}}\times t)=(V_{\text{سایه}}\times t)\times\tan ۳۰^\circ$$

$$V_{\text{سایه}}=\frac{V_{\text{پرنده}}}{\tan ۳۰^\circ}=\sqrt{۳}\,V_{\text{پرنده}}$$

پاسخ: ۲

چراجویی در تست قبل، سرعت متوسط پرنده در ثانیهٔ اول حرکت، چند برابر سرعت متوسط سایهٔ پرنده در ثانیهٔ اول است؟

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۲) $\sqrt{۳}$
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) ۲

راهنمایی: وقتی سرعت ثابت و مسیر حرکت به‌صورت خط راسته، سرعت متوسط متحرک، عین سرعتِ متحرکه...

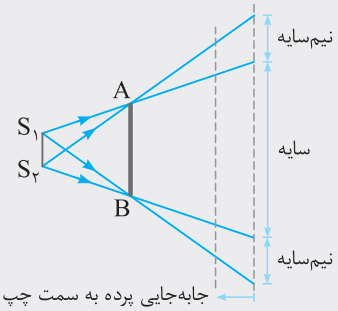
پاسخ: ۱

دستهٔ A - ۲ تحلیل سریع سؤالات مربوط به بحث نحوهٔ تغییر سایه و نیم‌سایه

تو این جور سؤالا، جسم یا منبع یا پرده رو جابه‌جا می‌کنن و در مورد نحوهٔ تغییرات سایه و نیم‌سایه می‌پرسن که یه روش توپ برای حل سریعش اُوردیم...

برای شروع این درسنامه، به کلیدهای زیر توجه کنید:

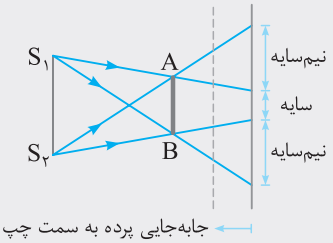
۱) به شکل مقابل دقت کنید، همان‌گونه که مشاهده می‌شود با جابه‌جایی پرده به سمت چپ، سایه و نیم‌سایه هر دو کوچک‌تر می‌شود. از طرفی اگر پرده به سمت راست جابه‌جا شود، سایه و نیم‌سایه هر دو بزرگ‌تر می‌شود. با توجه به این موضوع می‌خواهیم یک شاه‌کلید به شما بدهیم که به راحتی می‌توان در مسائل این قسمت از آن استفاده کرد:



موضوع کاربردی ۱: اگر قطر جسم کدر از قطر منبع بزرگ‌تر باشد، با جابه‌جایی جسم کدر، منبع و یا پرده، تغییرات سایه و نیم‌سایه همواره با یکدیگر هماهنگ است. به‌عبارتی سایه و نیم‌سایه هر دو یا کوچک شده و یا هر دو بزرگ می‌شوند. با توجه به این موضوع در این‌گونه تست‌ها دو گزینه را می‌توان حذف کرد.

(قطر جسم کدر AB) > (قطر منبع $S_۱S_۲$)

۲) به شکل زیر دقت کنید، همان‌گونه که مشاهده می‌شود، با جابه‌جایی پرده به سمت چپ، ابعاد سایه بزرگ شده و ابعاد نیم‌سایه کوچک می‌شود. از طرفی اگر پرده به سمت راست جابه‌جا شود، ابعاد سایه کوچک شده و ابعاد نیم‌سایه بزرگ می‌شود. با توجه به این موضوع می‌خواهیم مشابه با مورد (۱)، یک نتیجه‌گیری کلی برای شما انجام دهیم که به راحتی بتوان در مسائل این قسمت از آن استفاده کرد.



(قطر جسم کدر AB) > (قطر منبع S_1S_2)

موضوع کاربردی ۲: اگر قطر جسم کدر از قطر منبع نور کوچک‌تر باشد ($S_1S_2 > AB$)، با جابه‌جایی جسم کدر، منبع یا پرده، نحوهٔ تغییرات ابعاد سایه و نیم‌سایه همواره برعکس یکدیگر است. به‌عبارتی یا ابعاد سایه بزرگ و ابعاد نیم‌سایه کوچک شده و یا ابعاد سایه کوچک و ابعاد نیم‌سایه بزرگ می‌شود. با توجه به این موضوع در این‌گونه تست‌ها، دو گزینه را می‌توان حذف کرد (گزینه‌هایی که تغییرات سایه و نیم‌سایه در آن‌ها هماهنگ است، صحیح نیست).

۳) همان‌طور که مشاهده کردید، با نزدیک کردن پرده، نیم‌سایه در هر دو شکل فوق کوچک شد و تغییرات سایه تو دو حالت برعکس هم بود. این موضوع، یک نتیجه‌گیری کلی به صورت زیر به همراه دارد.

موضوع کاربردی ۳: تغییرات نیم‌سایه، به ابعاد جسم کدر ربطی ندارد. به عنوان مثال با جابه‌جا کردن پرده به سمت چپ در شکل‌های قبل، ابعاد جسم نسبت به منبع هر وضعیتی داشته باشد، نیم‌سایه کوچک می‌شود.

همون‌طور که دیدید، اگه طراح پرده رو جابه‌جا بکنه، با یه شکل ساده، سریع می‌شه گفت سایه و نیم‌سایه چه جوری عوض می‌شه. سؤالای سختِ این قسمت، زمانیه که جسم یا منبع جابه‌جا بشن، که تو ادامهٔ کار، روش حل بسیار حرفه‌ای اونا رو می‌گیم....

۴) به طور کلی در مواردی که فاصلهٔ بین جسم کدر و منبع (آن را L بنامید) تغییر می‌کند، دو حالت زیر رخ می‌دهد (حتی منبع نقطه‌ای که عملاً یک منبع با قطر ناچیز هست و عین یک منبع که قطر آن کوچک‌تر از جسم است و نیم‌سایه ندارد را نیز در بحث آورده‌ایم):

حالت کلی ۱ (افزایش فاصلهٔ بین منبع نور و جسم کدر) ⇐ L افزایش می‌یابد.		
↓ سایه ⇒ L ↑	منبع نور نقطه‌ای	حالت ۱
↓ نیم‌سایه و ↓ سایه ⇒ L ↑	قطر جسم کدر < قطر منبع	حالت ۲
↓ نیم‌سایه و ↑ سایه ⇒ L ↑	قطر جسم کدر > قطر منبع	حالت ۳

حالت کلی ۲ (کاهش فاصلهٔ بین منبع نور و جسم کدر) ⇐ L کاهش می‌یابد.		
↑ سایه ⇒ L ↓	منبع نور نقطه‌ای	حالت ۱
↑ نیم‌سایه و ↑ سایه ⇒ L ↓	قطر جسم کدر < قطر منبع	حالت ۲
↑ نیم‌سایه و ↓ سایه ⇒ L ↓	قطر جسم کدر > قطر منبع	حالت ۳

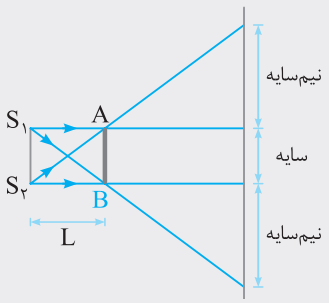
و اما شاه کلید نهایی: همان‌گونه که مشاهده می‌شود در مقایسهٔ سه حالت، هنگامی‌که جسم کدر یا منبع جابه‌جا می‌شود، تغییرات سایه و نیم‌سایه همواره با L رابطهٔ عکس دارد، به‌جز سایه در حالت سوم (که در آن قطر منبع بزرگ‌تر از قطر جسم کدر است). مجدداً تأکید می‌شود هنگامی‌که پرده را جابه‌جا کردیم، پاسخ سؤال باید با کشیدن یک شکل ساده به‌دست آید.

اگه باهوش باشید، فقط شاه کلید نهایی رو یاد می‌گیرید که واقعاً کار راه بندازه و نیاز به فسفرسوزی هم نداره...

نکته: در مسائل سایه و نیم‌سایه، هنگامی‌که قطر جسم کدر و قطر منبع نورانی با یکدیگر برابر است، قطر سایه نیز با قطر آن‌ها برابر بوده و در این حالت با جابه‌جایی جسم، پرده و یا منبع، قطر سایه همواره ثابت باقی می‌ماند. در این‌حالت نیز ابعاد نیم‌سایه در حالتی‌که فاصلهٔ بین منبع نور و جسم کدر تغییر می‌کند، با L رابطهٔ عکس دارد:

↓ نیم‌سایه و سایه (ثابت) ⇒ L ↑

↑ نیم‌سایه و سایه (ثابت) ⇒ L ↓



تو ادامهٔ کار، با سه تا سؤال خوب و مفهومی، بحثای ارائه شده رو یه جمع‌بندی می‌کنیم...

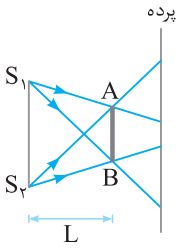
۸ توپی از نخی آویزان شده و بین پرده و چشمهٔ نور قرار دارد و سایهٔ آن روی پرده تشکیل شده است. در کدام حالت با نزدیک کردن چشمه به توپ، سایه کوچک‌تر می‌شود؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) چشمه از نوع نقطه‌ای باشد.

۲) چشمه از نوع گسترده و هم‌اندازه با توپ باشد.

۳) چشمه از نوع گسترده و توپ بزرگ‌تر از چشمه باشد.

۴) چشمه از نوع گسترده و توپ کوچک‌تر از چشمه باشد.



حل: با توجه به این‌که با نزدیک کردن چشمهٔ نور به جسم کدر (توپ) و کاهش فاصلهٔ L، سایه کوچک شده است، یعنی در این حالت ابعاد سایه با L هماهنگ است. این حالت که در آن تغییر سایه با L هماهنگ است، تنها زمانی رخ می‌دهد که ابعاد منبع نور از ابعاد جسم کدر بزرگ‌تر باشد.

نیم‌سایه ↑ و سایه ↓ $\Rightarrow L\downarrow \Rightarrow$ نزدیک کردن چشمه به توپ

$\xrightarrow{\text{نتیجه}}$ چشمه از نوع گسترده و ابعاد توپ کوچک‌تر از چشمه است.

پاسخ: ۴

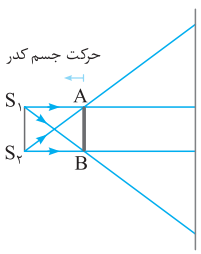
۹ قطر یک چشمهٔ گستردهٔ نور با قطر جسم کدری که در مقابلش قرار دارد یکسان است. اگر جسم کدر را به چشمهٔ نور نزدیک کنیم، ابعاد سایه و نیم‌سایه به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟ (سراسری ریاضی ۸۴)

۱) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

۲) افزایش می‌یابد - تغییر نمی‌کند.

۳) افزایش می‌یابد- افزایش می‌یابد.

۴) تغییر نمی‌کند- افزایش می‌یابد.



حل: با توجه به یکسان بودن قطر جسم کدر با قطر چشمهٔ نورانی، با ایجاد هرگونه جابه‌جایی، ابعاد سایه ثابت می‌ماند. از طرفی با نزدیک کردن جسم کدر به چشمهٔ نور، فاصلهٔ L کاهش یافته و ابعاد نیم‌سایه افزایش می‌یابد.

نیم‌سایه ↑ و سایه (ثابت) $\Rightarrow L\downarrow \Rightarrow$ نزدیک کردن جسم کدر به چشمهٔ نور

پاسخ: ۴

۱۰ توپی بین یک چشمهٔ گستردهٔ نور و یک پرده قرار دارد و سایه و نیم‌سایهٔ حاصل از توپ روی پرده تشکیل شده است. اگر توپ را کمی به پرده نزدیک کنیم، قطر سایه ..... و پهنای نیم‌سایه ..... (سراسری ریاضی ۹۳ خارج از کشور)

۱) افزایش می‌یابد ـ افزایش می‌یابد.

۲) کاهش می‌یابد ـ ممکن است کاهش یا افزایش یا ثابت بماند.

۳) کاهش می‌یابد ـ کاهش می‌یابد.

۴) ممکن است کاهش، افزایش یا ثابت بماند ـ کاهش می‌یابد.

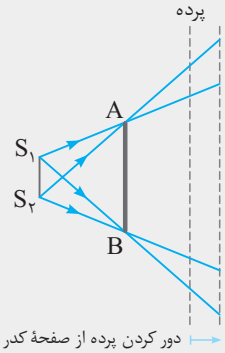
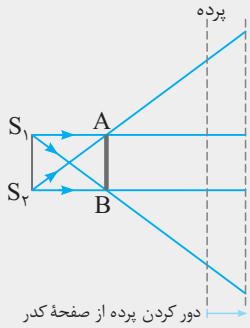
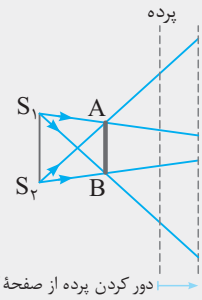
حل: همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در این سؤال هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد ابعاد منبع نور و توپ داده نشده و نمی‌توان در مورد نحوهٔ تغییرات سایه اظهارنظر کرد. از طرفی با نزدیک کردن توپ به پرده، توپ از چشمهٔ گسترده دور می‌شود و با دور کردن توپ از چشمهٔ گسترده (یعنی افزایش L) پهنای نیم‌سایه همیشه کاهش می‌یابد (با L رابطهٔ عکس دارد) و این موضوع ربطی به ابعاد چشمهٔ گسترده ندارد.

حواستون باشه برای بررسی تغییر ابعاد سایه، باید بدونیم ابعاد چشمهٔ گسترده و جسم، نسبت به هم چه جورین...

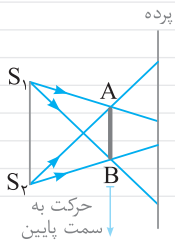
پاسخ: ۴

چراجویی در تست قبل، اگر به‌جای جابه‌جا کردن توپ، پرده را طوری جابه‌جا کنیم که فاصلهٔ پرده با توپ افزایش یابد، ابعاد سایه و نیم‌سایهٔ توپ چگونه تغییر می‌کند؟

راهنمایی: از شکل‌های زیر کمک بگیرید...

حالت (۱)	حالت (۲)	حالت (۳)
		
قطر جسم کدر < قطر منبع نیم‌سایه ↑ و سایه ↑	قطر جسم کدر = قطر منبع نیم‌سایه ↑ و سایه (ثابت)	قطر جسم کدر > قطر منبع نیم‌سایه ↑ و سایه ↓

باور کنید تو شکل مقابل، اگه جسم AB رو در راستای قائم پایین بیاریم، با تشابه میشه نشون داد که ابعاد سایه و نیم‌سایه ثابت میمونه. این موضوع هم شانس مطرح شدن داره...



همتون می‌دونید که تو خورشیدگرفتگی، سایهٔ ماه روی زمین می‌افته و زمین تاریک می‌شه و اصطلاحاً خورشید می‌گیره. باور کنید که تو این حالت، قطر منبع (خورشید) از قطر جسم کدر (ماه) بزرگ‌تره. تو ادامه یه سؤال قدیمی ولی مهم از این بحث رو اُوردیم...

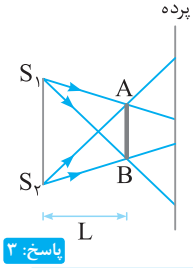
۱۱ **سطح سایه و نیم‌سایه‌ای که در موقع خورشیدگرفتگی روی زمین تشکیل می‌شود، وقتی ماه به زمین نزدیک است، نسبت به زمانی که ماه از زمین دور است به ترتیب ..... و ..... است.** (سراسری ریاضی ۷۹)

۱) کوچک‌تر - کوچک‌تر ۲) کوچک‌تر - بزرگ‌تر ۳) بزرگ‌تر - کوچک‌تر ۴) بزرگ‌تر - بزرگ‌تر

حل: ابتدا باید توجه کرد که در پدیدهٔ خورشیدگرفتگی، زمین مانند پرده، ماه مانند جسم کدر و خورشید مانند منبع نور گستردهٔ بزرگ‌تر از جسم کدر است. اگر ماه به زمین نزدیک شود، فاصلهٔ بین منبع و جسم کدر (یعنی L) افزایش یافته و با این تغییر، ابعاد سایه افزایش و ابعاد نیم‌سایه کاهش می‌یابد.

$L \uparrow \Rightarrow$ جسم کدر به پرده نزدیک شود $\equiv$ ماه به زمین نزدیک شود.

$L \uparrow \Rightarrow$ نیم‌سایه ↓ و سایه ↑ : قطر جسم کدر > قطر منبع نور



پاسخ: ۳

دستهٔ B - ۱ تحلیل ویژگی‌های تصویر در آینهٔ تخت

تو این درسنامه، بحث‌های جالبی مربوط به آینهٔ تخت رو با هم بررسی می‌کنیم که ساده هستن ولی شانس مطرح شدن دارن ...

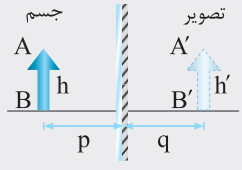
بحث اول: ویژگی‌های کلی تصویر در آینهٔ تخت

هنگامی‌که جسمی مقابل یک آینهٔ تخت قرار می‌گیرد، تصویر آن جسم دارای ویژگی‌های زیر است:

۱) در این آینه، تصویر در پشت آینه تشکیل شده و به آن تصویر مجازی می‌گوییم.

۲) در این آینه، فاصلهٔ جسم از آینه با فاصلهٔ تصویر از آینه برابر است.

$$\begin{cases} p = \text{فاصلهٔ جسم از آینه} \\ q = \text{فاصلهٔ تصویر از آینه} \end{cases} \Rightarrow p = q$$



نقشهٔ راه فصل سوم (الکتریسیتهٔ جاری)

بازم سلام بر همگی دوستان عزیز، همین اول کار بگیم که این فصل خیلی خیلی مهمه! اون‌قدر که بیشترین تست رو تو فصلای فیزیک پایه به خودش اختصاص میده. پس حواستون رو خوب جمع کنین...

دستهٔ A

برای اینکه بتونید به مطالب این فصل مسلط بشید، باید یه سری تکنیک رو خیلی خوب یاد بگیرید، وگرنه حل سؤالای این فصل، ممکنه خیلی ازتون وقت بگیره. این تکنیک‌ها رو تو دستهٔ A با هم مرور می‌کنیم...

A
تکنیک‌های اساسی فصل مدار

۱ **تکنیک اول:** مقاومت معادل‌گیری

۲ **تکنیک دوم:** پخش جریان در بین مقاومت‌ها

۳ **تکنیک سوم:** پتانسیل‌نویسی در بین نقاط مختلف مدار

دستهٔ B

تو این دسته مدارایی رو بررسی می‌کنیم که تو اونا یه باتری داریم. همین باتری با نیروی محرکهٔ ε و مقاومت درونی r، تو مدار جریان تولید میکنه...

B
مدارهای تک‌باتری

۱ بررسی افت پتانسیل در یک باتری

۲ تکنیک‌های حرفه‌ای در حل مسائل مدارهای تک‌حلقه

۳ بررسی تغییر پارامترهای مختلف در یک مدار (مسائل تغییر وضعیت کلید، رئوستا و ...)

حواستون باشه که دستهٔ B رو خیلی خوب یاد بگیرین، چون تو قسمتای بعدی هم به کارتون میاد...

دستهٔ C

مدارهایی رو که چندتا باتری و چندتا حلقه دارن تو این دسته مطرح می‌کنیم. همچنین یه مروری روی مدارهای RC هم داریم، یعنی مدارهایی که هم مقاومت تو اونا هستش و هم خازن ...

C
مدارهای چند حلقه و RC

۱ نحوهٔ تحلیل مدارهای چند باتری و چند حلقه

۲ نحوهٔ حل مسائل مربوط به مدارهای RC

تو مدارای RC، خازن‌هاش رو بزارید کنار، بقیه‌اش حله ... می‌شه همون مدار معمولی با تعدادی مقاومت و باتری. البته که تو حل این مدارها با خوندن دسته‌های قبلی خودتون استاد می‌شید ...

دستهٔ D

مقاومت وسیله‌ای هستش که انرژی رو مصرف می‌کنه... یاد توان مصرفی و روابط $P = RI^2$ و... بیفتید. تو این دسته برای یه مدار، توان همهٔ عناصر اون مثل مقاومت و باتری رو بررسی می‌کنیم.

D
توان در مدارهای الکتریکی

۱ روابط اولیهٔ توان و انرژی گرمایی

۲ محاسبه و مقایسهٔ توان مقاومت‌ها در یک مدار

۳ تحلیل انواع توان در یک باتری

دستهٔ E

تو دستهٔ آخر این فصل، یه مرور سریع به برخی از مفاهیم ساده در رابطه با محاسبهٔ مقاومت یه رسانا، قانون اهم و تأثیر دما بر مقاومت یه رسانا داریم...

E
بحث‌های تکمیلی مدار

۱ مفاهیم اولیه در رابطه با جریان الکتریکی و مقاومت یک رسانا

۲ تأثیر تغییر دما بر روی مقاومت یک رسانا

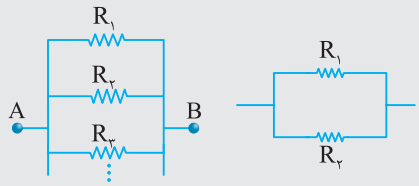
این فصل کمی طولانی بوده و برای ایجاد عملکرد بهینه، بهتر است آن را در چهار مرحله مطالعه کنید. برای این منظور در مرحلهٔ اول قسمت A، مرحلهٔ دوم قسمت B، مرحلهٔ سوم قسمت C و در مرحلهٔ آخر قسمت‌های D و E را بخوانید. این فصل کمی طولانی ولی بسیار مهم است، زیرا ۱۰ درصد فیزیک کنکور را شامل می‌شود.

مروری بر روابطی که خواهیم خواند

مقاومت معادل در حالت سری بودن مقاومت‌ها

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \dots$$

مقاومت معادل در حالت موازی بودن مقاومت‌ها

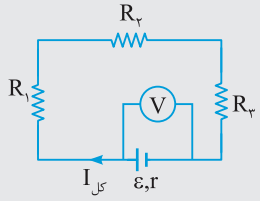


$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

حالت خاص: مقاومت معادل دو مقاومت موازی

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{یا} \quad R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

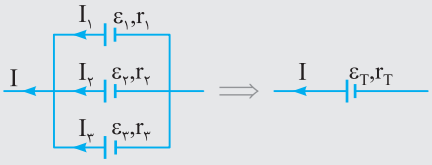
روابط اصلی مدار تک باتری



$$I_{کل} = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \quad \text{و افت پتانسیل} = rI$$

$$V = \varepsilon - rI$$

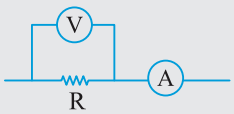
باتری معادل



مقاومت درونی معادل: $\frac{1}{r_T} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots$

نیروی محرکهٔ معادل: $\frac{\varepsilon_T}{r_T} = \frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \frac{\varepsilon_3}{r_3} + \dots$

توان و انرژی مصرفی یک مقاومت

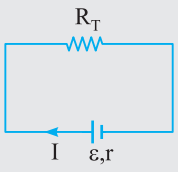


$$P = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI$$

$$U = Pt \Rightarrow U = RI^2 t = \frac{V^2}{R} t = VIt$$

$$P_{اسمی} = \frac{V^2_{اسمی}}{R}$$

انواع توان در یک باتری

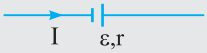
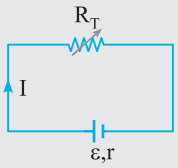
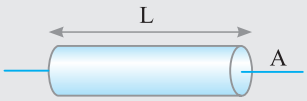
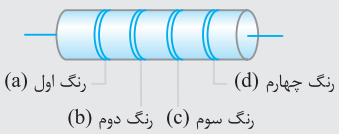


توان تولیدی: $P_{تولیدی} = \varepsilon I$

توان مصرفی در باتری (هدر شده): $P_{تلف\ شده} = rI^2$

توان مفید (خروجی): $P_{مفید} = \varepsilon I - rI^2 = R_T I^2$

مروری بر روابطی که خواهیم خواند

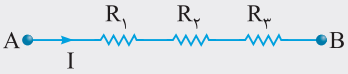
توان ده یا توان‌گیر بودن یک باتری	$P = \varepsilon I - rI^2$: باتری به مدار بیرون انرژی می‌دهد. $\Rightarrow$ خروج جریان از سر مثبت باتری.  $P = -(\varepsilon I + rI^2)$: باتری از مدار بیرون انرژی می‌گیرد. $\Rightarrow$ خروج جریان از سر منفی باتری. 	
شرط بیشینه شدن توان مفید یک باتری در مدار		$R_T = r \;,\; I = \frac{\varepsilon}{2r} \;,\; P_{max} = R_T I^2 = \frac{\varepsilon^2}{4r}$
جریان الکتریکی متوسط و لحظه‌ای	$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ و $I = \frac{dq}{dt}$	
محاسبهٔ مقاومت یک رسانا		$R = \rho \frac{L}{A}$ $A = \pi r^2 \Rightarrow R = \rho \frac{L}{\pi r^2}$
نحوهٔ نمایش مقدار یک مقاومت ترکیبی		$R = \overline{ab} \times 10^c$
تغییر مقاومت ویژه و مقاومت یک جسم رسانا با تغییر دما	$\Delta\rho = \rho_0 \alpha \Delta\theta \xrightarrow{\rho_2 = \rho_0 + \Delta\rho} \rho_2 = \rho_0(1 + \alpha\Delta\theta)$ $\Delta R = R_0 \alpha \Delta\theta \xrightarrow{R_2 = R_0 + \Delta R} R_2 = R_0(1 + \alpha\Delta\theta)$	

دستهٔ A - ۱ تکنیک اول: مقاومت معادل‌گیری

اونایی که خازن معادل گیری رو خیلی خوب یاد گرفتن، تو این قسمت اصلاً مشکلی ندارن. تنها فرقی که مقاومت معادل گیری با خازن معادل گیری داره، اینه که مقاومت‌های سری رو مثل خازن‌های موازی و مقاومت‌های موازی رو مثل خازن‌های سری معادل می‌گیریم. تو ادامهٔ کار، خودتون بهتر متوجه این موضوع می‌شید...

مشابه با خازن‌ها، مقاومت‌ها را نیز در دو حالت سری و موازی بررسی می‌کنیم:

الف) محاسبهٔ مقاومت معادل در اتصال متوالی (سری) چند مقاومت به یکدیگر



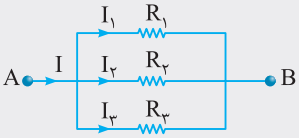
مقاومت معادل در اتصال سری $\Rightarrow R_T = R_1 + R_2 + R_3$

کلیدای حل:

۱) اگر n مقاومت مشابه R_0 را به‌طور سری (متوالی) به یکدیگر متصل کنیم، مقاومت معادل آن‌ها عبارت است از: $R_T = nR_0$

۲) در حالت به هم بستن متوالی مقاومت‌ها، مقاومت معادل از هر یک از مقاومت‌های موجود، بزرگ‌تر خواهد بود.

ب) محاسبهٔ مقاومت معادل در اتصال موازی چند مقاومت به یکدیگر



مقاومت معادل در اتصال موازی: $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

کلیدای حل:

۱) اگر n مقاومت مشابه را به صورت موازی ببندیم، مقاومت معادل مدار عبارت است از: $R_T = \frac{R_0}{n}$

۲) اگر دو مقاومت R_1 و R_2 را به صورت موازی متصل کنیم، به جای استفاده از رابطهٔ فوق، می‌توانیم از رابطهٔ ساده شدهٔ مقابل برای محاسبهٔ مقاومت معادل آن‌ها استفاده کنیم: $R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

۳) به سادگی می‌توان نشان داد که در اتصال موازی مقاومت‌ها، مقاومت معادل مدار از کوچک‌ترین مقاومت موجود در مدار نیز کوچک‌تر است.

برای به‌دست آوردن مقاومت معادل در مدارهای پیچیده‌تر، به دو شاه کلید زیر توجه کنید:

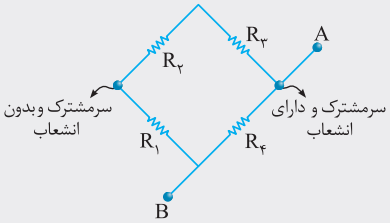
۱) تشخیص سری و موازی بودن مقاومت‌ها و نام‌گذاری نقاط

هر دو مقاومت در مدار، سه حالت زیر را می‌توانند داشته باشند:

۱) با یکدیگر سری (متوالی) باشند. ۲) با یکدیگر موازی باشند. ۳) نسبت به یکدیگر نه سری باشند و نه موازی.

برای تشخیص سری یا موازی بودن مقاومت‌ها به صورت زیر عمل می‌کنیم:

الف) تشخیص سری بودن مقاومت‌ها: مشابه با بحثی که در خازن‌ها انجام دادیم، اگر دو مقاومت یک سر مشترک و بدون انشعاب داشته باشند، با یکدیگر به صورت متوالی (سری) متصل شده‌اند.



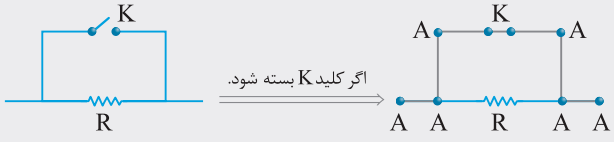
R_1, R_2 ⟸ به‌صورت سری متصل شده‌اند.

R_3, R_4 ⟸ به‌صورت سری نیستند زیرا از سر مشترک آن‌ها انشعاب خارج شده است.

ب) تشخیص موازی بودن مقاومت‌ها: برای تشخیص اتصال موازی مقاومت‌ها، مشابه با خازن‌ها، کافی است نقاط مختلف موجود در مدار را نام‌گذاری کنیم. مقاومت‌هایی که به دو نقطهٔ مشترک متصل می‌شوند، با یکدیگر موازی هستند.

تذکر: مهم‌ترین تکنیک در این قسمت، تکنیک نام‌گذاری نقاط و توانایی رسم شکل معادل برای یک مدار نسبتاً پیچیده است.

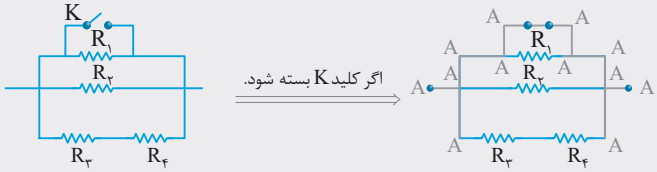
۲) اتصال کوتاه



اگر دو سر یک مقاومت را با یک سیم بدون مقاومت به یکدیگر متصل کنیم، آن مقاومت از مدار حذف می‌گردد و اصطلاحاً اتصال کوتاه می‌شود. در شکل مقابل اگر کلید K بسته شود، مقاومت اتصال کوتاه می‌شود، زیرا تمام نقاطی که روی سیم آبی هستند، همه یک نام دارند و در واقع دو سر مقاومت هم‌نام شده‌اند.

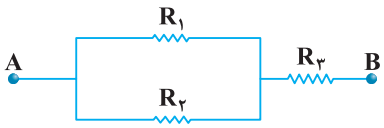
بنابراین در تکنیک نام‌گذاری نقاط، هرگاه دو سر یک مقاومت هم‌نام شوند، آن مقاومت اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود.

تذکر: در هنگام موازی بودن چند شاخه، با اتصال کوتاه شدن یکی از شاخه‌ها، سایر شاخه‌ها نیز اتصال کوتاه می‌شوند. به طور مثال در مدار زیر با بستن کلید K، تمامی شاخه‌های موازی اتصال کوتاه می‌شوند.



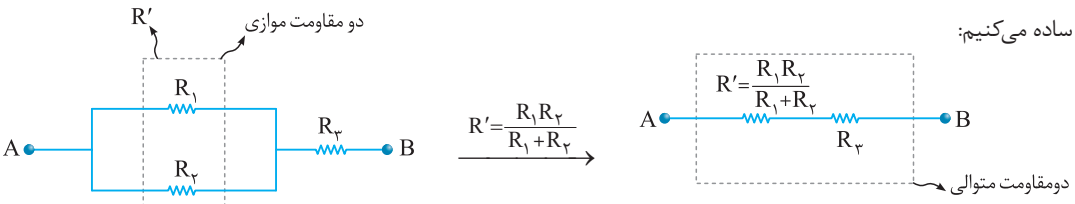
خودتون رو آماده کنید تا چند تا سؤال کنکور در رابطه با مقاومت معادل‌گیری رو حل کنید...

۱ در شکل مقابل، $R_۳$ چه‌قدر باشد تا مقاومت معادل بین A و B برابر $R_۱$ شود؟ (سراسری ریاضی ۸۹)



۱) $\frac{R_۱^۲}{R_۱+R_۲}$
۲) $\sqrt{R_۱R_۲}$
۳) $\frac{\sqrt{R_۱^۲+R_۲^۲}}{۲}$
۴) $\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}$

حل: ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:

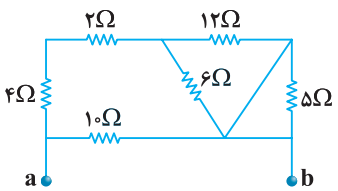


در ادامه با توجه به متن سؤال، مقاومت معادل را برابر با $R_۱$ قرار می‌دهیم:

$$R_T=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}+R_۳ \xrightarrow{R_T=R_۱} R_۱=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}+R_۳ \Rightarrow R_۳=R_۱-\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲} \Rightarrow R_۳=\frac{R_۱^۲}{R_۱+R_۲}$$

پاسخ: ۱

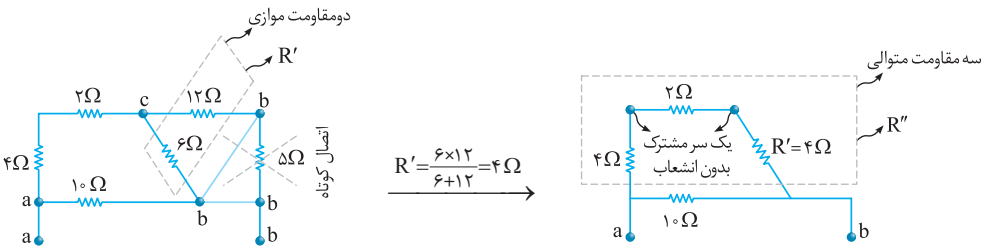
۲ مقاومت معادل بین a و b چند اهم است؟ (سراسری ریاضی ۸۶)

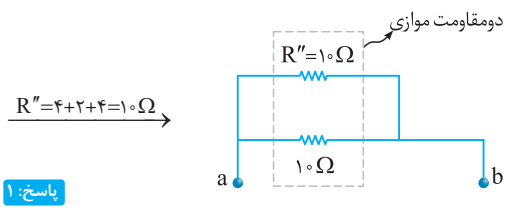


۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

حل: برای حل، مدار را با تکنیک نام‌گذاری، در طی چند مرحله ساده می‌کنیم:

در تکنیک نام‌گذاری اگر دو سر یک مقاومت هم‌نام شود، آن مقاومت اتصال کوتاه می‌شود، بنابراین مقاومت ۵Ω از مدار حذف می‌گردد.

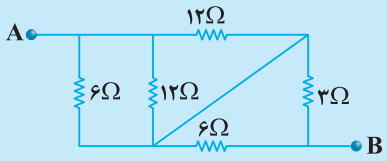




$$\Rightarrow R_T=\frac{R}{n}=\frac{۱۰}{۲}=۵\Omega$$

پاسخ: ۱

چراجویی در شکل مقابل، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B چند اهم است؟



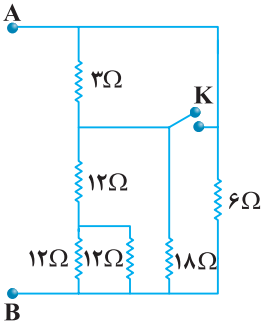
۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

راهنمایی: با نامگذاری نقاط همه‌چی حله، این سؤال واقعاً قشنگه تو ادامهٔ تست کنکور ۸۶ ...

پاسخ: ۳

۳ در مدار روبه‌رو، ابتدا کلید باز است. اگر کلید بسته شود، مقاومت معادل بین A و B چند اهم تغییر می‌کند؟

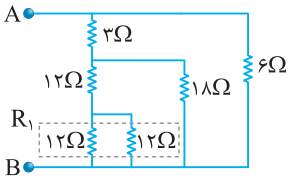
(سراسری ریاضی ۹۲ خارج از کشور، سراسری تجربی ۹۳ خارج از کشور)



۱) ۰/۴
۲) ۲
۳) ۲/۶
۴) ۴

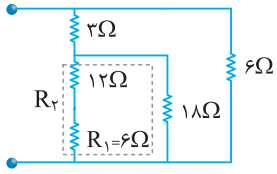
حل: مدار را در دو حالت بررسی می‌کنیم:

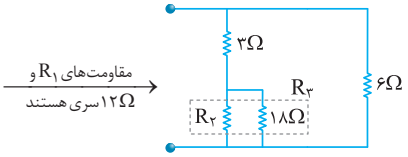
حالت ۱ (کلید K باز است): در این حالت مدار به شکل زیر خواهد بود:

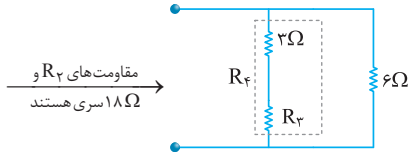


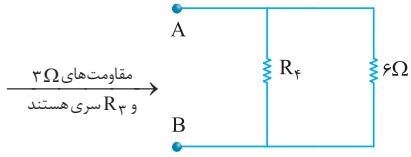
مقاومت‌های ۱۲اهمی موازی‌اند $\Rightarrow \frac{1}{R_1}=\frac{1}{12}+\frac{1}{12}=\frac{1}{6} \Rightarrow R_1=6\Omega \Rightarrow$

یا : $R_1=\frac{12}{2}=6\Omega$









$R_2=R_1+12=6+12=18\Omega$

$\frac{1}{R_3}=\frac{1}{R_2}+\frac{1}{18}=\frac{1}{18}+\frac{1}{18}=\frac{2}{18}$

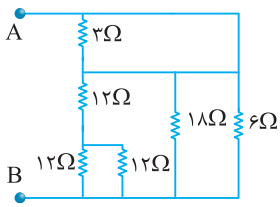
$R_4=R_3+3=9+3=12\Omega$

$R_3=\frac{18}{2}=9\Omega$ یا $(R_3=9\Omega)$

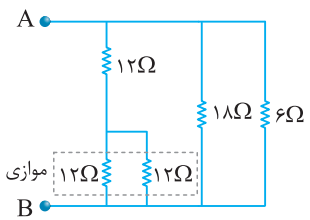
با توجه به مدار معادل به‌دست آمده، همان‌طور که واضح است، مقاومت معادل بین A و B برابر است با:

$$\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_4}+\frac{1}{6}=\frac{1}{12}+\frac{1}{6}=\frac{3}{12}\Rightarrow R_T=4\Omega$$

حالت ۲ (کلید K بسته است): در این حالت، با توجه به مدار زیر، دو سر مقاومت ۳اهمی با یک سیم به یکدیگر متصل شده‌اند. بنابراین این مقاومت اتصال کوتاه می‌شود:



حذف مقاومت ۳اهمی



حالا به راحتی می‌توان مقاومت معادل بین نقاط A و B را به دست آورد که برابر $R'_T=3/6\Omega$ می‌شود.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مقاومت معادل با بسته شدن کلید K به اندازهٔ ۰/۴ اهم تغییر کرده است:

$$\Delta R_T=|R_T-R'_T|=|4-3/6|=0/4\Omega$$

پاسخ: ۱

چراجویی در تست قبل، اگر اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B ثابت فرض شود، بعد از بستن کلید K، توان مصرفی کل مقاومت‌ها چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱۰}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۱۰}$ ۳) $\frac{۲}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۲}$

راهنمایی: خواستیم با طرح این سؤال، بهتون یاد بدیم که هدف از این سؤال هم در واقع همون به دست اُوردن مقاومت معادل هستش. همون‌طور که می‌دونید، توان یه مجموعه از مقاومت‌ها رو می‌شه از فرمول $P=\frac{V^۲}{R_T}$ به دست اُورد. پس میشه نوشت:

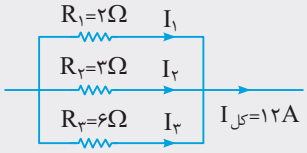
$$P=\frac{\overset{\text{ثابت}}{\overbrace{V^۲}}}{R_T}\Rightarrow\frac{P'}{P}=\frac{R_T}{R'_T}\Rightarrow\cdots$$

پاسخ: ۱

دستهٔ A - ۲ تکنیک دوم: پخش جریان در بین مقاومت‌ها

بچه‌ها حواستون رو جمع کنین که این قسمت از فصل خیلی مهمه و با بقیه قسمت‌ها به راحتی می‌تونه ترکیب بشه. تکنیک به کار رفته تو این قسمت رو خیلی خیلی خوب یاد بگیرید. افرادی که مقاومت معادل‌گیری رو خوب یاد گرفته باشن، سرعت عملشون تو این قسمت بیشتره ...

تکنیک به کار رفته در این قسمت را با یک مثال به شما آموزش می‌دهیم. فرض کنید در شکل مقابل می‌خواهیم جریان هریک از مقاومت‌ها را به‌دست آوریم:



دقت: مهمترین نکتهٔ این قسمت از فصل، یک موضوع به ظاهر ساده است. با توجه به اینکه مقاومت‌ها موازی می‌باشند، ولتاژ دو سر آن‌ها با هم برابر است. بنابراین در مقاومت‌های موازی، جریان هر مقاومت با مقدار مقاومت آن رابطهٔ عکس دارد.

$$V=\overset{\uparrow}{R}\,I_{\downarrow}\quad\text{یکسان}$$

در این‌گونه از مسائل برای پخش جریان بین مقاومت‌های موازی، از نکتهٔ فوق کمک گرفته و گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: جریان یکی از مقاومت‌ها را x در نظر می‌گیریم (راحت‌تر است که جریان بزرگ‌ترین مقاومت را x فرض کنید). $I_۳=x$

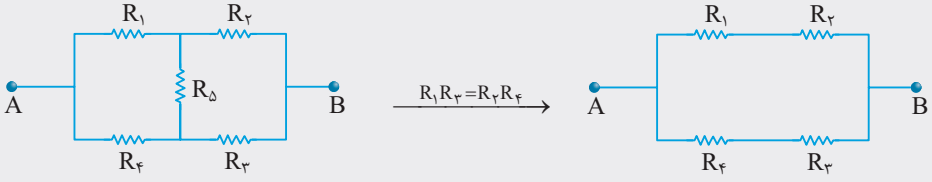
گام دوم: مقدار مقاومت $R_۲$، نصف $R_۳$ می‌باشد $\left(\frac{R_۲}{R_۳}=\frac{۱}{۲}\right)$، بنابراین جریان $I_۲$، دو برابر $I_۳$ است $(I_۲=۲I_۳)$، همچنین مقاومت $R_۱$، $\frac{۱}{۳}$ برابر $R_۳$ بوده و جریان آن ۳ برابر $I_۳$ است $(I_۱=۳I_۳)$. سعی کنید که این کار را ذهنی انجام دهید: $I_۱=۳I_۳=۳x\quad,\quad I_۲=۲I_۳=۲x$

گام سوم: مجموع جریان‌های این مقاومت‌های موازی برابر جریان کل مدار می‌باشد. بنابراین به‌راحتی می‌توان جریان هریک از مقاومت‌ها را به‌دست آورد.

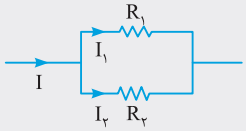
$$I_۱+I_۲+I_۳=I_{کل}\Rightarrow ۳x+۲x+x=۱۲A\Rightarrow ۶x=۱۲\Rightarrow x=۲A\Rightarrow\begin{cases}I_۱=۳x=۶A\\I_۲=۲x=۴A\\I_۳=x=۲A\end{cases}$$

کلیدای حل:

۱) اگر مداری به صورت شکل زیر بوده و $R_۱R_۳=R_۲R_۴$ باشد، می‌توان مقاومت $R_۵$ را از مدار حذف کرد (پل وتسون).



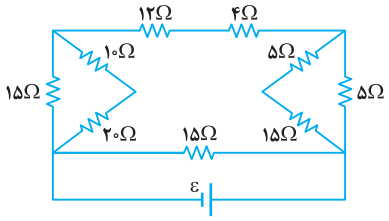
۲) در شکل مقابل که جریان I از مدار عبور می‌کند، سهم هر مقاومت از جریان I برابر است با:



$$V_۱=V_۲\Rightarrow R_۱I_۱=R_۲I_۲\Rightarrow\begin{cases}I_۱=\frac{R_۲}{R_۱+R_۲}I\\I_۲=\frac{R_۱}{R_۱+R_۲}I\end{cases}$$

حال با چند تا سؤال خوب که تو کنکورای سراسری اومده، دست و پنجه نرم کنید تا این تکنیک رو خوب یاد بگیرید ...

۴ **در مدار روبه‌رو اگر جریانی که از مقاومت ۴ اهمی می‌گذرد برابر ۲ آمپر باشد، جریانی که از مولد می‌گذرد چند آمپر است؟** (سراسری تجربی ۹۰)



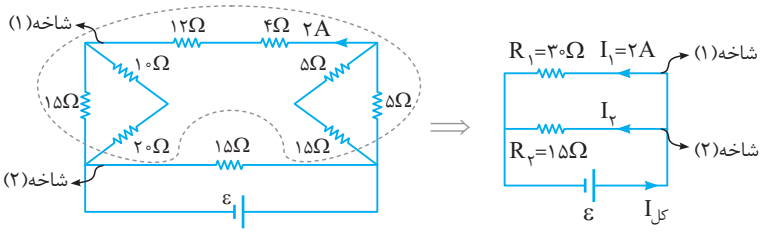
۱) ۱

۲) ۳

۳) ۴

۴) ۶

حل : این مدار از دو شاخهٔ موازی تشکیل شده است، ابتدا مقاومت معادل هر شاخه را به‌دست آورده و مدار را مطابق شکل ساده می‌کنیم:



از طرفی دقت کنیم که جریان شاخهٔ (۱) برابر جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی است و داریم:

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}=\frac{15}{30}=\frac{1}{2}\xrightarrow[I_2=2I_1]{I_1=2A} I_2=2\times 2=4A$$

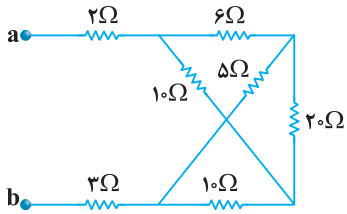
در ادامه می‌توان گفت مجموع جریان شاخه‌ها، برابر با جریانی است که از مولد می‌گذرد:

$$I_{کل}=I_1+I_2\xrightarrow[I_2=4A]{I_1=2A} I_{کل}=2+4=6A$$

* اگر مهارت‌های مقاومت معادل‌گیری را خوب یاد گرفته باشید، به سادگی می‌توانید مقاومت شاخهٔ بالایی را حساب کنید. به‌عنوان تمرین، نشان دهید که مقاومت معادل شاخهٔ بالایی ۳۰Ω است.

پاسخ: ۴

۵ **در شکل روبه‌رو که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، از مقاومت ۲۰ اهمی شدت جریان ۰/۵ آمپر عبور می‌کند. از مقاومت ۲ اهمی شدت جریان چند آمپر عبور می‌کند؟** (سراسری ریاضی ۹۳ خارج از کشور)



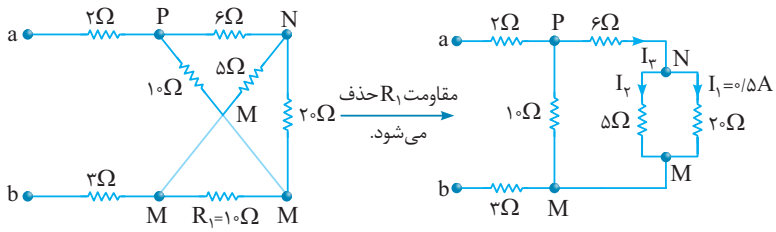
۱) ۱/۵

۲) ۲

۳) ۳/۵

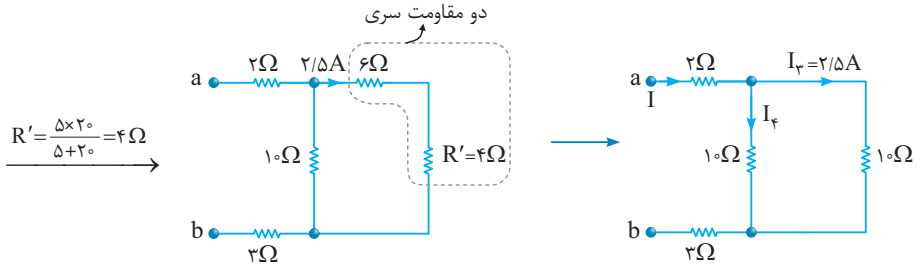
۴) ۵

حل : در شکل مقابل، دو سر مقاومت ۱۰ اهمی پایینی اتصال کوتاه شده (دو سر آن هم‌نام شده است) و این مقاومت از مدار حذف می‌شود. از طرفی مقاومت‌های ۵ و ۲۰ اهمی با هم موازی‌اند و مدار ساده شده به‌صورت مقابل است:



با توجه به موازی بودن مقاومت‌های ۵Ω و ۲۰Ω، شدت جریان مقاومت ۵Ω، ۴ برابر مقاومت ۲۰ اهمی بوده و برابر ۲A می‌باشد (چرا؟) و در نتیجه جریان عبوری از کل شاخهٔ سمت راست برابر $I_3=I_1+I_2=2/5A$ می‌باشد.

حال مقاومت معادل شاخهٔ سمت راست را به‌دست می‌آوریم:



دو مقاومت ۱۰ اهمی در شکل جدید با هم موازی‌اند و چون اندازهٔ آن‌ها با هم برابر است، $I_4=2/5A$ است. بنابراین جریان کل عبوری از مقاومت ۲ اهمی برابر $I=I_3+I_4=5A$ است.

پاسخ: ۴

چراجویی در تست قبل، توان مصرفی در مقاومت ۲ اهمی چند برابر توان مصرفی در مقاومت ۲۰ اهمی است؟

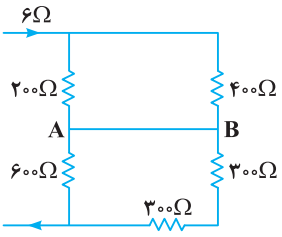
۱) ۱ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۰۰

راهنمایی: همون‌طور که می‌دونید، اگه جریان یه مقاومت رو داشته باشیم، به راحتی میشه از فرمول $P = RI^2$ توان اون رو حساب کرد. خوب اینم از توان ...

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_{2\Omega}}{P_{20\Omega}} = \dots$$

پاسخ: ۳

۶ در مدار روبه‌رو جریان عبوری از سیم اتصال بین A و B چند آمپر است؟ (مقاومت الکتریکی سیم‌های اتصال ناچیز است.) (سراسری ریاضی ۹۰)



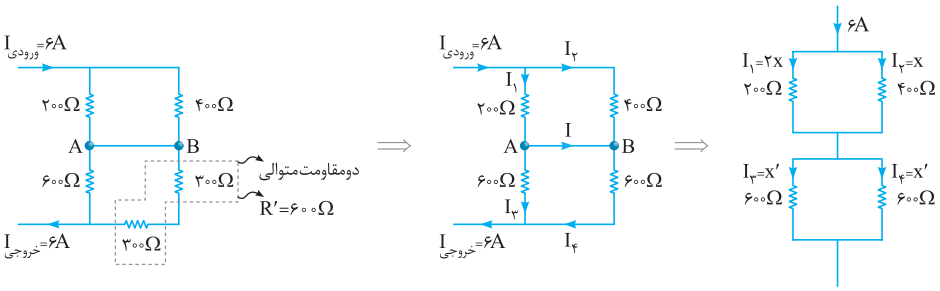
۱) صفر

۲) ۱

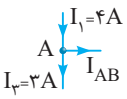
۳) ۴

۴) ۳

حل: با رسم یک شکل ساده‌تر و تقسیم جریان بین مقاومت‌های موازی، جریان هر مقاومت را به دست می‌آوریم:



$$\Rightarrow \begin{cases} 3x = 6A \Rightarrow x = 2A \Rightarrow I_1 = 2x = 4A \\ 2x' = 6A \Rightarrow x' = 3A \Rightarrow I_3 = x' = 3A \end{cases} \Rightarrow I_{AB} = 4 - 3 = 1A$$



دقت کنید که مجموع جریان‌های ورودی به گره، با مجموع جریان‌های خروجی از گره باید برابر باشد و با این تکنیک جریان I_{AB} را به دست آوردیم.

پاسخ: ۲

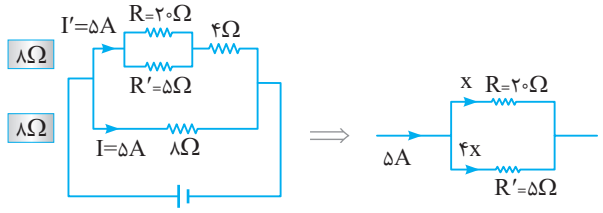
تست بعدی، یه سؤال نسبتاً دشوار محسوب می‌شه. در واقع باید خودتون بتونید نحوهٔ اتصال مقاومت‌ها به همدیگه رو تشخیص بدید..

۷ چهار مقاومت ۴، ۵، ۸ و ۲۰ اهمی طوری به هم وصل شده‌اند که مقاومت معادل آن‌ها ۴Ω است. اگر دو سر مجموعه را به منبع برقی وصل کنیم و از مقاومت ۸ اهمی جریان ۵A عبور کند، از مقاومت ۲۰ اهمی جریان چند آمپر عبور می‌کند؟ (سراسری ریاضی ۸۸ خارج از کشور)

۱) ۱ ۲) ۲/۵

۳) ۴ ۴) ۵

حل: در بین حالت‌های مختلفی که این مقاومت‌ها را به یکدیگر متصل می‌کنیم، یکی از حالت‌هایی که مقاومت معادل مدار برابر ۴Ω می‌شود حالتی است که مدار به‌صورت زیر باشد. در این حالت، جریان مقاومت ۲۰Ω برابر است با:



$$\Rightarrow x + 4x = 5A \Rightarrow x = 1A \Rightarrow \text{جریان مقاومت ۲۰ اهمی} = 1A$$

(جریان شاخهٔ بالا و پایین یکسان است)

پاسخ: ۱

دستهٔ A - ۳ تکنیک سوم: پتانسیل‌نویسی در بین نقاط مختلف مدار

برای نوشتن عملیات پتانسیل‌نویسی در یک مسیر که شامل مقاومت است، باید به این موضوع توجه کرد که اگر در جهت جریان از مقاومت عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازهٔ RI کاهش یافته و اگر در خلاف جهت جریان حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازهٔ RI افزایش می‌یابد.

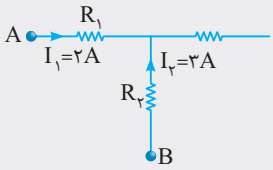
$V_A \ominus RI = V_B$

در جهت جریان از R عبور کردیم.

$V_A \oplus RI = V_B$

در خلاف جهت جریان از R عبور کردیم.

به طور کلی هرگاه اختلاف پتانسیل بین هر دو نقطهٔ دلخواه از یک مدار را بخواهیم محاسبه کنیم، از یکی از آن نقاط حرکت کرده و با نوشتن قانون پتانسیل‌نویسی به نقطهٔ دوم می‌رسیم. برای درک بهتر این ایده به شکل زیر توجه کنید.



$V_A \ominus R_1 I_1 \oplus R_2 I_2 = V_B$

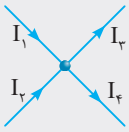
در خلاف جهت جریان از R_2 عبور کردیم

در جهت جریان از R_1 عبور کردیم

کلیدای حل:

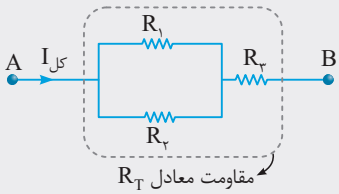
۱) در هر گره از مدار، مجموع جریان‌های ورودی به گره، با مجموع جریان‌های خروجی از آن گره برابر است.

این قانون ساده، قانون جریان نام دارد.



$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$

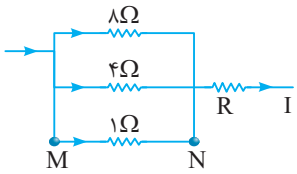
۲) ایدهٔ جالبی که به عنوان یک روش دیگر برای پاسخ دادن به سؤالات این قسمت می‌تواند استفاده شود از قانون اهم به دست می‌آید. به طور مثال در مدار مقابل می‌توان نوشت:



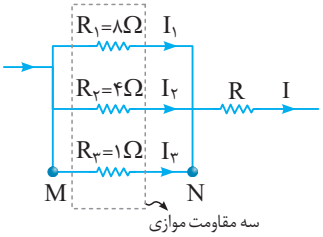
$R_T = \frac{V_{AB}}{I_{کل}}$

۸ اگر در شکل زیر V_{MN} برابر ۴ ولت باشد، شدت جریان I برابر با چند آمپر است؟ (سراسری تجربی ۹۲)

۱) ۵
۲) ۵/۵
۳) ۶
۴) ۶/۵



حل: ابتدا مقاومت معادل سمت چپ مدار را به‌دست می‌آوریم:



$$\frac{1}{R'_T} = \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{1} \Rightarrow R'_T = \frac{8}{11}\Omega$$

در ادامه با توجه به رابطهٔ $V = RI$، جریان I را محاسبه می‌کنیم:

$$V_{MN} = R'_T I \xrightarrow[R'_T = \frac{8}{11}\Omega]{V_{MN} = 4\,V} 4 = \frac{8}{11} \times I \Rightarrow I = \frac{11}{2} = 5/5\,A$$

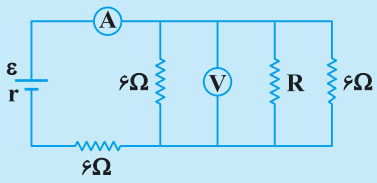
یه روش دیگه: ولتاژ دو سر مقاومت معادل سه مقاومت موازی در بالا، همان V_{MN} می‌باشد (چرا؟).

نگاه دیگر: $I_1 = \frac{V_{MN}}{R_1} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}A$, $I_2 = \frac{V_{MN}}{R_2} = \frac{4}{4} = 1\,A$, $I_3 = \frac{V_{MN}}{R_3} = \frac{4}{1} = 4\,A$

$I = I_1 + I_2 + I_3 = 5/5\,A$

پاسخ: ۲

چراجویی در مدار مقابل، آمپرسنج ۱۵ A و ولت‌سنج ۳۰ V را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟ (آمپرسنج و ولت‌سنج ایده‌آل فرض شوند.)

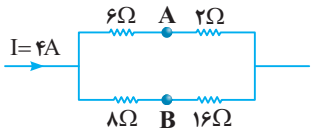


۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

راهنمایی: از هر دو روش تست قبلی می‌شه به جواب رسید. خودتون امتحان کنید ....

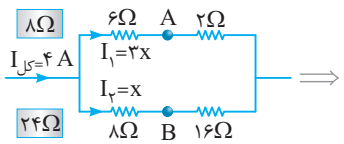
پاسخ: ۳

۹ در شکل روبه‌رو اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B چند ولت است؟ (سراسری تجربی ۸۳)



۱) ۶
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۱۲

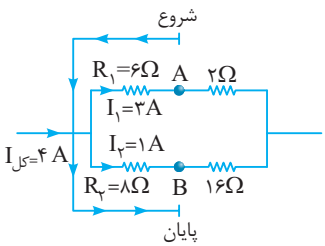
حل: مقاومت معادل شاخهٔ بالا ۸Ω و مقاومت معادل شاخهٔ پایین ۲۴Ω است، بنابراین مقاومت شاخهٔ بالا $\frac{۱}{۳}$ برابر شاخهٔ پایین است و جریان در شاخهٔ بالا، ۳ برابر شاخهٔ پایین است:



$$I_{کل} = I_۱ + I_۲ \Rightarrow ۴ = ۳x + x \Rightarrow x = ۱ \Rightarrow \begin{cases} I_۱ = ۳\,A \\ I_۲ = ۱\,A \end{cases}$$

در ادامه از نقطهٔ A شروع به حرکت کرده و رابطهٔ بین اختلاف پتانسیل‌ها را می‌نویسیم تا به نقطهٔ B برسیم:

(در خلاف جهت جریان از $R_۱$ عبور کردیم و در جهت جریان از $R_۲$ عبور کردیم.)



$$V_A + R_۱I_۱ - R_۲I_۲ = V_B \Rightarrow V_A + ۶ \times ۳ - ۸ \times ۱ = V_B$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = ۱۰\ V$$ (اختلاف پتانسیل بین A و B)

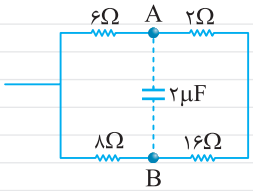
* به نظر شما چه‌طور می‌توان از همان ابتدا مشخص کرد که پتانسیل نقطهٔ A بیشتر است یا B؟

پاسخ: ۳

چراجویی در تست قبل، اگر بین دو نقطهٔ A و B یک خازن ۲ میکروفارادی قرار دهیم، چند میکروژول انرژی در آن ذخیره می‌شود؟

۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۴۴

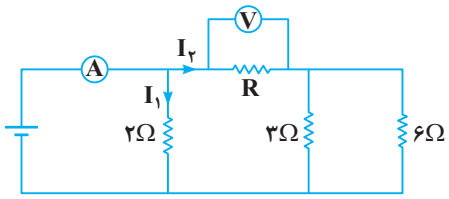
راهنمایی: خواستیم این تیپ از سؤالا رو به شما زودتر نشون بدیم تا بدونید که حل سؤالایی که خازن رو با مقاومت ترکیب می‌کنن، کاری نداره. برای حل این سؤال، می‌شه خازن رو در نظر نگرفت و مدار رو حل کرد. بعدش اختلاف پتانسیل دو سر اون خازن رو به‌دست آورد.



با توجه به تست قبلی، اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر ۱۰ ولت می‌شه. حالا با توجه به رابطهٔ $U = \frac{۱}{۲}CV^۲$، انرژی خازن به راحتی به دست میاد ...

پاسخ: ۳

۱۰ در مدار مقابل، ولت‌سنج عدد ۱۰ V و آمپرسنج عدد ۱۵ A را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)



۱) ۲
۲) ۴
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۴}$