



## فیزیک یازدهم تجربی

### فصل الکتروسیته ی ساکن و مدار الکتریکی

مخصوص داوطلبان کنکور و شرکت کنندگان آزمون های آزمایشی

جزوه ی سطح دشوار برای داوطلبان رتبه ی زیر ۱۰۰۰ مناطق

منطبق بر آخرین کتاب درسی

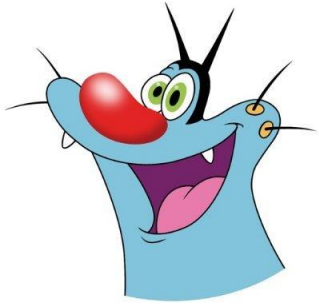
تهیه : مهندس میعاد دارستانی دبیر رسمی آموزش و پرورش

چه کسانی این جزوه را بخوانند؟ کنکوری هایی که میخوان زیر ۱۰۰۰ مناطق سه گانه شوند - دانش آموزان مدارس تیزهوشان و المپیادی ها

\*\*روی چینش تست ها و سوالات این جزوه بر اساس میزان سختی و مهم بودن و احتمال طرح مفاهیم و تیپ مشابه در کنکور با نظر جمعی کار شده. لذا این جزوه نسبت به جزوه های دست نویس و تایپی اساتید منحصر به فرده. یعنی سوال الکی توی این جزوه نداریم !!

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

در مورد  
طبق  
و  
برای  
برسید  
برده شده  
مثال



دکترین و پرستارهای ممتزم!!! ورود شما رو به فیزیک یازدهم تبریک میگم. فیزیک یازدهم در فقیقت کلا برق نمودونه! سوال هاش نسبت به دهم و دوازدهم کمتر میشه پیوند آکه مسلط بشین بر مفاهیم..  
روال جزوه ی دهم از سه قسمت تشکیل شده. اول تمرین های امتحان نوایی با پاسخ تشریحی  
سوالات انواع موسسات کنکورهای آزمایشی و کنکور سراسری با پیشش مفصوم جزوه. توضیحات مفصل  
سوالاتی که به نظر ما تملیل آنها مهم است. شما با فونرن و تملیل این جزوه میتونید به تسلط کامل  
پون جزوه با پیشش جدید انواع سوالات همراه است. نکته ی دیگره ای که در این جزوه و دهم نیز به کار  
اینه که در مثال ها از سفت ترین و دشوارترین تمرین ها استفاده شده پون معتقدیم که کسی که با  
دشوار بتونه تملیل مفاهیم کنه از پس سوال های کنکور بر فواهد آمر.

توی این جزوه مباحث رو به چند سطح بیان کردیم. اول در سطح **سوالات امتحانی کلاسی تالیفی**. دوم نمونه سوال های امتحانی پایانی مدارس برتر کشور و سوم در سطح سوالات **کنکور سراسری**. تمامی نکاتی که ممکنه برای یک فصل مطرح بشه رو به صورت کامل در جزوه بیان کرده ایم.

البته هیچ جزوه ای خالی از ایراد و کم و کاستی نیست. شما می تونید این جزوه رو پرینت گرفته و در گوشه کنار جزوه مطالبی را که به نظرتون مفیده یادداشت کنید و به جزوه اضافه کنید.

نظرات و پیشنهادات خودتون رو میتونید با مهندس دارستانی به ایمیل [miadtehran@gmail.com](mailto:miadtehran@gmail.com) یا با شماره تلفن ۰۹۱۰۶۷۵۸۹۷۷ در میان بگذارید. در صورت درخواست مشاوره تلفنی و حضوری و همچنین تدریس آنلاین میتوانید به این شماره یا ایمیل تماس بگیرید.

بی حمد به عالم معانی نرسی

زنده به حیات جاودانی نرسی

تا بچو خلیل به آتش اندر نشوی

چون خضر به آب زندگانی نرسی

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## فصل اول الکتریسیته ی ساکن

کلمه ی الکتریسیته از واژه ی یونانی الکترون گرفته شده که در زبان یونانی به معنای کهرباست. ☺ ممت دارم خود کلمه ی الکترون فهمش راحت تره... کهربا یعنی رایبندره - یه جور صمغ و شیره ی درخته که رنگ زرد رو به نارنجی داره. مثل شکل زیر :



خیلی از پدیده ها مثل آذرخش و پیام های عصبی ... منشا الکتریسیته دارند.

الکتریسیته به دو نوع تبدیل می شود:

۱- الکتریسیته ی ساکن ۲- الکتریسیته جاری

الکتریسیته ی ساکن: بررسی ویژگی های بارهای الکتریکی ساکن است. الکتریسیته ی ساکن میتواند موارد جالب زیادی رو ایجاد کنه که به آنها می پردازیم.

### بار الکتریکی

تمام اجسام دارای بار الکتریکی هستند. وقتی دو جسم رو به هم مالش میدیم ممکن هست که به هم نیروی رانشی یا ربایشی به هم وارد کنند. این که هم رانش هم ربایش داریم اگه فکر کنیم ما حتما ۲ نوع بار داریم. اسم یکیشون رو مثبت و دیگری رو منفی می زاریم. این نام گذاری رو فرائکلین انجام داد. جسم در حالت عادی خنثی است پس میتونیم قرارداد بگیریم که مجموع بارهای مثبت و منفی با هم برابر لذا جسم خنثی و بار صفر است.

پلاستیک در اثر مالش با پشم دارای بار منفی و میله ی شیشه در اثر مالش با پارچه ابریشمی دارای بار مثبت می شود.

تمرین (خرداد ماه ۹۴)

درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید.

الف) وقتی دو میله ی شیشه ای را با یک پارچه ی ابریشمی مالش می دهیم، دو میله همدیگر را جذب میکنند.

ب) میله ی شیشه ای و میله ی پلاستیکی را هردو با پارچه ی ابریشمی مالش می دهیم. دو میله هم دیگر را جذب می کنند.

**حل:** در مورد الف هر دو میله چون همجنس هستند دارای بار مثبت می شوند لذا دفع میکنند. در مورد ب میله ی شیشه ای بار مثبت و پلاستیکی بار منفی پیدا میکند. لذا همدیگر را جذب می کنند.  
نوع باری که شیئی بر اسر مالش پیدا می کند به جنس ماده وابسته است که باید حفظ باشید.

**تمرین (قلمچی)**

مطابق شکل داده شده، در داخل یک پوسته ی کروی فلزی خنثی، گلوله ی رسانای باردار  $q$  توسط نخ عایقی از سقف کره آویزان شده است. اگر گلوله را به کره تماس دهیم، بار الکتریکی گلوله و پوسته ی کروی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



(۲)  $-q$  و  $+2q$

(۱) صفر و  $+q$

(۴)  $+q$  و صفر

(۳)  $+\frac{q}{۲}$  و  $+\frac{q}{۲}$

**حل:**

وقتی که جسمی باردار میشود، بار فقط در سطح خارجی جسم توضیح می شود. وقتی گلوله به کره تماس داده می شود مانند جسم رسانای واحدی در می آیند که گلوله خنثی شده و بار صفر پیدا میکند و پوسته ی کره دارای بار مثبت می شود.

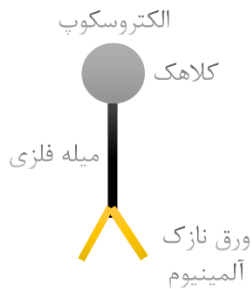
**تمرین** (امتحان نوبت اول، آموزش و پرورش کرمانشاه)

اگر به کلاهک الکتروسکپی که دارای بار مثبت است، یک میله ی فلزی با بار منفی نزدیک کنیم و در همان نزدیکی ثابت نگه داریم، زاویه ی انحراف ورقه های الکتروسکپ چگونه است؟ توضیح دهید.

**حل:** سوال جالبی است. اولاً میزان بار موجود در میله و الکتروسکب بسیار تاثیر بر آزمایش ما دارد. اگر اندازه ی بار میله کمتر از الکتروسکپ باشد، بارهای ناهمنام کره و میله همدیگر را جذب می کنند و باعث می شود که ورقه ی الکتروسکپ زاویه ی انحراف آنها کاهش پیدا کند. اما اگر بار میله بیشتر از بار الکتروسکب باشد، بار مثبت زیادی به کلاهک منتقل می شود و در نتیجه بار منفی زیادی به ورقه ها الکتروسکپ رانش می شود لذا با نزدیک کردن میله به کلاهک ابتدا ورق های الکتروسکب بسته و سپس به تدریج باز می شود. *توی سال های قبل با الکتروسکپ آشنا شده اید. آکه یارتون رفته الکتروسکپ وسیله ای هستش که با اون مقدار و نوع بار الکتریکی ساکن یک جسم رو به*

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

صورت کیفی همیشه اندازه گرفت. به کلاهک داره و تیغه ها در پایین که آله بار در جسم مویبدر باشه باعث تکون فردن و انصراف ورق ها میشه. احتمال طرح تست از الکتروسکپ وجود داره لذا متما تست های زیاری از این بهت مل کنید



سافتار کلی الکتروسکپ به شکل زیر می باشه: برای تشفیص باردار بودن یک

جسم از الکتروسکپ بدون بار و برای تشفیص نوع بار جسم، از الکتروسکپ با بار

مشفص استفاره می شود.

چرا ساختار یک جسم در حالت عادی خنثی است در حالی که ما میگوییم تمام اجسام دارای بار الکتریکی هستند؟

اینو باید در ساختار اتمی اجسام جست و جو کرد. همان طور که در شیمی خوانده اید پروتون دارای بار مثبت و الکترون دارای بار منفی است. پس چون تمام جسم ها دارای الکترون و پروتون هستند دارای بار هستند. اما در یک جسم معمولی، معمولا مجموع بارهای مثبت و منفی الکترون و پروتون با هم برابر است لذا مجموع این بارها صفر می شود و جسم خنثی می باشد.

پس اگر جسمی بار مثبت یا منفی پیدا میکند در حقیقت با از دست دادن الکترون دارای بار مثبت و با گرفتن الکترون دارای بار منفی می شود.

در حالت عادی برای ایجاد بار الکتریکی در یک جسم سه روش وجود دارد:

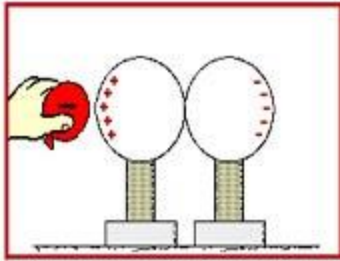
۱- تماس      ۲- مالش      ۳- القای بار

تماس و مالشی که معلومه چه جوریه. ایجاد بار الکتریکی در اجسام توسط یک میله ی باردار بدون تماس با آن را القای بار الکتریکی می گویند.

### تمرین

دو کره ی فلزی بدون بار داریم. با استفاده از روش القا آزمایشی طراحی کنید که این دو کره باردار شوند.

**حل:** برای روش القا نیاز به یک میله ی باردار داریم. مثلاً یک میله ی باردار با بار مثبت را مطابق شکل زیر نزدیک به یکی از کره ها میکنیم. هر دو کره باید در تماس با یکدیگر باشند. وقتی میله خیلی نزدیک شود کره ی نزدیک به میله بار منفی را جذب میکند و بار مثبت به دلیل هم نام بودن با بار میله به دورترین نقطه (کره ی دوم) رانش میشود. حال بدون آن که میله را تکان دهیم، آرام کره ها را از هم دور میکنیم. لذا یکی از آنها بار مثبت و دیگری بار منفی می شود. این کار با القای میله انجام می شود.



یکای بار الکتریکی کولن (C) است. کولن یکای بزرگیست بنابراین از ضرائب میکرو و نانو و کمتر برای بیان بار الکتریکی معمولی استفاده می شود.

به صورت قراردادی کمترین بار الکتریکی جهان مربوط به ذرات بنیادی الکترون و پروتن است که مقدار آن برابر  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  کولن می باشد.

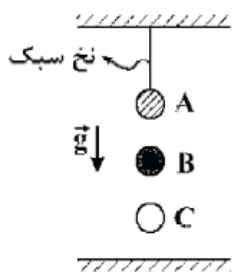
جابه جایی پروتون ها در یک جسم کار آسانی نیست لذا میتوان نتیجه گرفت تغییرات بار در حالت معمولی وابسته به تغییرات تعداد الکترون ها در یک جسم است. حال اگر جسمی به تعداد  $n$  الکترون از دست بدهد مقدار بار الکتریکی آن برابر است با :

$$q = \pm ne$$

اصل پایداری بار الکتریکی: یک بار الکتریکی خالص هرگز تولید یا نابود نمی شود بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل میشود لذا جمع جبری بارهای یک جسم ایزوله (منزوی) همواره ثابت است.

مواد بر اساس ساختاری که دارن قدرت الکترون گیری و الکترون دهی متفاوتی دارند. تعدادی از این مواد در جدول سری الکتریسیته ی مالشی داده شده است. از بالا به پایین این جدول میزان الکترون گیری مواد افزایش می یابد.

تمرین (قلمچی)



در شکل زیر سه گوی فلزی باردار A، B و C در راستای قائم و در حال تعادل قرار دارند. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد نوع بار الکتریکی این سه گوی الزاماً صحیح است؟

- (۱) بار گوی‌های B و C همنام هستند.
- (۲) بار گوی‌های A و C ناهمنام هستند.
- (۳) بار گوی‌های A و B ناهمنام هستند.
- (۴) بار گوی‌های B و C ناهمنام هستند.

حل:

جدول ۱- سری الکتریسته

مالشی (تریبو الکتریک)<sup>۱</sup>

انتهای مثبت سری

موی انسان

شیشه

نایلون

پشم

موی گربه

سُرب

ابریشم

آلومینیم

پوست انسان

کاغذ

چوب

پارچه کتان

کهریا

برنج، نقره

پلاستیک، پلی اتیلن

لاستیک

تفلون

انتهای منفی سری

گوی C در حال تعادل قرار دارد. بنابراین حداقل یک نیرو باید به سمت بالا به گوی C وارد شود. یعنی حداقل بار یکی از دو گوی A و B باید با بار گوی C ناهمنام باشد. اگر فرض کنیم بار هر دو گوی A و B همنام و با بار گوی C ناهمنام باشد در این صورت دو نیروی الکتریکی وارد بر گوی B از طرف دو گوی A و C به سمت پایین خواهد بود و لذا بر ایند نیروهای وارد بر گوی B به سمت پایین خواهد بود و گوی B ناپایدار خواهد شد. بنابراین بار گوی‌های A و B نمی‌توانند همنام باشند.

تمرین (آزمون گاج)

جسم A و C توسط جسم B جذب می‌شوند. ولی جسم B توسط جسم D دفع

می‌شود. با اطمینان میتوان گفت:

الف) جسم A و C همنام هستند (ب) جسم B خنثی است

ج) بار جسم‌های B و D همنام و جسم‌ها A و C میتوانند همنام یا خنثی باشند.

د) بار جسم B با بار A و C ناهمنام و با D همنام است.

حل: جسم B نمی‌تواند خنثی باشد و باید همنام با D باشد تا بتواند آن را دفع کند. بار A و C

را نمی توان به قاطعیت بیان کرد. زیرا ممکن است خنثی بوده یا با بار جسم B ناهمنام باشد.

**تمرین** (مدرسه ی شهید کاظمی کرمان نوبت اول)

عدد اتمی پولونیوم ۸۴ می باشد. مجموع بار الکتریکی الکترون های هسته ی آن چقدر است؟

**حل:** با توجه به فرمول داریم:  $q = -ne = ۸۴ \times ۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۱.۳۴۴ \times ۱۰^{-۱۷}$

**قانون کولن:** بزرگی نیروی بین دو بار نقطه ای ، به طور مستقیم به مقدار بار دو نقطه و مجذور عکس فاصله ی آنها وابسته است. به عبارتی دیگه دو بار نقطه در خط واصل بین دو نقطه بر هم نیرو وارد می کنند که برای بارهای هم نام نیروی دافعه و نا همنام جاذبه وارد میشود.خب اگه عین این تعریف رو فرمول کنیم داریم:

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

در این فرمول  $q_1$  و  $q_2$  مقدار بار دو بار نقطه ای ،  $r$  فاصله ی مستقیم بین دو بار نقطه ای و  $K$  ثابت

الکترواستاتیکی یا ثابت کولن است که مقدار آن ثابت است.  $k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N.m^2}{C^2}$

ثابت  $K$  از فرمول زیر محاسبه شده است.  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$  که در آن  $\epsilon$  مقدار آن ثابت و به آن ثابت

گذردهی الکتریکی خلا گفته می شود.  $\epsilon = ۸.۸۵ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{C^2}{nm^2}$

فیلی ها مثل موش و کربه دنبال انواع کتاب های آموزشی میرن!!! به ممض این که یه کتاب جدید وارد بازار



میشه این جماعت این پول های بی زبون رو توی این گروهی عیف و میل این کتاب ها میکنن!!!

اینها نمیدونن که اسپر بازی مافیای کنکور شدن. همون تست لنگوره فقط رنگ و کتابش تغییر کرده. در

اصل این جماعت آرم های ساره ای هستن که اغلب چیزهایی که میفرن هم در نهایت خوانده

نمیشن. شما قبل از این که بسمه الله رو برای شروع کنکور بگین ، پیش یک مشاور و کسی که رتبه ی خوبی توی کنکور آورده و البته

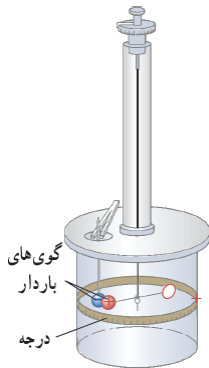
دیرانی که سال های ساله توی این زمینه کار میکنن استعلام کتاب مناسب رو بگیرین. بعد از خرید کتاب حتی دوستانون خود دفتربه ی

کنکوری که قراره بدین رو بفرن شما عین فیالتون نباشه. در حقیقت این کتاب های رنگارنگ جز گردش مالی میلیاردی و سودهای کلان

برای موسسه های بانی آن، چیزی جز انرکی نصیب خریدار آنها نمیشود!!!



تمرین (تالیفی)



چه تعداد از موارد زیر در مورد شکل روبه رو صحیح است؟

(الف) برای تعیین نیروی بین دو بار از آن استفاده می شود.

(ب) این وسیله ترازوی پیچشی کولن است

(ج) گوی باردار دارای بار منفی است

(د) نیروی موثر بین این بارها از اندازه گیری زاویه ی چرخش تا رسیدن

به حالت تعادل به دست می آید.

۴(۴)

۳(۳)

۲(۲)

۱(۱)

**حل:** دیکه زشته اینو توضیح برم. همه ی موارد صمیمه. برین توی کتاب زیر این شکل رو مطالعه کنید.

فرمول کولن انواعی (از تست ها و روش های تستی و امتحانی داره. طبق سنت جزوه ما همه ی نکات رو در قالب تمرین برای شما توضیح میدیم. اعتقادی به درس نامه ندارم و حتما باید دانش آموز نکات رو در قالب تست یاد بگیره.

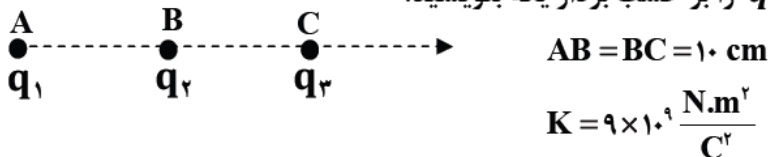
تمرین

سوالات امتحان نهایی درس : فیزیک ۳ و آزمایشگاه	رشته : علوم تجربی	ساعت شروع : ۸ صبح	تعداد صفحه: ۴
سال سوم آموزش متوسطه	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : ۹۸/۳/۲۵	مدت امتحان: ۱۱۰ دقیقه
دانش آموزان بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت خرداد ماه سال ۱۳۹۸		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی <a href="http://aee.medu.ir">http://aee.medu.ir</a>	

حل:سوالات

مطابق شکل، سه ذره باردار  $q_1 = -4\mu\text{C}$  ،  $q_2 = 2\mu\text{C}$  و  $q_3 = 3\mu\text{C}$  در نقطه های A ، B ، C ثابت شده اند.

بردار برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_3$  را بر حسب بردار یگه بنویسید.



امتحان نهایی منابعی با کیفیت برای تقویت سطح پاسخ دهی شما بر آزمون های تشریحی است. خب وقتی چند بار نقطه ای در یک صفحه موجود باشند تمامی آنها بر همدیگر نیرو وارد میکنند. حال در سوال ها معمولا برابند نیروهای وارد بر یک بار را از ما طلب می کنند. برای حل آن باید نیروی وارد بر تک تک بارها را بر بار مورد نظر سوال پیدا کنیم و برابند نیروهای حاصل را به دست آوریم. در این مثال دو نیرو از طرف بارهای ۱ و ۳ بر بار ۲ وارد میشود. که نوع نیروی وارده از طرف ۱ رابیشی (چون منفیه) و نیروی وارده از طرف ۳ رانشی است.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} \quad (0/25) \Rightarrow F_{12} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-2}} = 2/7 \text{ N} \quad (0/5)$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 5/4 \text{ N} \quad (0/5) \Rightarrow \vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{23} = -2/7 \vec{i} + 5/4 \vec{i} = 2/7 \vec{i} \quad (0/5)$$



شماره داوطلبی:

نام خانوادگی:

نام:

صبح جمعه  
۱۳۹۸/۵/۱۸آزمون آزمایشی سنجش پیش  
تابستانه دومشرکت تعاونی خدمات آموزشی کاکن  
مندان پژوهش آموزش کشورهر دستگاه اصلاح شود، سلامت اصلاح می‌شود.  
مدیر علمی: آریا

تمرین

دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $q_1 = q$  و  $q_2 = -q$  در فاصله  $r$  از یکدیگر قرار دارند و به یکدیگر نیروی الکتریکی وارد می‌کنند. اگر از بار  $q_1$ ، ۲۰ درصد بکاهیم و به بار  $q_2$  اضافه کنیم و فاصله دو بار را به  $r\sqrt{2}$  برسانیم، بزرگی نیروی الکتریکی میان دو بار چند درصد تغییر می‌کند؟

۶۸ (۴)

۴۸ (۳)

۵۲ (۲)

۴۰ (۱)

**حل:** در این تیپ سوال ها معمولا مقایسه ی فرمول کولن در حالت اولیه و ثانویه ی سوال است.

با توجه به ناهمنام بودن دو بار  $q_1$  و  $q_2$ ، با انتقال بار از  $q_1$  به  $q_2$  از اندازه هر دو بار کاسته می‌شود:

$$\frac{F'}{F} = \left| \frac{q_1'}{q_1} \right| \times \left| \frac{q_2'}{q_2} \right| \times \left( \frac{r}{r'} \right)^2 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{80}{100} \times \frac{80}{100} \times \left( \frac{r}{r\sqrt{2}} \right)^2 \rightarrow F' = 32$$

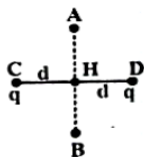
$$\rightarrow F' - F = 32 - 100 = -68\%$$



تمرین

مطابق شکل زیر، هرگاه بار الکتریکی  $q$  روی عمود منصف خط  $CD$  از نقطه  $A$  به طرف نقطه  $B$  حرکت داده شود، برابند نیروهای الکتریکی وارد بر آن از طرف بارهای هم نام

مستقر در  $C$  و  $D$  .....  $(BH < \frac{\sqrt{2}}{2}d, AH < \frac{\sqrt{2}}{2}d)$



(۱) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

(۲) پیوسته کاهش می‌یابد.

(۳) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

(۴) پیوسته افزایش می‌یابد.

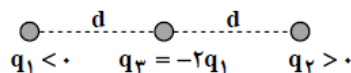
هنگامی که بار  $q_1$  در نقطه  $H$  قرار می‌گیرد، برآیند نیروهایی که از طرف دو بار الکتریکی بر آن وارد می‌شود، برابر صفر است. بنابراین با حرکت بار الکتریکی از نقطه  $A$  تا نقطه  $H$  برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن کاهش می‌یابد و هنگامی که بار از نقطه  $H$  تا نقطه  $B$  حرکت می‌کند، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن افزایش می‌یابد.



تمرین

۲۲۰- در شکل روبه‌رو، اگر اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_2$ ، نصف اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_3$  باشد، نسبت  $\frac{q_1}{q_2}$

کدام است؟



$$\frac{2}{3} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{4}{5} \quad (4)$$

$$\frac{3}{4} \quad (3)$$

حل:

$$\left. \begin{aligned} F_{T2} &= F_{32} - F_{12} \\ F_{T2} &= F_{13} + F_{23} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_{32} - F_{12} = \frac{1}{2}(F_{13} + F_{23}) \Rightarrow \frac{1}{2}F_{32} = \frac{1}{2}F_{13} + F_{12}$$

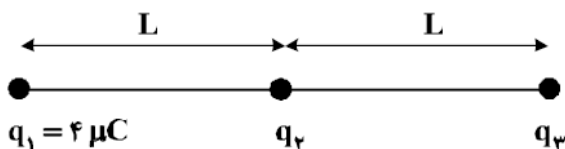
$$\Rightarrow \frac{1}{2} \frac{k|q_2 q_3|}{d^2} = \frac{1}{2} \frac{k|q_1 q_3|}{d^2} + \frac{k|q_1 q_2|}{4d^2} \Rightarrow |q_1 q_2| = q_1^2 + \frac{|q_1 q_2|}{4} \Rightarrow \frac{3}{4}|q_2| = |q_1| \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{3}{4}$$

$$|q_3| = 2|q_1|$$



تمرین

در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_3$  هم اندازه نیروی الکتریکی است که بار  $q_1$  بر  $q_3$  وارد می‌کند.  $q_2$  چند میکروکولن است؟



$$8 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$-2 \quad (3)$$

$$-8 \quad (4)$$

حل: تست‌های آزمون سراسری سنوات قبل مهم‌ترین منبع شما برای آمادگی در کنکور است. پر شما و آنچه که سوالات کنکور رو با حساسیت زیادی تحلیل کنید. این سوال یک سوال پارامتری است. سعی کنید قبل از حل سوالات پارامتری با مفهوم ساده کردن فرمول آشنا بشوین. وقتی پای پارامتر اومد وسط یعنی در حالت دوم نسبت به حالت اول پارامتری تغییر کرده و شما فقط دنبال نسبت اون تغییرات باشید.

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

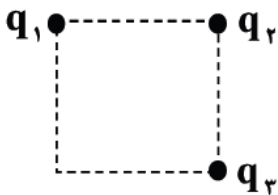
اگر به شکل دقت کنیم اگر برآیند دو نیرو برابر نیروی اول باشد، باید اندازه ی نیروی بار دوم، دو برابر اندازه ی نیروی بار اول و در خلاف جهت آن باشد، لذا علامت بار اول و دوم مخالف هم (قرینه) می باشد:

$$|2F_1| = |F_2| \rightarrow 2 \times \frac{4}{(2L)^2} = \frac{q_2}{L^2} \rightarrow q_2 = -2$$

تمرین

سؤالات امتحان نهایی درس: فیزیک ۳ و آزمایشگاه	رشته: علوم تجربی	نام و نام خانوادگی:	مدت امتحان: ۱۱۰ دقیقه
سال سوم آموزش متوسطه	ساعت شروع: ۱۰ صبح	تاریخ امتحان: ۹۸/۱۰/۱۶	تعداد صفحه: ۴
دانش آموزان بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت دی ماه سال ۱۳۹۸		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir	

مطابق شکل، سه ذره باردار  $q_1 = q_2 = q_3 = 2 \mu\text{C}$  در سه رأس مربعی به ضلع  $m \cdot 0.3$  ثابت شده اند. بردار برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_3$  را بر حسب بردارهای یکه  $\vec{i}$  و  $\vec{j}$  بنویسید.



$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$

حل: اگر در برآیند بردارها مشکل دارین حتما فصول مربوط به نهم و دهم رو مطالعه کنید. گاهی وقت ها بارها در راس شکل هایی مانند مربع و مستطیل و لوزی و مثلث و دایره و ... هستند. در هر کدام از آنها نسبت به باری که برآیند بردار نیرو بر آن مورد سوال است ممکن است زوایای مختلفی وجود داشته باشد که بر شما لازم است مجموع و تفریق برآیند بردارها را بلد باشید.

$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} \quad (0/25) \Rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} = 40 \text{ N} \quad (0/5) \quad F_{23} = F_{13} = 40 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = 40 \vec{i} + 40 \vec{j} \quad (0/5)$$

حال اگر سوال بگه بزرگی این بردار برآیند رو بنویسید داریم:

$$\sqrt{R_1^2 + R_2^2} = \sqrt{40^2 + 40^2}$$

به هیچ نرسد هر که همش پست است

پر شکسته حس و خار آشیانه شود

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.



سازمان پژوهش‌های آموزشی

تمرین

دو کرهٔ رسانای کوچک مشابه دارای بارهای الکتریکی مثبت  $q_1$  و  $q_2$  هستند. اگر آن‌ها را به هم تماس داده و در فاصلهٔ  $30$  سانتی‌متری از هم قرار دهیم، نیروی الکتریکی  $3/6 \text{ N}$  به یکدیگر وارد می‌کنند.  $q_1$  و  $q_2$  برحسب میکروکولن مطابق کدام گزینهٔ زیر می‌تواند باشد؟

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2})$$

۲ و ۸ (۴)

۴ و ۶ (۳)

۱۰ و ۲ (۲)

۹ و ۴ (۱)

حل:

\*اگر دو کره ی فلزی با بارهای  $q_1$  و  $q_2$  در تماس با یکدیگر قرار بگیرند، بعد از تماس بار هر کدام از آنها برابر مقدار زیر می‌شود:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

بعد از تماس کره‌ها به یکدیگر، بار آن‌ها یکسان و برابر با میانگین آن‌ها

می‌شود.

$$F = k \frac{|q'_1| |q'_2|}{r^2} \Rightarrow 3/6 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q'_1| \times |q'_2|}{(0.3)^2} \Rightarrow |q'_1| \times |q'_2| = 36 \times 10^{-12}$$

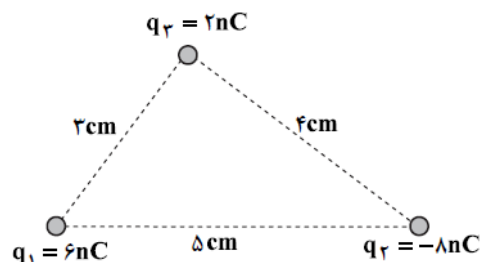
$$\xrightarrow{q'_1 = q'_2} |q'_1| = |q'_2| = 6 \mu\text{C} \quad \frac{q_1 + q_2}{2} = 6 \Rightarrow q_1 + q_2 = 12 \mu\text{C}$$



موسسه آموزشی فرهنگ

تمرین

در شکل روبه‌رو، با حذف بار  $q_2$  بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر بار  $q_3$  چند برابر می‌شود؟



۰/۸ (۱)

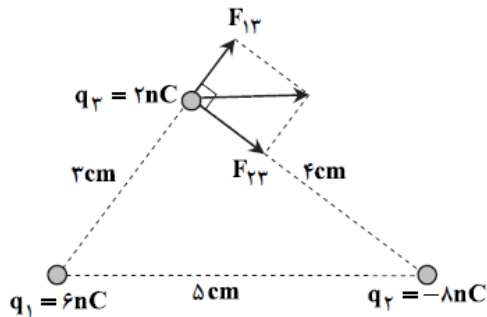
۰/۶ (۲)

 $\frac{3}{7}$  (۳) $\frac{4}{7}$  (۴)

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

حل:

با توجه به اندازه اضلاع مثلث و برقراری رابطه فیثاغورس، زاویه رأس  $q_3$  قائمه است و در نتیجه نیروهای  $\vec{F}_{13}$  و  $\vec{F}_{23}$  بر هم عمودند.



$$F_{13} = \frac{k|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = \frac{k \times 12 \times 10^{-18}}{9 \times 10^{-4}} = k \times \frac{4}{3} \times 10^{-14}$$

$$F_{23} = \frac{k|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = \frac{k \times 16 \times 10^{-18}}{16 \times 10^{-4}} = k \times 10^{-14}$$

$$F_T = k \times 10^{-14} \times \sqrt{1 + \left(\frac{4}{3}\right)^2} = k \times 10^{-14} \times \frac{5}{3}$$

با حذف  $q_3$  نیروی وارد بر  $q_3$  فقط نیروی  $\vec{F}_{13}$  است، بنابراین:

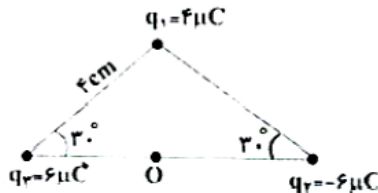
$$\frac{k \times \frac{4}{3} \times 10^{-14}}{k \times \frac{5}{3} \times 10^{-14}} = \frac{4}{5} = 0.8$$



تمرین

مطابق شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در سه رأس یک مثلث ثابت شده‌اند. نیروی وارد بر بار

$q_4 = 1 \mu C$  واقع در وسط خط واصل دو بار  $q_2$  و  $q_3$  (نقطه‌ی O) چند نیوتون



$$\text{است؟ } (k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$$

۴۵ (۱)

۹۰ (۲)

۹۰√۲ (۴)

۴۵√۳ (۳)

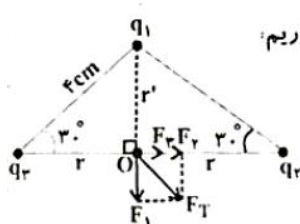
حل:

می‌دانیم در مثلث قائم‌الزاویه، ضلع روبه‌رو به زاویه‌ی  $30^\circ$  نصف وتر است، بنابراین با توجه به شکل مقابل داریم:

$$r' = \frac{r}{2} = 2cm$$

$$r'^2 + r'^2 = r^2 \Rightarrow 2r'^2 = r^2 \Rightarrow r = 2\sqrt{2}cm$$

و بنابر قضیه فیثاغورس می‌توان نوشت:



$$|\vec{F}_2| = |\vec{F}_3| = k \frac{q_2 q_4}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(2\sqrt{2})^2 \times 10^{-4}} = 45N \quad \text{و} \quad |\vec{F}_{14}| = |\vec{F}_2| + |\vec{F}_3| = 45 + 45 = 90N$$

$$|\vec{F}_1| = k \frac{q_1 q_4}{r'^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{2^2 \times 10^{-4}} = 90N$$

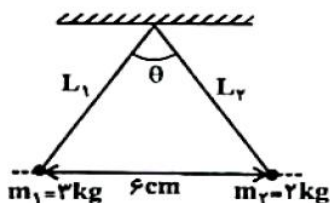
$$F_T = \sqrt{F_{14}^2 + F_1^2} = \sqrt{90^2 + 90^2} = 90\sqrt{2}N$$

بنابراین برای محاسبه‌ی بزرگی  $F_T$  داریم:

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

- مطابق شکل زیر، دو گلوله‌ی فلزی باردار با بارهای  $q_1 = 1\mu C$  و  $q_2 = 4\mu C$  از دو نخ عایق با طول‌های نابرابر به گونه‌ای آویخته شده‌اند، که در یک سطح افقی و در حال تعادل قرار دارند. اگر فاصله‌ی تعادلی دو گلوله از یک‌دیگر برابر ۶ سانتی‌متر باشد، زاویه‌ی دو نخ با یک‌دیگر ( $\theta$ ) چند درجه است؟ ( $\tan$  زاویه‌های  $30^\circ$ ،  $37^\circ$  و  $45^\circ$  به ترتیب برابر  $\frac{3}{4}$ ،  $\frac{\sqrt{3}}{3}$  و  $1$  می‌باشد و  $g = 10 \frac{N}{kg}$  و  $k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ )



۳۷ (۲)

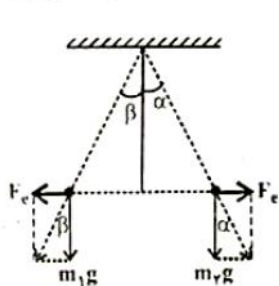
۶۰ (۴)

$$k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2} \text{ و } g = 10 \frac{N}{kg}$$

۳۰ (۱)

۴۵ (۳)

حل: مفهوم آونگ رو اگه یادتون نمیاد به فصل کار و انرژی دهم مراجعه کنید و توی جزوه ی دهم یا کتاب های کمک آموزشیتون فرمول های آونگ رو مرور کنید.



$$F_e = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} = 10 N$$

با توجه به قانون کولن می‌توان نوشت:

از طرف دیگر، با توجه به شکل مقابل می‌توان نوشت:

$$\tan \alpha = \frac{F_e}{m_2 g} = \frac{10}{2 \times 10} = \frac{1}{2}, \tan \beta = \frac{F_e}{m_1 g} = \frac{10}{3 \times 10} = \frac{1}{3}$$

$$\tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}$$

اکنون با توجه به این که  $\alpha + \beta = \theta$  است و استفاده از رابطه‌ی مثلثاتی

$$\tan \theta = \tan(\alpha + \beta) = \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{2} \times \frac{1}{3}} = \frac{\frac{5}{6}}{\frac{5}{6}} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ$$

می‌توان نوشت:

یکی از مشکلاتی که توی کتاب های کمک آموزشی وجود داره اینه که توی درس نامه سوالای فیلی آسون

به عنوان مثال حل میکنه ولی وقتی میری سر تست ها سرو ته میشی انقدر سقتن!!! اصول آموزشی

قدیم توی مردم کره جنوبی اینجوری بوده که سفت ترین تمرین های ورزشی رو دو ماه اول به مبارزاشون

نشن میدادن تا دوهزاریشون بیفته!!! بنابراین کسی اعتراض نکنه که فلان مثال فیلی سفته!!!

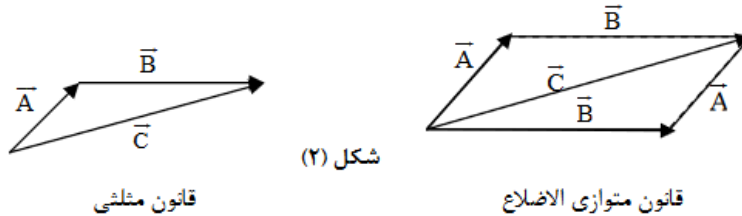


جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

یاد آوری فرمول های برداری:

جمع بردارها:

از دیدگاه هندسی دو بردار  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  را به دو روش مثلثی و متوازی الاضلاع می توان جمع زد:



شکل (۲)

قانون مثلثی

قانون متوازی الاضلاع

نکته: اندازه بردار حاصل از جابجایی دو بردار با توجه به جهت گیری های مختلف دو بردار نسبت به هم می تواند بین یک ماکزیمم و مینیمم تغییر کند:

$$|\vec{A}| - |\vec{B}| \leq |\vec{A} + \vec{B}| \leq |\vec{A}| + |\vec{B}|$$

نامساوی مثلثی:

نکته: در مورد بردارهای  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  می توان با داشتن بردارهای  $\vec{A} + \vec{B}$  و  $\vec{A} - \vec{B}$  بردارهای  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  را به طریق زیر محاسبه کرد:

$$\begin{cases} \vec{A} = \frac{1}{2}(\vec{A} + \vec{B}) + \frac{1}{2}(\vec{A} - \vec{B}) \\ \vec{B} = \frac{1}{2}(\vec{A} + \vec{B}) - \frac{1}{2}(\vec{A} - \vec{B}) \end{cases}$$

$$\vec{C}_1 = 9\hat{i} + 12\hat{j} \text{ و } \vec{C}_2 = 3\hat{i} + 4\hat{j}$$

مثال: بردارهای روبرو را در نظر بگیرید:

که جمع و اختلاف بردارهای  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  هستند.  $\vec{A}$  و  $\vec{B}$  کدام اند؟

$$\begin{aligned} \vec{A} &= 6\hat{i} + 8\hat{j} \\ \vec{B} &= 3\hat{i} + 4\hat{j} \end{aligned} \quad (۴)$$

$$\begin{aligned} \vec{A} &= 3\hat{i} + 4\hat{j} \\ \vec{B} &= 6\hat{i} + 8\hat{j} \end{aligned} \quad (۳)$$

$$\begin{aligned} \vec{A} &= 3\hat{i} + 8\hat{j} \\ \vec{B} &= 6\hat{i} + 4\hat{j} \end{aligned} \quad (۲)$$

$$\begin{aligned} \vec{A} &= 6\hat{i} + 4\hat{j} \\ \vec{B} &= 3\hat{i} + 8\hat{j} \end{aligned} \quad (۱)$$

پاسخ: روش اول:

گزینه ۴ صحیح است.

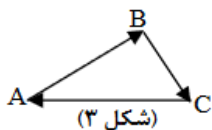
$$\vec{A} = \frac{1}{2}\vec{C}_1 + \frac{1}{2}\vec{C}_2 = \frac{1}{2}(9\hat{i} + 12\hat{j}) + \frac{1}{2}(3\hat{i} + 4\hat{j})$$

$$\vec{A} = \frac{9}{2}\hat{i} + \frac{3}{2}\hat{i} + 6\hat{j} + 2\hat{j} = 6\hat{i} + 8\hat{j}$$

$$\vec{B} = \frac{1}{2}\vec{C}_1 - \frac{1}{2}\vec{C}_2 = \frac{1}{2}(9\hat{i} + 12\hat{j}) - \frac{1}{2}(3\hat{i} + 4\hat{j}) = \frac{9}{2}\hat{i} + 6\hat{j} - \frac{3}{2}\hat{i} - 2\hat{j} = 3\hat{i} + 4\hat{j}$$

نکته: در هر مثلث که به وسیله سه بردار زیر ساخته می شود داریم:

$$\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} = \vec{0}$$



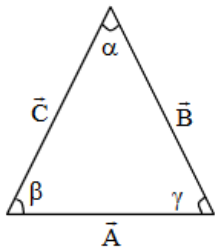
شکل (۳)

هر که عیب دیگران پیش تو آورد و شمرد بی کمان عیب تو پیش دیگران فواید برد



## قانون سینوسها:

در هر مثلث ساخته شده با بردارهای  $\vec{C}, \vec{B}, \vec{A}$  در شکل (۴) زیر رابطه زیر برقرار است:



$$\frac{\sin \alpha}{|\vec{A}|} = \frac{\sin \beta}{|\vec{B}|} = \frac{\sin \gamma}{|\vec{C}|}$$

شکل (۴)

مولفه‌های برداری مانند  $\vec{A}$  را روی محورهای دکارتی سه بعدی اینگونه نمایش می‌دهیم:

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$$

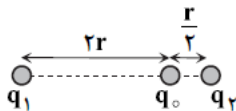
برای بردارهای مانند  $\vec{C}$  که مجموع دو بردار  $\vec{B}, \vec{A}$  با زاویه  $\theta$  است می‌توان نشان داد  $\alpha$  که:

$$|\vec{C}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

## تمرین (آزمون گزینه ی دو)

سه ذره باردار مطابق شکل در کنار هم قرار دارند و نیروی وارد بر بار  $q_0$  برابر  $\vec{F}$  است. اگر بار  $q_0$  را به اندازه  $r$  به سمت بار  $q_1$  نزدیک

کنیم، نیروی وارد بر آن برابر  $-\frac{3}{8}\vec{F}$  می‌شود.  $\left| \frac{q_1}{q_2} \right|$  برابر کدام گزینه است؟

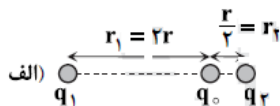


- (۱)  $\frac{9}{16}$   
 (۲)  $\frac{9}{2}$   
 (۳)  $\frac{16}{9}$   
 (۴)  $\frac{2}{9}$

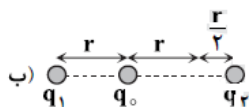
حل:

▲ مشخصات سؤال: \* دشوار \* صفحه‌های ۸ و ۹ فیزیک ۲

۱۲۹- پاسخ: گزینه ۳



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}$$



$$\vec{F}'_1 + \vec{F}'_2 = \vec{F}'$$

با حرکت بار  $q_0$  به سمت بار  $q_1$ ، فاصله آن تا بار  $q_1$  نصف حالت اول و فاصله آن تا بار  $q_2$ ، سه برابر حالت اول می‌شود. با توجه به اینکه نیروی الکتریکی با عکس مجذور فاصله متناسب است، نیروی بین  $q_1$  و  $q_0$  ۴ برابر و نیروی بین  $q_0$  و  $q_2$   $\frac{1}{9}$  برابر می‌شود.

$$\vec{F}'_1 = 4\vec{F}_1 \text{ و } \vec{F}'_2 = \frac{1}{9}\vec{F}_2$$

$$\vec{F}' = -\frac{3}{8}\vec{F} = 4\vec{F}_1 + \frac{1}{9}\vec{F}_2$$

$$\begin{cases} \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F} \\ 4\vec{F}_1 + \frac{1}{9}\vec{F}_2 = -\frac{3}{8}\vec{F} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \vec{F}_1 = -\frac{1}{8}\vec{F} \\ \vec{F}_2 = \frac{9}{8}\vec{F} \end{cases} \Rightarrow \left| \frac{F_1}{F_2} \right| = \left| \frac{q_1 q_0}{q_2 q_0} \right| \times \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{1}{9} = \left| \frac{q_1}{q_2} \right| \times \left( \frac{r}{2r} \right)^2 \Rightarrow \left| \frac{q_1}{q_2} \right| = \frac{16}{9}$$

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

کنکور و شبکه های اجتماعی!!! متأسفانه زمانی که کوشی دست ماها دارن هیچ وقت بهمون یار

ندارن که چه پوری درست ازش استفاده کنیم. وقتی دایرکت و تلگرام و واتس آپ پر از هیجان ها و پت های بی مورد است قطعاً درس فوندرن توی این فضا برای نوبوانی که هیجانی بسیار زیاد به ورزش و تفریح و جنس مخالف داره بسیار مشکله. سعی کنید وقتتون رو مدیریت کنید و در این شبکه ها ساعت ها وقتتون رو هدر نرین!!! هیچ کس با کامنت و لایک و پست دکنر و مهندس و آدم موفق نمیشه !!!

اگر در یک محیط، بیش از دو بار نقطه ای داشته باشیم، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره، برایند نیروهایی است که هر یک از ذره های دیگر در غیاب بقیه ی ذره ها بر آن ذره وارد می کند. این موضوع را اصل برهم نهی نیروهای الکترواستاتیکی می گویند.

**میدان الکتریکی:** یک بار الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف خود خاصیتی را به وجود می آورد که میتواند بر هر ذره ی باردار دیگر تاثیر بگذارد و نیرو وارد کند. که به آن میدان الکتریکی گفته می شود.

میدان را با  $E$  نشان می دهند، میدان یک کمیت برداری است.

بار آزمون: بار الکتریکی کوچکی است با اندازه ی بسیار کوچک و به صورت قراردادی برای سنجش پارامترهایی مانند میدان الکتریکی و مغناطیسی و... به کار می رود. بار آزمون مثبت است و با  $q$  نشان می دهند.

تعریف کمی میدان الکتریکی: نیرویی که بر واحد بار آزمون وارد می شود میدان الکتریکی نام دارد.

$$E = \frac{F}{q}$$

واحد میدان الکتریکی، نیوتون بر کولن است.

جهت برداری میدان در جهت نیرویی است که اعمال می شود.

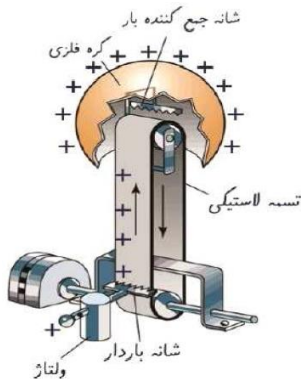
**میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه ای:** بار نقطه ای  $q$  در فاصله ی  $r$  از آن دارای میدان الکتریکی به اندازه ی  $E$  است. میدان الکتریکی هر بار با  $q$  را بطه ی مستقیم و با هکس مجوز فاصله از مسافت مورد نظر نسبت عکس دارد. لذا داریم:

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{K \frac{|q|q_0}{r^2}}{q_0} \Rightarrow E = K \frac{|q|}{r^2}$$

جهت میدان الکتریکی در هر نقطه هم جهت با نیرویی است که بر بار الکتریکی مثبت وارد می شود و در خلاف جهت نیرویی است که بر بار الکتریکی منفی وارد می شود.

برای بارهای مثبت جهت میدان در هر نقطه، همواره در جهت دور شدن از آنها ولی برای بارهای منفی همواره در جهت وارد شدن به آنهاست.

### تمرین



چه تعداد از موارد زیر در مورد شکل مقابل صحیح است؟

الف) وسیله ای برای انباشت بار الکتریکی است.

ب) نوع بار جمع شده در کلاهک به جنس و ترتیب غلتک ها بستگی دارد.

ج) اساس آن مالش میله ای از جنس پلی تن است.

۳(۴)

۲(۳)

۲(صفر)

۱(۱)

**حل:** این شکل مربوط به مولد واندوگراف است. همه ی موارد صحیح است این قسمت رو توی کتاب مطالعه کنید.

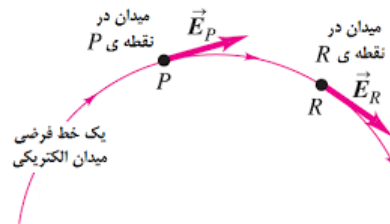
**اصل برهم نهی میدان الکتریکی:** میدان الکتریکی ناشی از چند بار الکتریکی در نقطه ای از فضا، برابر مجموع میدان های است که هر بار در نبود سایر بارها در آن نقطه از فضا ایجاد می کند. یعنی برای یافتن میدان الکتریکی خالص حاصل از چند بار در نقطه ای از فضا، باید نخست میدان الکتریکی ناشی از هر ذره را در آن نقطه به دست آورد و سپس این میدان ها را به صورت برداری با یکدیگر جمع کرد.

جهت میدان الکتریکی: هر بار نقطه ای در فضا میدان الکتریکی ایجاد می کند که این میدان دارای بزرگی و جهت می باشد. جهات میدان در بارهای مثبت به طرف خارج ذره و برای بارهای منفی به سمت داخل ذره است.

فیلی از این پیژهای که میفونید متعلق به فیزیک هالیده می باشد که اغلب بپه های مهندسی و بسیاری از سایر رشته ها دو ترم اول پاس میکنن. اینو کفتم که برین این کتابو بفرین!!! نه این کتاب های دانشگاهی هستن و اینو جهت اطلاع کفتم!!!

## ویژگی های خطوط میدان :

۱. در هر نقطه بردار میدان الکتریکی مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از آن نقطه و آن جهت است.



۲. میزان تراکم خطوط میدان نشان دهنده ی شدت میدان در آن نقطه است. هر چه خطوط متراکم تر میدان الکتریکی قوی تر است.

۳. خطوط میدان از بار الکتریکی مثبت خارج و به بار الکتریکی منفی دارد می شود.

۴. خطوط میدان در فضا هرگز همدیگر را قطع نمی کنند. لذا از هر نقطه از فضا تنها یک خط میدان عبور می کند.

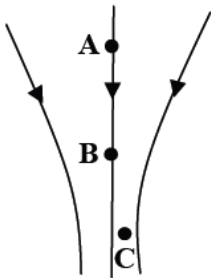
## تمرین

سؤالات امتحان نهایی درس : فیزیک ۳ و آزمایشگاه	رشته : علوم تجربی	ساعت شروع : ۸ صبح	مدت امتحان: ۱۱۰ دقیقه
سال سوم آموزش متوسطه	نام و نام خانوادگی :	تاریخ امتحان : ۹۸/۶/۱۶	تعداد صفحه: ۴
دانش آموزان بزرگسال و داوطلبان آزاد سراسر کشور در نوبت شهریور ماه سال ۱۳۹۸		مرکز سنجش و پایش کیفیت آموزشی http://aee.medu.ir	

شکل مقابل، خط های میدان الکتریکی را در ناحیه ای از فضا نشان می دهد.

الف) میدان الکتریکی را در نقطه های B و C با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) در کدام نقطه، نیرو الکتریکی بیش تر از سایر نقاط است ؟



**حل:** خب طبق چیزی که بالا گفتیم هر جا خطوط متراکم تر باشند میدان قوی تر می باشد. در نقطه C خطوط

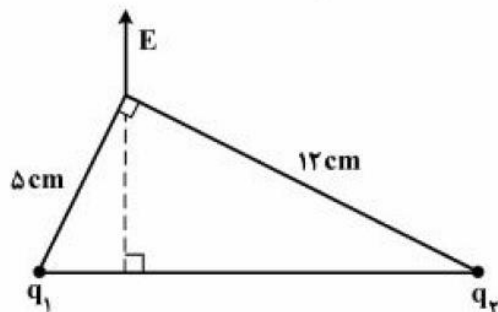
متراکم تر از b هستند لذا در C میدان بیشتر از b است. طبق فرمول  $E = \frac{F}{q}$  هر جا میدان بیشتر باشد ، نیرو

هم بیشتر است (فرض کنید هر سه بار یکسان هستند) پس در همان نقطه ی C هم میدان هم نیرو بیشتر است

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین (سراسری ریاضی)

دو ذره باردار مطابق شکل زیر، در دو رأس یک مثلث قرار دارند. میدان الکتریکی خالص این دو ذره در رأس دیگر



مطابق شکل است. کدام است  $\frac{q_1}{q_2}$ ؟

$$\frac{5}{12} \quad (2) \quad \frac{25}{144} \quad (1)$$

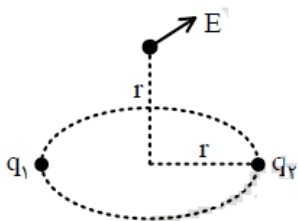
$$\frac{144}{25} \quad (4) \quad \frac{12}{5} \quad (3)$$

**حل:** به دست آوردن برآیند میدان و نیروهای الکتریکی اولاً مستلزم اینه که فرمول‌ها رو حفظ باشین. دوم این که روابط هندسی بردارها رو باید بلد باشین و سوم این که خیلی به مثبت و منفی دقت کنید.

سوال آسونیه. سراسری ریاضی ۹۶ .... برین خودتون حلش کنید آخر جزوه پاسخنامشو میزارم. بر خلاف سنت جزوه‌ها که نوشتن بعضی پاسخ نامه‌ها رو نمینویسم خودتون برین مطالعه کنید.

## تمرین (آزمون مدارس برتر)

در شکل روبه‌رو اگر میدان خالص در جهت نشان داده شده باشد، کدام گزینه در مورد بارهای الکتریکی درست است؟



$$|q_1| < |q_2| - q_2, q_1 > 0 \quad (1)$$

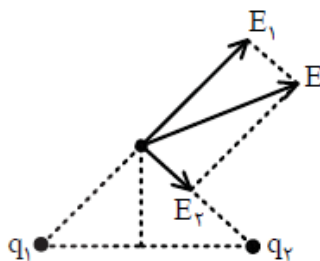
$$|q_1| > |q_2| - q_2, q_1 < 0 \quad (2)$$

$$|q_1| > |q_2| - q_2 < 0, q_1 > 0 \quad (3)$$

$$|q_1| < |q_2| - q_2 < 0, q_1 > 0 \quad (4)$$

**حل:**

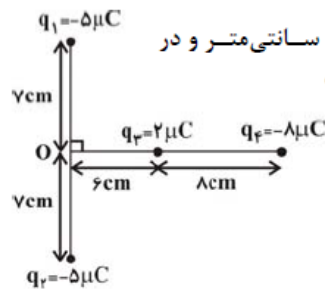
با توجه به جهت میدان حاصل از  $E_1$  و  $E_2$  باید بار  $q_1$  مثبت،  $q_2$  منفی باشد.



چون بردار برآیند میدان  $E$  متجانبیل به  $E_1$  است، بنابراین:  $|q_1| > |q_2|$

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین (قلمچی)



بارهای الکتریکی نقطه‌ای  $q_1, q_2, q_3, q_4$  مطابق شکل زیر، قرار گرفته‌اند. بار الکتریکی  $q_4$  را چند سانتی‌متر و در کدام جهت جابه‌جا کنیم تا برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارها در نقطه‌ی O برابر با صفر شود؟

(۱) ۲، به سمت راست

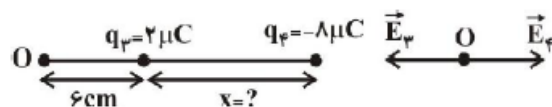
(۲) ۴، به سمت راست

(۳) ۲، به سمت چپ

(۴) ۴، به سمت چپ

حل:

میدان الکتریکی ناشی از بارهای  $q_1$  و  $q_4$  در نقطه‌ی O هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگر هستند. بنابراین میدان‌های الکتریکی ناشی از این دو بار یکدیگر را خنثی می‌کنند. برای آن‌که برآیند میدان‌های الکتریکی در نقطه‌ی O برابر صفر شود، باید برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای  $q_2$  و  $q_3$  در نقطه‌ی O برابر با صفر شود. دقت کنید بار  $q_3$  ثابت است و باید مکان فرضی بار  $q_4$  را به‌دست آوریم:



$$E_2 = E_3 \Rightarrow k \frac{q_2}{(6)^2} = k \frac{q_3}{(6+x)^2} \Rightarrow \frac{2}{6^2} = \frac{8}{(6+x)^2}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{6+x}{6}\right)^2 = \frac{8}{2} \Rightarrow \frac{6+x}{6} = 2 \Rightarrow 6+x = 12 \Rightarrow x = 6 \text{ cm}$$

بنابراین برای آن‌که برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار  $q_2$  و  $q_3$  در نقطه‌ی O صفر شود، باید فاصله‌ی بار  $q_4$  از بار  $q_3$  برابر با  $6 \text{ cm}$  باشد، یعنی باید  $8 - 6 = 2 \text{ cm}$  به سمت چپ جابه‌جا شود.

توی به دست آوردن سوال های نیرو ، نیروی الکتریکی، میدان الکتریکی ، میدان مغناطیسی و ... به نکاتی باید دقت کرد. اول این که مفهوم مفهوم اصلی این قضایا خیلی مهمه. این که میدان پیه و از کیا به کیا وارد میشه. دوم اغلب این سوالات همراه با مسائل مناسبات هندسیه . شما باید براینتر های شکل هایی مانند مربع ، لوزی ، مثلث ، دایره و مستطیل رو به خوبی تمرین کنید و یادگیرین.علاوه بر این فرمول های زاویه رو برای بردارهای زاویه دار توی بحث ریاضی که در طول جزوه گفتیم بلد باشین. روی فرمول کولن تسلط داشته باشین. برای شروع کار بعتره که از سوالات کتاب درسی و امتحانات نهایی و تشریحی شروع کنید تا توی تست های کنکور گیر مسائل جزئی نشین.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

تمرین (سراسری تجربی ۹۴)

دو بار نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2 = 4q_1$  در فاصله  $r$  از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله  $d_1$  از بار  $q_1$  برابر صفر است. اگر فاصله دو بار از هم  $2r$  برابر شود، میدان الکتریکی برآیند در فاصله  $d_2$  از بار  $q_2$  برابر صفر می‌شود.  $d_2$  چند برابر  $d_1$  است؟

- (۱)  $\frac{4}{3}$  (۲)  $\frac{3}{2}$  (۳) ۲ (۴) ۴

حل: اگر روی یک خط دو بار نقطه‌ای داشته باشیم (الف) اگر بارها هر دو مثبت باشند در نقطه‌ی بین فاصله‌ی دو بار برآیند میدان‌ها صفر است. (ب) اگر یکی مثبت و یکی منفی باشد در خارج از فاصله‌ی مستقیم بین دو بار برآیند میدان‌ها در نقطه‌ی صفر است.

$$\frac{q_1}{d_1^2} = \frac{q_2}{(r-d_1)^2} \Rightarrow \frac{d_1}{r-d_1} = \frac{1}{2}$$

$$2d_1 = r - d_1 \Rightarrow d_1 = \frac{r}{3}$$

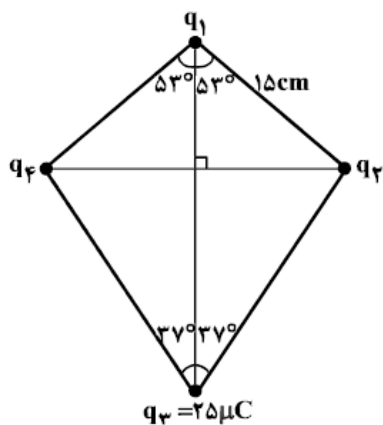
به تشابه داریم

$$d' = 2r \Rightarrow d_2 = d' - \frac{d'}{3} = \frac{2d'}{3} = \frac{4r}{3}$$

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{\frac{4r}{3}}{\frac{r}{3}} = 4$$

تمرین (سنجش)

چهار ذرهٔ باردار مطابق شکل قرار دارند، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_2$  برابر صفر است.  $|q_4|$  چند

میکروکولن است؟ ( $\sin 37^\circ = 0.6$ )

(۱)  $9\sqrt{2}$

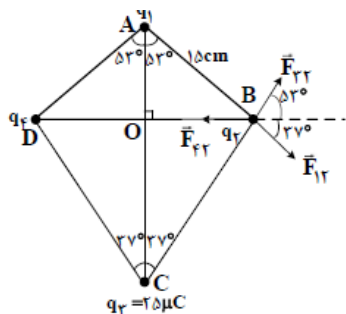
(۲)  $18/25$

(۳) ۲۶

(۴) ۶۰

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

حل:



چون برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار الکتریکی  $q_2$ ، صفر است و  $q_2 > 0$  می‌باشد، نتیجه می‌گیریم که  $q_1 > 0$  و  $q_1 < 0$  است، لذا با فرض اینکه  $q_2 > 0$  می‌باشد، نمایش نیروهای الکتریکی وارد بر آن، مطابق شکل روبه‌رو است.

$$OB = AB \sin 53^\circ = 15 \times 0.8 \text{ cm} = 12 \text{ cm} \Rightarrow DB = 2OB = 24 \text{ cm}$$

$$CB \sin 37^\circ = OB \Rightarrow CB \times 0.6 = 12 \Rightarrow CB = 20 \text{ cm}$$

چون برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_2$  صفر است، خواهیم داشت:

$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{22} + \vec{F}_{21} = 0 \Rightarrow \vec{F}_{12} + \vec{F}_{22} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow |\vec{F}_{12} + \vec{F}_{22}| = |\vec{F}_{21}|$$

چون برابند دو نیروی  $\vec{F}_{12}$  و  $\vec{F}_{22}$  باید هم اندازه با  $\vec{F}_{21}$  در خلاف جهت آن باشد، نتیجه می‌گیریم که:

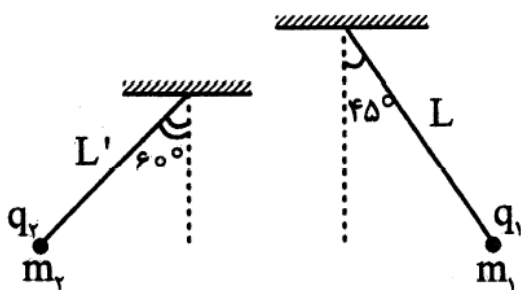
$$F_{12} \sin 37^\circ = F_{22} \sin 53^\circ \Rightarrow F_{12} \times 0.6 = F_{22} \times 0.8 \Rightarrow F_{12} = \frac{4}{3} F_{22}$$

$$F_{12} \cos 37^\circ + F_{22} \cos 53^\circ = F_{21} \Rightarrow 0.8 \times \frac{4}{3} F_{22} + 0.6 F_{22} = F_{22}$$

$$\Rightarrow F_{22} = \frac{5}{3} F_{21} \Rightarrow K \frac{|q_1| |q_2|}{r_{12}^2} = \frac{5}{3} \times K \frac{|q_1| |q_2|}{r_{21}^2} \Rightarrow |q_1| = \left( \frac{5 \times 25 \times 24 \times 24}{3 \times 20 \times 20} \right) \mu\text{C} = 60 \mu\text{C}$$

تمرین (سنجش)

مطابق شکل دو آونگ الکتریکی در امتداد یک خط افقی به حال تعادل قرار دارند. اگر  $m_1$  و  $m_2$  جرم آونگ‌ها و



$q_1$  و  $q_2$  بار آونگ‌ها باشد، نسبت  $\frac{m_2}{m_1}$  کدام است؟

$$\sqrt{\frac{3}{2}} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{2}{3}} \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} \quad (4)$$

$$\sqrt{3} \quad (3)$$

حل:

برای آونگ در حال تعادل  $\tan \theta = \frac{F}{W}$  است. با توجه به قانون سوم نیوتون نیروی کولنی میان بارها هم اندازه است:

$$\frac{\tan \theta_1}{\tan \theta_2} = \frac{m_2}{m_1} \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

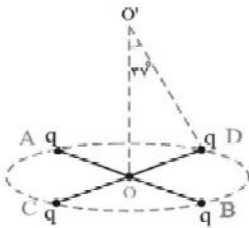
جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.



## تمرین (قلمچی)

دو قطر عمود بر هم AB و CD از یک دایره افقی را در نظر گرفته و چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه را در نقاط A، B، C و D قرار می‌دهیم. اگر میدان الکتریکی هر یک از بارها در نقطه O' (نشان داده شده در شکل) برابر  $\frac{5 \times 10^4}{C} \text{ N}$  باشد، برآیند

میدان‌های الکتریکی حاصل در نقطه O' چند نیوتون بر کولن است؟ (A /  $\cos 37^\circ = 0.8$ )



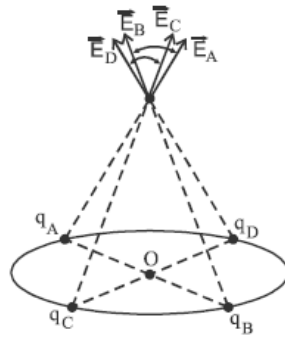
$$1) 8 \times 10^4$$

$$2) 6/4 \times 10^4$$

$$3) 2 \times 10^5$$

$$4) 1/6 \times 10^5$$

حل: سوال دشواری توی این موضوعه... با سوالاتی سفت، رفیق بشین تا سوالاتی ساده رو بتونید کنگ بزینر!!!



مطابق شکل، بردار میدان الکتریکی هر یک از بارها را در نقطه O' رسم می‌کنیم و سپس برآیند آن‌ها را به دست می‌آوریم. دقت کنید، بردار میدان الکتریکی هر بار الکتریکی با راستای قائم زاویه  $37^\circ$  می‌سازد.

مطابق شکل بردارهای  $\vec{E}_D$  و  $\vec{E}_C$  در یک صفحه واقع و با هم زاویه  $74^\circ$  می‌سازند و همچنین بردارهای  $\vec{E}_B$  و  $\vec{E}_A$  نیز در یک صفحه دیگر واقع و با هم زاویه  $74^\circ$  می‌سازند.

چون دو صفحه برهم عمودند، برآیند هر یک از دو بردار واقع در آن صفحه‌ها در راستای قائم رو به بالا می‌شود. بنابراین برآیند کل بردارهای میدان الکتریکی از جمع جبری این دو بردار به دست می‌آید.

$$E_A = E_B = E_C = E_D = 5 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

$$E_{CD} = 2E_C \cos \frac{\alpha}{2} \quad \alpha = 74^\circ, E_C = E_D = 5 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

$$E_{CD} = 2 \times 5 \times 10^4 \times \cos \frac{74^\circ}{2} \quad \cos 37^\circ = 0.8$$

$$E_{CD} = 10^5 \times 0.8 = 8 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

$$E_{CD} = E_{AB} = 8 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

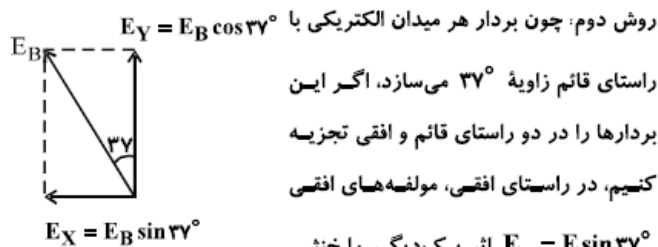
$$E_{CD} = 2 \times 5 \times 10^4 \times \cos \frac{37^\circ}{2} \frac{\cos 37^\circ = 0.8}{2}$$

$$E_{CD} = 10^5 \times 0.8 = 8 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

$$E_{CD} = E_{AB} = 8 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

$$E_T = E_{CD} + E_{AB} = 8 \times 10^4 + 8 \times 10^4 = 16 \times 10^4$$

$$\rightarrow E_T = 1/6 \times 10^5 \frac{N}{C}$$



روش دوم: چون بردار هر میدان الکتریکی با  $37^\circ$  می‌سازد، اگر این

بردارها را در دو راستای قائم و افقی تجزیه

کنیم، در راستای افقی، مولفه‌های افقی

$E_x = E \sin 37^\circ$  اثر یک‌دیگر را خنثی

می‌کنند و در راستای قائم چهار مولفه

$E_y = E \cos 37^\circ$  در یک جهت قرار می‌گیرند. بنابراین برآیند آن‌ها که

برابر برآیند کل میدان‌های الکتریکی است، برابر است با:

$$E_T = 4E \cos 37^\circ \xrightarrow{E = 5 \times 10^4 \frac{N}{C}} E_T = 4 \times 5 \times 10^4 \times 0.8$$

$$\rightarrow E_T = 1/6 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

تمرین (سنجش)

روی محور  $x$ ، بارهای الکتریکی  $q_1 = 2 \mu C$  و  $q_2 = -4 \mu C$  به ترتیب در مکان‌های  $x_1 = +3 \text{ cm}$  و

$x_2 = +6 \text{ cm}$  قرار دارند. بار الکتریکی چند میکروکولن را در مکان  $x = +9 \text{ cm}$  قرار دهیم تا میدان الکتریکی در

مبدأ محور  $x$  برابر صفر شود؟

۱) ۱۸

۲) ۶

۳) -۲۷

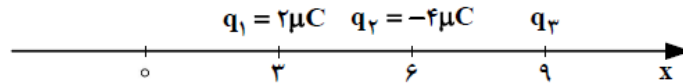
۴) -۹

**حل:** تپیره نشون داره سازمان سنجش هم از کلمه ی با ما هم به ؟ داره استفاره میکنه... فیلی وقت ها سوالای کنکور آزمایشی سنجش به صورت فیلی مشابه توی سال های بعد تکرار

میشن. البته اینو تلفظم که همه تون باز بگویند بشین و برین اونو شرکت کنین. برنامه ریزی و میزان عمق مفهوم سوالات ریکر موسسات به مراتب بالاتره. اما از نگاه کردن به سنجش غافل

نشین. سوالاشو دانلود کنین و هر از گاهی چیزی از تمرینات روزانتون قرار برین. اگر هم از اول اینو شرکت کردین همونو حل کنین.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.



اگر میدان الکتریکی حاصل از بارهای  $q_1$  و  $q_2$  را در مبداء به ترتیب  $E_1$  و  $E_2$  فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$|E_1| = \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{k \times 2 \times 10^{-6}}{(0.03)^2} = \frac{2}{9} k \times 10^{-2} \frac{N}{C}$$

$$|E_2| = \frac{k|q_2|}{r_2^2} = \frac{k \times 4 \times 10^{-6}}{(0.06)^2} = \frac{1}{9} k \times 10^{-2} \frac{N}{C}$$

$E_1$  و  $E_2$  در خلاف جهت هم هستند و  $E_1$  بزرگتر است پس:

$$E_{1,2} = |\vec{E}_1 - \vec{E}_2| = \frac{2}{9} k \times 10^{-2} - \frac{1}{9} k \times 10^{-2} = \frac{1}{9} k \times 10^{-2} \frac{N}{C}$$

بنابراین بار  $q_3$  باید منفی باشد و بزرگی میدانش در مبداء برابر  $E_{1,2}$  شود. پس:

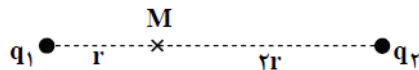
$$\frac{k|q_3|}{r_3^2} = E_{1,2} \Rightarrow \frac{k|q_3|}{(0.09)^2} = \frac{1}{9} k \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_3|}{81} \times 10^8 = \frac{1}{9} \times 10^{-2} \Rightarrow |q_3| = 9 \times 10^{-6} C = 9 \mu C \Rightarrow q_3 = -9 \mu C$$

### تمرین

دو بار نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  مطابق شکل در فاصله  $2r$  از هم قرار دارند و میدان الکتریکی در نقطه  $M$  برابر  $\vec{E}$  است. اگر جای دو بار را با

یکدیگر عوض کرده و مقدار آن‌ها را نیز نصف کنیم، میدان در نقطه  $M$ ،  $\frac{\vec{E}}{2}$  می‌شود. نسبت  $\frac{q_1}{q_2}$  کدام است؟



$$\begin{array}{l} \frac{1}{2} \quad (2) \\ -\frac{1}{2} \quad (1) \\ 1 \quad (4) \\ -1 \quad (3) \end{array}$$

### حل:

$$(*) \quad \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E}$$

اگر جای دو بار عوض شود، هم جهت میدان حاصل از هریک عوض می‌شود و هم فاصله  $q_1$  دو برابر و فاصله  $q_2$  نصف می‌شود و خود مقدار بارها نیز نصف می‌شود. پس میدان‌ها به صورت زیر تغییر می‌کنند:

$$\left. \begin{array}{l} \vec{E}'_1 = -\frac{1}{4} \vec{E}_1 \\ \vec{E}'_2 = -2 \vec{E}_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} -\frac{1}{4} \vec{E}_1 - 2 \vec{E}_2 = \vec{E} \\ 2 \times (*) \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{جمع}} \frac{15}{4} \vec{E}_1 = \frac{5}{2} \vec{E} \Rightarrow \vec{E}_1 = \frac{4}{3} \vec{E} \Rightarrow \vec{E}_2 = -\frac{1}{3} \vec{E}$$

چون  $E_1$  و  $E_2$  خلاف جهت هم هستند،  $q_1$  و  $q_2$  هم‌نامند. ( $\frac{q_1}{q_2} > 0$ )

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{4}{3} E}{-\frac{1}{3} E} = -4 \Rightarrow \frac{k \frac{|q_1|}{r^2}}{k \frac{|q_2|}{(2r)^2}} = -4 \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = -4 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = 4$$

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

### تمرین

در رئوس یک مکعب به طول ضلع  $a$  بارهای الکتریکی هم‌اندازه  $q$  قرار داده‌ایم. هرگاه تمام بارها مثبت و فقط یکی از بارها منفی باشد، بزرگی میدان الکتریکی در مرکز این مکعب کدام است؟

$$\frac{4kq}{a^2} \quad (۴) \qquad \frac{8kq}{3a^2} \quad (۳) \qquad \frac{2kq}{a^2} \quad (۲) \qquad \frac{4kq}{3a^2} \quad (۱)$$

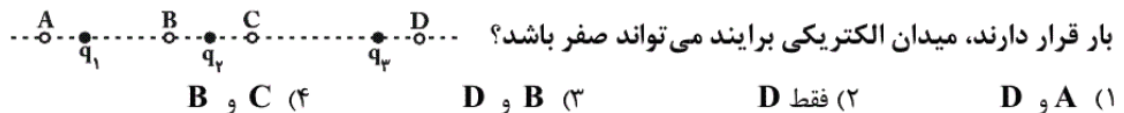
حل:

چون تمام بارها هم‌اندازه هستند، پس میدان تمام رئوس همدیگر را در مرکز مکعب خنثی می‌کنند به‌غیر از میدان دو رأسی که بارهای غیرهم‌نام دارند که چون میدان‌هایی هم‌اندازه و در یک جهت تولید می‌کنند، برآیند آن‌ها دو برابر یکی از میدان‌ها خواهد بود.

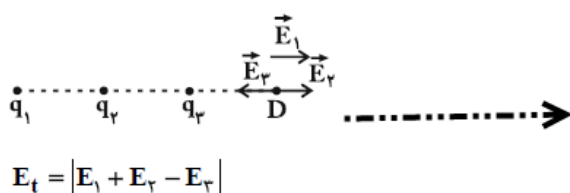
$$\left. \begin{aligned} E_T &= 2E \\ E &= k \frac{|q|}{r^2} \\ r &= \frac{\sqrt{3}}{2} a \quad (\text{قطر مکعب } \sqrt{3} \text{ برابر طول ضلع آن است}) \end{aligned} \right\} \Rightarrow E = \frac{4kq}{3a^2} \Rightarrow E_T = \frac{8kq}{3a^2}$$

### تمرین

دو بار نقطه‌ای و مثبت  $q_1$  و  $q_2$  و بار نقطه‌ای و منفی  $q_3$  مطابق شکل زیر، در سه نقطه ثابت شده‌اند. اگر اندازه‌ی سه بار، یکسان باشد، در این صورت در کدام یک از نقاط  $A$ ،  $B$ ،  $C$  و  $D$  که روی خط واصل سه بار قرار دارند، میدان الکتریکی برآیند می‌تواند صفر باشد؟



حل:



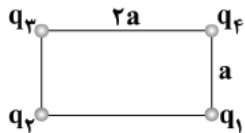
با توجه به نزدیک بودن نقطه‌ی  $D$  تا بار  $q_3$  نسبت به فاصله‌ی آن تا بارهای  $q_1$  و  $q_2$  میدان حاصل از بار  $q_3$  بزرگتر از میدان حاصل از بارهای  $q_1$  و  $q_2$  می‌باشد ( $E_3 > E_2 > E_1$ ) بنابراین بزرگی میدان الکتریکی برآیند در این نقطه می‌تواند برابر صفر شود.

تحلیل بقیه‌ی نقطه‌ها بر عهده‌ی خودتون... حتما تحلیل کنید که چرا بقیه‌ی نقطه‌ها صفر همیشه

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

در شکل مقابل برابند نیروهای وارد بر  $q_4$  صفر است.  $\frac{q_2}{q_1}$  کدام است؟



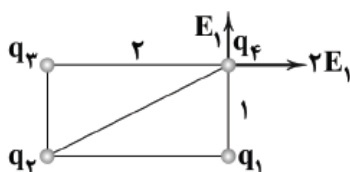
$$(1) -2\sqrt{2}$$

$$(2) -5\sqrt{5}$$

$$(3) 2\sqrt{2}$$

$$(4) 5\sqrt{5}$$

حل:

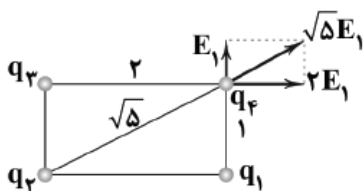


برای آنکه برابند نیروهای وارد بر  $q_4$  صفر شود لازم است میدان در این نقطه صفر باشد اضلاع را برای سادگی عمل ۱ و ۲ فرض می‌کنیم. اگر میدان  $q_1$  در نقطه‌ی  $q_4$ ،  $E_1$  باشد، میدان  $q_3$  باید در این نقطه  $2E_1$  باشد تا برابند آن‌ها بر قطر مستطیل منطبق باشد و بتواند توسط میدان  $q_2$  خنثی شود:

$$E_2 = \sqrt{(2E_1)^2 + E_1^2} = \sqrt{5}E_1, \quad E_1 = k\frac{q_1}{1^2}$$

$$\frac{k|q_2|}{(\sqrt{5})^2} = \sqrt{5}\frac{k|q_1|}{1^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|} = 5\sqrt{5}$$

باید بارها نیز ناهمنام باشند پس  $\frac{q_2}{q_1} = -5\sqrt{5}$  می‌باشد.



انرژی پتانسیل الکتریکی: دو یا چند ذره باردار، هر کدام در جای خود انرژی به ذرات دیگر وارد می‌کند، مجموع ای انرژی‌ها را انرژی پتانسیل الکتریکی می‌گویند.

اگر دو بار الکتریکی هم نام را به هم دیگر نزدیک کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی از نوع رانشی در آنها ذخیره می‌شود که در صورت رها سازی آنها این دو بار از هم فاصله گرفته و انرژی پتانسیل آنها تبدیل به انرژی جنبشی می‌شود (اونایی که فصل کار، دهم، رو فراموش کردن دوباره مطالعه کنن)

اگر دو بار نا هم نام رو خیلی به هم نزدیک کنیم و نگه داریم، به هم انرژی پتانسیل از نوع ربایشی به هم وارد می‌شود. اگر آنها رو رها کنیم به هم می‌چسبند و انرژی پتانسیل به جنبشی تبدیل می‌شود.

تمامی اجسام و ذرات طبیعت در جهت کاهش پتانسیل خود حرکت میکنند. هیچ کدوم از ما دوس نداریم سر پای فودمون بهمون فشار بیاور و تحت انرژی باشیم ، همه دوس دارن از فشار های زیاد توی زندگی شون دوری کنن .

کار میدان الکتریکی: اگر بار الکتریکی  $q$  در میدان یکنواخت  $E$  قرار بگیرد. از طرف میدان نیروی  $F_E$  به آن بار وارد می شود و طی جابه جایی  $d$  ، انرژی جنبشی آن افزایش می یابد. کار نیروی الکتریکی برابر است:

$$w = F_E d \cos \theta$$

این فرمول به شکل های مختلف قابل گسترش می باشد:

$$F = Eq \rightarrow w = Eqd \cos \theta$$

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی قرینه ی کار میدان الکتریکی است:

$$\Delta U_E = -W_E \quad \Delta U_E = -|q|Ed \cos \theta$$

چند نکته در مورد میدان الکتریکی وجود دارد:

اگر یک بار مثبت در جهت میدان الکتریکی حرکت کند ، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می یابد و اگر در خلاف جهت میدان حرکت کند انرژی پتانسیل آن افزایش می یابد.

اگر بار منفی در جهت میدان الکتریکی حرکت (جابه جا) شود ، انرژی پتانسیل آن افزایش می یابد و اگر در خلاف جهت میدان حرکت کند انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد.

اختلاف پتانسیل الکتریکی: نسبت تغییر انرژی پتانسیل به بار یک نقطه ، اختلاف پتانسیل آن نقطه می گویند. پتانسیل یک کمیت نرده ای می باشد.

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{\Delta U_E}{q}$$

اگر خاری بود ، کل دسته گردد

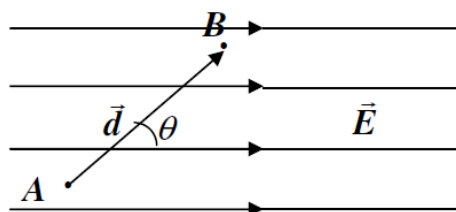
به هر کاری که همت پسته گردد

اختلاف پتانسیل و میدان الکتریکی:

$$\Delta U_E = -|q|Ed \cos \theta$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-|q|Ed \cos \theta}{q}$$

$$\Rightarrow \Delta V = -Ed \cos \theta$$



این فرمول حالت های خاصی داره که در مثال ها توضیح خواهیم داد.

اختلاف پتانسیل دو سر باتری: اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری  $\Delta v$  برابر است با:

$$\Delta v = V_+ - V_-$$

به عبارت دیگر پتانسیل پایانه ی مثبت از پتانسیل پایانه ی منفی بیشتر است لذا الکتریسیته از قطب مثبت به سمت قطب منفی حرکت می کند.

الان زوده ولی توی فصل مدارها خواهید دید که ما نیاز داریم که نقطه ای رو به عنوان مرجع و پتانسیل صفر در نظر بگیریم و پتانسیل نقاط رو نسبت به اون به دست بیاریم. مهندسان برق از زمین به عنوان اون مرجع استفاده کردن و پتانسیل کره ی زمین رو صفر در نظر گرفتن. شما هر جا که عددی دیدین مثلا نوشته پتانسیل ۵۰ ولت ، این عدد نسبت به زمین ۵۰ شده.

بار الکتریکی در اجسام ویژگی های خاصی دارد:

– بار در سطح خارجی اجسام توضیح می شود.

در داخل جسم کار نیروی الکتریکی صفر است

\_ تمام نقاط سطح یک جسم رسانا هم پتانسیل هستند.

میدان الکتریکی خالص در داخل رسانا، پس از تعادل الکترو استاتیکی برابر صفر است.

چگالی سطحی: بار موجود در واحد سطح را چگالی سطحی بار می گویند.

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

یکای چگالی  $\frac{C}{m^2}$

\_ تراکم بار در نقاط نوک تیز رسانا ها بیشتر از نقاط دیگر است.

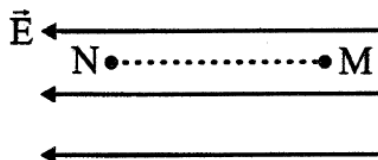
بار در سطوح اجسام رسانای متقارن یکسان می باشد.

تمرین (سنجش)

بار  $q = -2\mu C$  با سرعتی ثابت از نقطه M تا نقطه N جا به جا می شود. در اثر این جا به جایی بزرگی کار میدان

الکتریکی روی بار q،  $0.8mJ$  است. اگر پتانسیل نقطه N برابر  $+50V$  باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه M

چند ولت است؟



۴۵۰ (۲)

۵۰/۴ (۱)

۳۵۰ (۴)

۴۰۰ (۳)

حل:

با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی از پتانسیل الکتریکی نقاط کاسته می شود. برای مشخص کردن مقدار  $V_A$  کافی

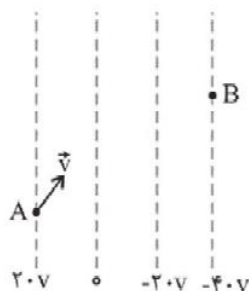
است  $|\Delta V|$  را تعیین کنیم و به مقدار  $V_B$  اضافه کنیم:

$$|\Delta V| = \frac{|\Delta U|}{|q|} = \frac{|-W_E|}{|q|} \rightarrow |\Delta V| = \frac{0.8 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-6}} = 0.4 \times 10^3 = 400V \rightarrow V_M = 400 + 50 = 450V$$



## تمرین

در شکل مقابل، پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف یک میدان الکتریکی یک‌نواخت مشخص شده است. اگر ذره‌ای به جرم  $3g$  و بار الکتریکی  $40 \mu C$  با سرعت  $3 \frac{m}{s}$  از نقطه A وارد فضای میدان الکتریکی شود و در ادامه مسیر خود از نقطه B عبور کند، سرعت این ذره در نقطه B چند متر بر ثانیه است؟ (از نیروی وزن وارد بر ذره صرف‌نظر شود.)



۳ (۱)

۴ (۲)

۵ (۳)

۲ (۴)

## حل:

طبق قانون پایستگی انرژی، مجموع تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل

الکتریکی ذره برابر با صفر است. بنابراین:

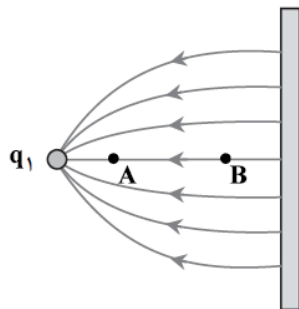
$$E_1 = E_2 \Rightarrow \Delta K + \Delta U = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m (v_B^2 - v_A^2) + q(V_B - V_A) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-3} \times (v_B^2 - 3^2) + 400 \times 10^{-6} \times (-40 - 20) = 0 \Rightarrow v_B^2 = 25 \Rightarrow |v_B| = 5 \frac{m}{s}$$

## تمرین

یک ذره باردار با بار  $q_1$  در کنار یک صفحه بسیار بزرگ رسانا با بار  $q_2$  قرار گرفته و برخی از خطوط میدان الکتریکی در فضای بین آن‌ها به صورت شکل روبه‌رو است. کدام گزینه در مورد علامت بارهای  $q_1$  و  $q_2$  و مقایسه اندازه میدان الکتریکی در نقاط A و B درست است؟



$$E_A > E_B \text{ و } q_1 > 0, q_2 < 0 \quad (1)$$

$$E_A < E_B \text{ و } q_1 > 0, q_2 < 0 \quad (2)$$

$$E_A > E_B \text{ و } q_1 < 0, q_2 > 0 \quad (3)$$

$$E_A < E_B \text{ و } q_1 < 0, q_2 > 0 \quad (4)$$

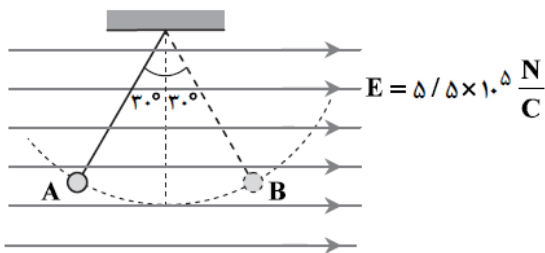
جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

حل:

تراکم خطوط در نقطه A بیشتر از B است، پس  $E_A > E_B$  و با توجه به اینکه جهت خطوط میدان از صفحه به سمت ذره است، پس  $q_1 < 0$  و  $q_2 > 0$ .

تمرین (گزینه ی دو)

مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم ۵ گرم که متصل به نخ به طول ۲ متر است را در میدان الکتریکی افقی به سمت راست به بزرگی  $5 \times 10^5$  نیوتون بر کولن از نقطه A با تندی  $1 \frac{m}{s}$  پرتاب می‌کنیم. اگر گلوله در نقطه B متوقف شده و در این جابه‌جایی ۸ میلی‌ژول انرژی صرف غلبه بر مقاومت هوا شود، بار گلوله کدام است؟ (جرم نخ و اصطکاک آن ناچیز است).



(۱)  $-5 \mu C$

(۲)  $+5 nC$

(۳)  $+0.2 \mu C$

(۴)  $-2 nC$

حل:

$$W_{\text{کل نیروها}} = \Delta K \Rightarrow W_E + W_{mg} + W_{\text{کشش نخ}} + W_{\text{مقاومت هوا}} = -\frac{1}{2}mv^2$$

نیروی کشش نخ در همه نقاط عمود بر مسیر حرکت دایره‌ای گلوله بوده و بنابراین کار آن صفر است.

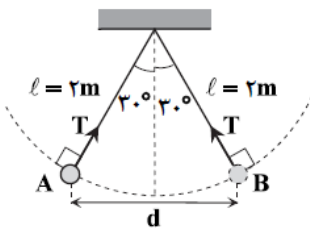
$$W_{mg} = -mg\Delta h = 0$$

$$W_{\text{هوا}} = -0.008 J = -8 \times 10^{-3} J$$

$$W_E + (-8 \times 10^{-3}) = -\frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times 1 \Rightarrow W_E = 5/5 \times 10^{-3} J$$

$$d = 2\ell \sin 30^\circ = 2 \times 2 \times \frac{1}{2} = 2 m$$

$$|W_E| = |qEd| \Rightarrow 5/5 \times 10^{-3} = |q| \times 5/5 \times 10^5 \times 2 \Rightarrow |q| = 0.5 \times 10^{-8} C = 5 nC$$



تمرین (قلمچی)

بار الکتریکی  $-4 \mu C$  از نقطه A با پتانسیل الکتریکی  $V_A = -20 V$  تا نقطه B با پتانسیل الکتریکی  $V_B = -5 V$  جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی بار چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) افزایش  $10^{-4}$  (۲) کاهش  $10^{-4}$  (۳) افزایش  $6 \times 10^{-5}$  (۴) کاهش  $6 \times 10^{-5}$

مطابق رابطه اختلاف پتانسیل و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار داریم:

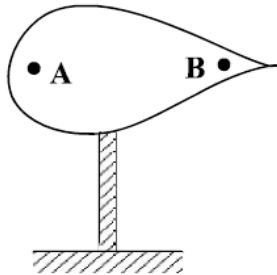
$$V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow -5 - (-20) = \frac{\Delta U}{-4 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta U = -6 \times 10^{-5} J$$

کاهش می‌یابد.

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین (سنجش)

در شکل روبه‌رو، جسم رسانا روی پایه عایقی قرار دارد. اگر پتانسیل الکتریکی نقاط A و B و همچنین چگالی سطحی بار را در این دو نقطه با هم مقایسه کنیم، کدام رابطه درست است؟



$$\sigma_A = \sigma_B \text{ و } V_A = V_B \quad (۱)$$

$$\sigma_A < \sigma_B \text{ و } V_A < V_B \quad (۲)$$

$$\sigma_A < \sigma_B \text{ و } V_A = V_B \quad (۳)$$

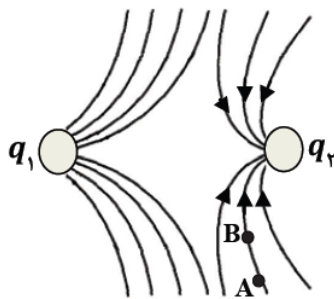
$$\sigma_A = \sigma_B \text{ و } V_A > V_B \quad (۴)$$

حل:

پتانسیل الکتریکی در تمام نقاط رسانا یکسان است و تراکم بار الکتریکی در نقاط نوک تیز، بیشتر است.

## تمرین (امتحان نهایی کشوری)

شکل روبه‌رو خط‌های میدان الکتریکی را در اطراف دو بار الکتریکی  $q_1$  و  $q_2$  نشان می‌دهد. با استفاده از جعبه کلمات



جمله‌های زیر را کامل کنید:

منفی - کمتر -  $q_2$  - داخل - A تا B -  $q_1$  - خارج - A تا B - مثبت - بیشتر

الف) نوع بار الکتریکی  $q_2$  ..... است.

ب) جهت میدان الکتریکی در اطراف بار الکتریکی  $q_1$  رو به ..... است.

ج) بزرگی میدان الکتریکی در اطراف بار ..... بیشتر است.

د) پتانسیل الکتریکی در نقطه A ..... از پتانسیل الکتریکی در نقطه B است.

ه) کار انجام شده توسط میدان الکتریکی روی پروتون در مسیر ..... مثبت، است.

حل:

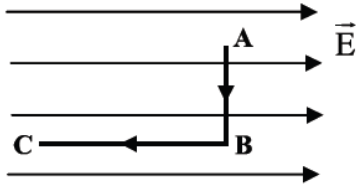
$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow F_{12} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-2}} = 2/7 \text{ N} \quad (۰/۵)$$

$$F_{22} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 5/4 \text{ N} \quad (۰/۵) \Rightarrow \vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{22} = -2/7 \vec{i} + 5/4 \vec{i} = 2/7 \vec{i} \quad (۰/۵)$$

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

تمرین (هماهنگ کشوری)

مطابق شکل، یک بار الکتریکی با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت از A تا C در مسیرهای نشان داده شده جابه‌جا می‌شود. به کمک جعبه کلمات جاهای خالی را پر کنید.



الکترون - A - پروتون - B - صفر - مثبت - C

(الف) پتانسیل الکتریکی در نقطه ..... بیشتر از نقطه‌های دیگر است.

(ب) در مسیر A تا B کار نیروی الکتریکی ..... است.

(ج) انرژی پتانسیل الکتریکی ..... ، در مسیر B تا C افزایش می‌یابد.

حل:

(الف) C (ب) صفر (ج) پروتون هر مورد (۰/۲۵)

تمرین (سنجش)

در یک میدان الکتریکی به بزرگی  $10^5 \frac{N}{C}$  که جهت آن در راستای قائم روبه پایین است، قطره‌ای روغن به شعاع

$1 \mu m$  و چگالی  $0.8 \frac{g}{cm^3}$  معلق می‌ماند. بار الکتریکی قطره روغن چند برابر بار یک الکترون است؟

$$(e = 1.6 \times 10^{-19} C \text{ و } g = 10 \frac{N}{kg}, \pi = 3)$$

۵ (۴)

۵۰ (۳)

۲ (۲)

۲۰ (۱)

حل:

چون میدان روبه پایین است و نیرو الکتریکی باید روبه بالا باشد تا با وزن قطره روغن خنثی گردد، نتیجه می‌شود که q باید منفی باشد پس داریم:

$$mg = F \Rightarrow \rho V g = E |q| \Rightarrow \rho \left( \frac{4}{3} \pi r^3 \right) g = E |q|$$

$$\Rightarrow |q| = \left( \frac{1000 \times 4 \times 10^{-18} \times 10}{10^5} \right) C = 3/2 \times 10^{-19} C \Rightarrow q = -3/2 \times 10^{-19} C$$

$$n = \frac{q}{-e} = \frac{-3/2 \times 10^{-19}}{-1.6 \times 10^{-19}} = 2$$

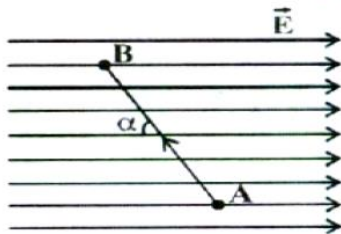
جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

تمرین (قلمچی)

مطابق شکل زیر، بار الکتریکی  $q = -5 \mu\text{C}$  را در یک میدان الکتریکی یک نواخت به

بزرگی  $8 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ، با سرعت ثابت، از نقطه A تا نقطه B جابه جا می کنیم. اگر  $AB = 2\text{m}$

و  $\alpha = 60^\circ$  باشد، کار لازم برای جابه جایی بار فوق چند ژول است؟



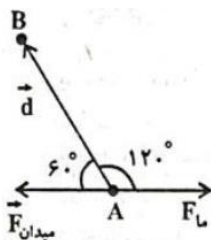
$$4\sqrt{3} \quad (1)$$

$$-4\sqrt{3} \quad (2)$$

$$4 \quad (3)$$

$$-4 \quad (4)$$

حل:



چون نیروی وارد از طرف میدان بر بار منفی در خلاف جهت میدان و در این سؤال به طرف چپ است، برای ثابت ماندن سرعت بار لازم است نیرویی که ما به بار وارد می کنیم، در خلاف جهت نیرویی که میدان به بار وارد می کند و به طرف راست باشد. در این صورت با توجه به جهت بردار جابه جایی داریم:

$$W_{\text{L}} = F_{\text{L}} \times d \times \cos 120^\circ \xrightarrow{|F_{\text{L}}| = E \times |q|} W_{\text{L}} = E \times |q| \times d \times \cos 120^\circ$$

$$\Rightarrow W_{\text{L}} = 8 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-6} \times 2 \times -\frac{1}{2} = -4\text{J}$$

تمرین (قلمچی)

پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب از راست به چپ برابر با  $4/5 \times 10^3\text{V}$  و  $2/7 \times 10^3\text{V}$

می باشد. با انتقال بار  $q' = 2/5 \mu\text{C}$  از نقطه B به A چند میلی ژول کار توسط میدان انجام می گیرد؟

$$2/5 \quad (2)$$

$$4/5 \quad (1)$$

$$-2/5 \quad (4)$$

$$-4/5 \quad (3)$$

حل:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \quad \text{با توجه به رابطه تغییرات پتانسیل الکتریکی داریم:}$$

$$\Rightarrow \Delta U = \Delta V \cdot q \xrightarrow{B \rightarrow A} \Delta U_{AB} = (V_A - V_B)q$$

$$\Rightarrow \Delta U = (4/5 \times 10^3 - 2/7 \times 10^3) \times 2/5 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow \Delta U = 4/5 \times 10^{-3} \text{J} = 4/5 \text{mJ} \Rightarrow W_{\text{میدان}} = -\Delta U = -4/5 \text{mJ}$$

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

تمرین (گزینه ی دو)

در یک میدان الکتریکی، بار  $q = -6 \mu\text{C}$  از نقطه A تا نقطه B جابه جا می شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی این بار در نقطه های A و B به ترتیب  $1/2 \text{ mJ}$  و  $1/8 \text{ mJ}$  و پتانسیل نقطه A برابر با  $-10 \text{ V}$  باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟

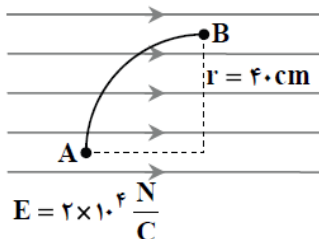
- (۱) ۹۰ (۲) -۹۰ (۳) ۱۱۰ (۴) -۱۱۰

حل:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - (-10) = \frac{1/8 \times 10^{-3} - 1/2 \times 10^{-3}}{-6 \times 10^{-6}} = -100 \Rightarrow V_B = -110 \text{ V}$$

تمرین (گزینه ی دو)

در شکل مقابل، بار الکتریکی نقطه ای  $q = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$  روی یک مسیر ربع دایره از نقطه A تا نقطه B، در میدان الکتریکی یکنواخت جابه جا می شود. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند ژول است؟



- (۱)  $-4/\sqrt{2} \times 10^{-2}$  (۲)  $-4/8 \times 10^{-2}$   
(۳)  $4/8 \times 10^{-2}$  (۴)  $4/\sqrt{2} \times 10^{-2}$

حل:

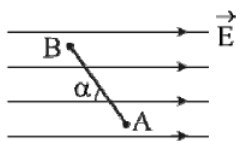
در محاسبه تغییرات انرژی پتانسیل فقط جابه جایی در راستای میدان مهم و مؤثر است.

$$\Delta U = -Eqd \cos \alpha = -2 \times 10^4 \times 6 \times 10^{-6} \times 0.4 \times \cos 0^\circ = -4/8 \times 10^{-2} \text{ J}$$

تمرین (آزمون گاج)

مطابق شکل، بار  $q = -20 \mu\text{C}$  را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت  $E = 4 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$  از نقطه A تا B جابه جا می کنیم. اگر

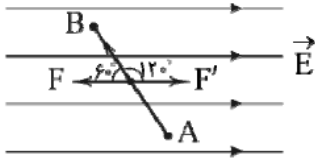
$AB = 4 \text{ m}$  و  $\alpha = 6^\circ$  باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چند ژول است؟ ( $\cos 12^\circ = -\frac{1}{4}$ ,  $\cos 6^\circ = \frac{1}{4}$ )



- (۱) -۸ (۲) +۸ (۳) -۱۶ (۴) +۱۶

حل:

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.



نیروی الکتریکی که میدان به بار منفی وارد می‌کند در خلاف جهت خط‌های میدان است. برای این‌که بار با سرعت ثابت جابه‌جا شود باید «ما» نیروی  $F'$  را در خلاف جهت نیروی الکتریکی  $F = Eq$  به جسم وارد کنیم. چون سرعت جسم ثابت است،  $F' = F$  می‌باشد. برای محاسبه‌ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار باید کاری را که ما روی بار انجام می‌دهیم محاسبه کنیم:

$$\Delta U = W' \Rightarrow \Delta U = F' \times AB \times \cos \theta = Eq \times AB \times \cos 12^\circ$$

$$\Rightarrow \Delta U = 4 \times 10^5 \times 20 \times 10^{-6} \times 4 \times \left(-\frac{1}{4}\right) = -16 \text{ J}$$

تمرین (قلمچی)

کره‌ای رسانا به شعاع ۵ سانتی‌متر، روی پایه‌ای عایق قرار دارد. بار الکتریکی آن مثبت و چگالی سطحی بار کره  $160 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^2}$  است. اگر کره را

با یک سیم به زمین اتصال دهیم، چند الکترون از زمین به کره منتقل می‌شود؟ ( $\pi = 3$  ,  $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

$$3 \times 10^{11} \quad (2) \qquad 3 \times 10^{13} \quad (1)$$

$$6 \times 10^{11} \quad (4) \qquad 6 \times 10^9 \quad (3)$$

حل:

مقدار بار الکتریکی کره را به دست می‌آوریم:

$$\sigma = \frac{Q}{A} \Rightarrow Q = A\sigma \Rightarrow Q = (4\pi r^2) \times \sigma \Rightarrow Q = 4 \times 3 \times 25 \times 10^{-4} \times 160 \times 10^{-6} \Rightarrow Q = 12 \times 25 \times 1/6 \times 10^{-8} \text{ C}$$

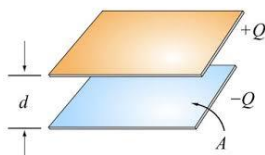
$$Q = ne \Rightarrow 12 \times 25 \times 1/6 \times 10^{-8} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 3 \times 10^{13} \text{ الکترون}$$

## خازن

خازن وسیله‌ای الکتریکی است که میتواند انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند.

انواع خازن: خازن تخت، خازن کروی، خازن استوانه‌ای

خازن تخت: خازنی که شامل دو صفحه‌ی موازی با شکل زیر است که مساحت صفحات A و فاصله‌ی آنها d است.



جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

وقتی خازنی را در یک مدار الکتریکی یا دوسر یک باتری قرار دهیم ، خازن شروع به شارژ شدن میکند بدین صورت که بارهای مثبت در یکی از صفحات و بارهای منفی در صفحه ای دیگر به شدت تجمع میکنند که این باعث ایجاد اختلاف پتانسیل و در نتیجه انرژی ذخیره شده در خازن می شود.

ظرفیت خازن : نسبت بار ذخیره شده به اختلاف پتانسیل دو سر خازن را ظرفیت خازن می گویند.

$$C = \frac{q}{V}$$

واحد ظرفیت خازن فارادی F می باشد.

یک فاراد برابر است با یک کولن بار ذخیره شده در یک واحد اختلاف پتانسیل .

تا اینجا فرض کردیم که خازن دو صفحه ی موازی است که با هم در تماس نیستند. حال اگر بین این دو صفحه ی موازی یک قطعه ی عایق قرار دهیم ظرفیت خازن تغییر می کند. هر عایق ضریبی به نام ضریب دی الکتریک دارد که با K نمایش داده می شود. حال اگر بین صفحات یک خازن یک عایق قرار دهیم ظرفیت خازن برابر است با :

$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$$

ضریب دی الکتریک خلا نام دارد.

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad \text{ضریب دی الکتریک خلا (هوا) یک ( } k = 1 \text{ ) است. بنابراین ظرفیت خازن در اینصورت برابر است با :}$$

فرو ریزش الکتریکی: هر گاه اختلاف پتانسیل دو سر یک خازن بسیار زیاد شود ، باعث می شود که هوا یا ماده ی عایق بین صفحات به شدت رقیق شود . در این صورت هوا یا عایق به دلیل شدت میدان به صورت لحظه ای به عایق تبدیل می شوند لذا الکترون ها از یکی از صفحات خازن به صفحه ی دیگر شار می یابند. این عمل در طی چند هزارم ثانیه اتفاق می افتد که سبب تخلیه ی انرژی در خازن می شود. این تخلیه با جرقه و شک الکتریکی به خازن و سیستم همراه است و اغلب خازن را میسوزاند. به این پدیده فروریزش الکتریکی خازن میگویند.



قبلا خواندیم که در صورتی که بین بارهای باردار اختلاف پتانسیل باشد، در آن انرژی ذخیره می شود. در خازن به دلیل اختلاف ولتاژ و پتانسیل بین دو صفحه، انرژی الکتریکی در آن ذخیره می شود. فرمول انرژی الکتریکی خازن به صورت های زیر متداول است:

$$U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

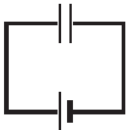
که در آن Q بار ذخیره شده در خازن

V اختلاف پتانسیل دو سر خازن و C ظرفیت خازن است.

البته در کتاب فیزیک سال های گذشته فازن ها به صورت پشت سر هم و موازی در مدار بسته میشن و به دست آوردن ظرفیت معادل چندین فازن و روش های آن همیشه پاشنه ی آشیل کنکور بود. کارتون فیلی آسون شده. با این کار فازن رو نابودن کردن و تست های پییده ی آن بعد از ۵۰ سال کنکور دیکه مطرح نفوهند شد.

### تمرین (قلمچی)

- در شکل زیر در فاصله بین صفحات خازن، هوا وجود دارد. اگر فاصله بین صفحات خازن را ۲۰ درصد افزایش دهیم و سپس فاصله بین صفحات را از دی الکتریکی با ثابت ۶ پر کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن چند برابر می شود؟



$\frac{1}{5}$ (۲)	$\frac{1}{4}$ (۱)
$\frac{1}{5}$ (۴)	$\frac{1}{4}$ (۳)

حل:

$$d' = d + \frac{20}{100}d = 1/2d \quad C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{\kappa'}{\kappa} \times \frac{d}{d'} \xrightarrow{\kappa=1, d'=1/2d} \frac{C'}{C} = \frac{\kappa'}{\kappa} \times 2$$

$$\frac{C'}{C} = 6 \times \frac{1}{1/2} = 12 \quad \frac{U = \frac{1}{2} CV^2}{V=V'} \rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{C'}{C} = 12$$

صفحه های خازن تختی را که ضریب دی الکتریک قرار داده شده بین صفحات آن ۲/۱ و فاصله ی بین صفحات آن ۴/۲mm است، به اختلاف پتانسیل ۲۲۰V متصل می کنیم. اگر در همین حالت دی الکتریک خازن را از بین صفحات به طور کامل بیرون بیاوریم، فاصله ی بین دو صفحه را باید چگونه تغییر دهیم تا انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن تغییر نکند؟

(۲) ۲/۲ میلی متر افزایش دهیم.

(۱) ۲/۲ میلی متر کاهش دهیم.

(۴) ۱/۲ میلی متر افزایش دهیم.

(۳) ۱/۲ میلی متر کاهش دهیم.

حل:

طبق رابطه‌ی  $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، چون  $V$  ثابت است، در صورتی انرژی خازن نیز

ثابت می‌ماند که ظرفیت خازن ثابت بماند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$C_2 = C_1 \xrightarrow{C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}} k_2 \epsilon_0 \frac{A_2}{d_2} = k_1 \epsilon_0 \frac{A_1}{d_1} \quad \begin{matrix} k_2=1, k_1=2/1 \\ d_1=4/2\text{mm}, A_1=A_2 \end{matrix}$$

$$\frac{1}{d_2} = \frac{2/1}{4/2} \Rightarrow d_2 = 2\text{mm}$$

$$\Delta d = d_2 - d_1 = 2 - 4/2 = -2/2\text{mm}$$

بنابراین باید فاصله‌ی بین دو صفحه را  $2/2\text{mm}$  کاهش دهیم.

### تمرین

بار ذخیره شده در یک خازن برابر با  $12\mu\text{C}$  است. اگر بار ذخیره شده در این خازن دو برابر شود، اختلاف پتانسیل دو سر آن  $5$  ولت افزایش می‌یابد. ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟

$$1/2 \quad (4) \quad \quad \quad 6 \quad (3) \quad \quad \quad 24 \quad (2) \quad \quad \quad 2/4 \quad (1)$$

### حل:

$$q = CV \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2 V_2}{C_1 V_1} \quad \frac{q_2 = 2q_1}{C_1 = C_2, V_2 = (V_1 + 5)V} \rightarrow 2 = \frac{V_1 + 5}{V_1} \Rightarrow V_1 = 5V$$

$$q_1 = C_1 V_1 \xrightarrow{q_1 = 12\mu\text{C}, V_1 = 5V} C_1 = \frac{12}{5} = 2/4\mu\text{F}$$

### تمرین

اگر فاصله بین صفحات خازن تختی که به مولد متصل است را افزایش دهیم، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن و بار الکتریکی ذخیره شده در خازن به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد. (۲) ثابت می‌ماند، افزایش می‌یابد.  
(۳) ثابت می‌ماند؛ کاهش می‌یابد. (۴) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.

با توجه به رابطه  $E = \frac{V}{d}$  و ثابت بودن  $V$ ، با افزایش  $d$ ، میدان الکتریکی بین دو صفحه کم می‌شود. از طرفی بنا به رابطه ظرفیت خازن  $(C = \frac{k\epsilon_0 A}{d})$  با افزایش فاصله دو صفحه خازن، ظرفیت آن کاهش می‌یابد. بنابراین طبق رابطه  $q = CV$  با کاهش  $C$  و ثابت بودن  $V$ ، بار ذخیره شده در خازن نیز کم می‌شود.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

صفحات یک خازن به باتری متصل است. اگر بدون جدا کردن خازن از باتری، فاصله بین صفحه‌های آن را سه برابر کنیم، در این حالت کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

- (۱) انرژی خازن تغییر نمی‌کند.  
 (۲) ظرفیت خازن سه برابر می‌شود.  
 (۳) میدان الکتریکی میان صفحه‌های خازن تغییر نمی‌کند.  
 (۴) بار الکتریکی روی صفحه‌های خازن  $\frac{1}{3}$  برابر می‌شود.

## حل:

وقتی خازن به باتری وصل باشد، اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن ثابت می‌ماند، اما وقتی فاصله‌های بین دو صفحه خازن سه برابر شود، طبق رابطه  $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن،  $\frac{1}{3}$  برابر خواهد شد. بنابراین با دانستن تغییرات  $V$  و  $C$  به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینه «۱»: نادرست - چون  $V$  ثابت و  $C$ ،  $\frac{1}{3}$  برابر شده است، طبق رابطه  $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، انرژی خازن نیز،  $\frac{1}{3}$  برابر می‌شود.

## تمرین (امتحان نهایی هماهنگ کشوری)

خازنی به ظرفیت  $C_1 = 4 \mu F$  با اختلاف پتانسیل  $300 V$  پر شده است. اگر این خازن را از مدار اصلی‌اش جدا و دو صفحه آن را به دو صفحه خازن خالی به ظرفیت  $C_2$  ببندیم، اختلاف پتانسیل بین دو صفحه هر یک از خازن‌ها پس از اتصال به هم برابر  $200 V$  می‌شود، الف) ظرفیت خازن  $C_2$  چند میکروفاراد است؟ ب) بار الکتریکی ذخیره شده در خازن  $C_1$  پس از اتصال چند میکروکولن است؟

$$V = \frac{q_1}{C_1 + C_2} \quad (0/25) \quad \Rightarrow 200 = \frac{4 \times 300}{4 + C_2} \quad (0/25) \quad \Rightarrow C_2 = 2 \mu F \quad (0/25)$$

$$q_1' = C_1 V = 4 \times 200 = 800 \mu C \quad (0/5)$$

## حل:

لیس الانسان الا ما سعی هیچی چیز برای انسان نیست جز تلاش او

تمرین (امتحان نهایی)

یک خازن با دی الکتریک  $K$  به یک باتری متصل است. اگر دی الکتریک آنرا برداریم چه تغییری در کمیت‌های زیر صورت می‌گیرد؟

الف) ظرفیت خازن

ب) انرژی خازن

پ) بار خازن

حل: اینو خودتون حل کنید آبکیه

# فصل دوم جریان و مدار الکتریکی

اونایی که مهندسی مکانیک فوندرن مثل فووم ، توی دانشگاه ۶ واحد میانی مهندسی برق دارن. اولیش یعنی میانی برق ۱ همه ش درمورد جریان و مدار الکتریکیه کتاب های زیادی در مورد این موضوع موجوده. هر استادی کتابی معرفی میکنه. من یازدهم کتاب زرآبادی و فصل های از کتاب فیزیک هالیده ۲ رو برامون برای امتحان تعیین کردن. تهران خاصله ی فوایگاه تا دانشگاهمون زیار بود. ساعت ۹ ما میان ترم داشتیم. موضوعات دقیقاً همین فصل شما بود. البته کمی پیشرفته تر. ما کنکوری عادت کرده بودیم برای فوندرن و برامون سخت بود مراری کنده با تالیلی چند صفحه ای و با روشن ماتریسی!! انقدر موضوعات ماشیه ای و نکاتش زیار بود که همش یادم میرفت و این باعث اضطرابم شده بود. استادمون هم از اون استادهایی بود که جلسه ی اول گفت مهندسی مکانیکی که به اندازه ی برقی ها ، برق بلد نباشه مهندس نیس که !!! از همون روز اول فهمیدیم رم و شفقت و استار مریضم جواب نمیده!! ☺ فاصله هفته ی قبل میانترم بکوب فوندم. ولی صبح روزی که میانترم داشتیم به صورت معجزه آسا کوشی فاموش شده بود و بنده ساعت ۱۱ ریه کان بر صبح مهنم در تفت فوایب بیدار کردم. ☺ فردا رو شکر قبول کرد که همه ی نمره رو جز ۴ نمره !!! پایان ترم مساب نکه . به جز اون ۴ نمره ۰.۵ نمرشو فقط نگرفتم. فدایی امتحان سختی هم بود. ولی میکندره دیکه. گاهی وقتا زحمت هم میکشیم ولی فک میکنیم شکسته ولی همیشه با تلاش میتونیم به لیاقت هامون برسیم.

منابع فارسی دانشگاهی این فصل اغلب کتاب هالیده و نظریه ی اساسی مدارها و شبکه ها هستند و چند کتاب دیکه که مهندسین برق اونا رو در دوران کارشناسی پاس میکنن. اینو نگفتم که برین این کتاب ها رو تهیه کنید. !!! به درر شما نمیفوره.

اصلاً **جریان الکتریکی** یعنی چی؟ وقتی پشت سدی آب زیادی جمع شده با شکستن سد آب به سرعت جاری میشه و مسیر رودخانه رو طی میکنه. حتی اگه مسیرش رو هم از بین برده باشن ، آب به علت فشار و حجم زیاد راهی باز میکنه برای خودش. الکترون ها وقتی تعدادشون زیاد بشه و به شکلی مثل سد تبدیل بشن ، توی یک سیم یا جسم رسانا جاری میشن . جاری شدن این الکترون ها توی سیم باعث ایجاد جریان الکتریکی میشه.. یا به عبارت دیگر جاری شدن بار الکتریکی رو جریان الکتریکی می گویند.

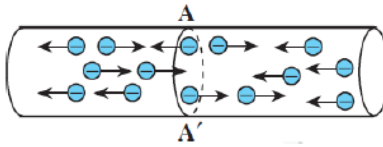
الحمد لله که پتانسیل میدونید چیه؟؟ ببینید بچه ها شاید باورتون نشه ولی این مفاهیم رو اگه بلد نباشین خیلی راحت توی دام تست های کنکور میفتین. !!

حالا اختلاف پتانسیل چیه ؟ خب دو تا کشتی گیر با زور مساوی همدیگر رو هل میدن .. طبیعیه که هیچ کدوم تکون نمیخوره . چون پتانسیلشون یکیه. ولی حالا یه کشتی گیر یه مرد ضعیف رو هل بده خیلی راحت مرد ضعیف به پشت سر کشیده میشه. وقتی یه جا جریان یا هر چیز دیگه ای توی مسیری که میخواد بره بیشتر باشه باعث جاری شدنش میشه. پس اختلاف پتانسیله که دلیل تولید جریان میشه . تا زور الکترون های پشت سد بیشتر باشه شدید تر جاری میشن.

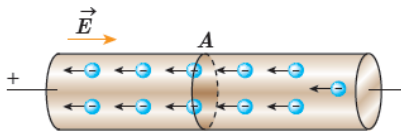
در حالت عادی توی سیم یا هر شی رسانا الکترون وجود داره ولی مثل سدیه که آب پشتش تخلیه شده . آب زمانی نیرو داره که با فشار و حجم زیاد باشه وگرنه آب دشت ها خیلی بیشتر از آب پشت سده ولی زوری نداره که !!! توی سیم هم در حالت عادی الکترون وجود داره ولی چون مثل آب دشت ها هر کی برای خودش و هر الکترون داره مسیر خودشو میره جریان الکتریکی ما نداریم و اختلاف پتانسیل هم صفره.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

تو کتاب به جای این که خودمونی حرف بزنه گفته حرکت الکترون ها توی نبود اختلاف پتانسیل به صورت **کاتوره ای**. من بازم کتابو ترجمه میکنم براتون !!! کاتوره ای یعنی سرگردانی و الکی راه رفتن و ول گردی ... !!! واقعا معنیش هم همینه. وقتی همه برای خودشون ول بگردن خب طبیعیه که انرژی هم در کار نیست.



در حضور میدان الکتریکی طبق چیزی که فصل قبل گفتیم اختلاف پتانسیل باعث میشه همه ی الکترون ها در خلاف جهت میدان حرکت کنن و این باعث ایجاد جریان میشه.



**شکل ۲-۶** در حضور اختلاف پتانسیل، شارش بار خالص از مقطع  $A$  سیم، دیگر برابر صفر نیست.

سرعت متوسط حرکت الکترون های آزاد در خلاف جهت میدان به طور بسیار آهسته (یک میلی متر بر ثانیه) موجب ایجاد جریان الکتریکی در رسانا می شود.

**تمرین** (آموزش و پرورش کرمانشاه)

در حالی که سرعت سوق الکترون ها کم است ، با روشن کردن تلویزیون به سرعت روشن می شود. علت را توضیح دهید.

**حل:** سیم رسانا مجموعه ای از الکترون های آزاد را دارا می باشد . با برقراری اختلاف پتانسیل در دو سر سیم میدان ایجاد شده و تمام الکترون های داخل سیم در این سیستم تلویزیون از جمله نزدیک ترین الکترون ها به سیستم به حرکت در آمده و سیستم به سرعت روشن می شود.

بعضی از فعالیت ها و تمرین ها وجود داره برای تایید مفاهیمی که گفتیم . چون این جزوه برای کنکور پیشتر طراحی شده تمرکز ما بر کنکور پیشتر و تشریح کمتر هرچند همون تشریحمون هم برای ۲۰ گرفتن در امتحان نهایی کافیه.

شدت جریان

نرخ تغییر بار الکتریکی نسبت به زمان تعریف شده و با نماد  $I$  نشان داده می‌شود

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

شدت جریان بر حسب آمپر است.

تمرین

در یک سیم رسانا تعداد الکترون های جاری شده در واحد زمان در یک سیم  $10^{16}$  الکترون است. جریان الکتریکی در این سیم چقدر است؟

**حل:** خب ما خوندیم که  $q = ne$  در فرمول شدت جریان به جای  $q$  اگر بزاریم  $ne$  خواهیم داشت:

$$I = \frac{ne}{t} = \frac{10^{16} \times 1.6 \times 10^{-19}}{1}$$

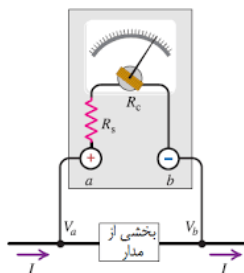
\* ترکیب و رابطه ی بین فرمول ها رو بلد باشین . دونستن این موضوع با تمهه شکستن و پیس خوردن به دست نیار با تمرین به دست میار!!!!

راندن یا تزریق یون های مواد شیمیایی به درون بافت های بدن را یون تراپی می گویند. توضیحاتشو توی کتاب بخونید .

**مقاومت الکتریکی:** مدار جریان الکتریسیته، الکترون ها با ذرات مثبت درون جسم رسانا مواجه می شوند و مقاومتی به نام مقاومت الکتریکی بین آن ها ایجاد می گردد که سرعت الکترون را کم کرده و انرژی جنبشی آن را می گیرد.

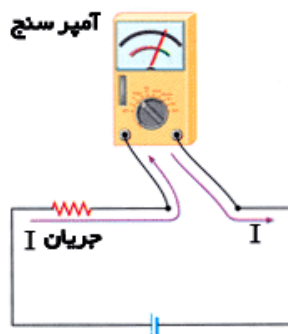
افزایش دمای یک رسانا در اثر عبور جریان الکتریسیته نماد مقاومت الکتریکی در آن جسم می باشد.

ولت سنج وسیله ای برای اندازه گیری اختلاف پتانسیل و به صورت موازی در مدار قرار داده می شود. حالا جلوتر رفتیم مفهوم موازی وسری رو بهتر می فهمید. مقاومت آن بی نهایت در نظر گرفته می شود.

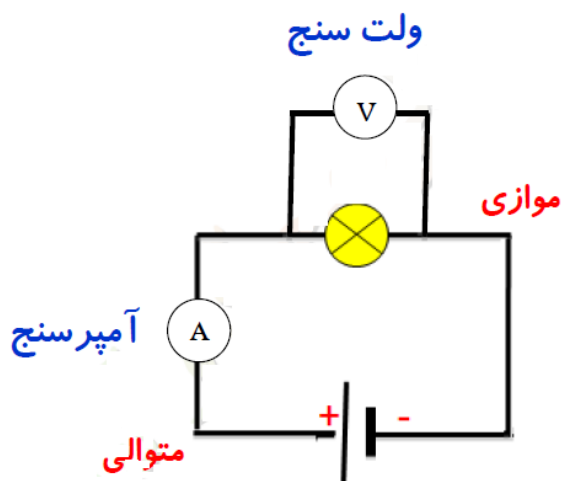


جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

آمپرسنج وسیله ای برای اندازه گیری شدت جریان که به صورت متوالی (سری) در مدار قرار میگیرد. مقاومت آن تقریباً صفر است.



شیوه ی قرار گرفتن آمپرسنج و ولت سنج در مدار



**قانون اهم:** نسبت اختلاف پتانسیل به شدت جریان دو سر یک رسانا در دمای ثابت همیشه یک مقدار ثابت است. به این پدیده قانون اهم می گویند. این مقدار به جنس و ساختمان جسم رسانا وابسته نیز هست.

$$R = \frac{V}{I}$$

یکای مقاومت الکتریکی اهم  $\Omega$  می باشد.



یکی از مشکلات دانش آموزا اینه بوشون نمیکن که کاربرد این مفهومی که میفونیم توی زندگیمون چیه... آقا وقتی شما مثلا جریان ده هزار آمپر از نیروگاه برق میکیرین ولی به ۲۰۰ آمپر نیاز دارین میبورین بین فطوط انتقال مقاومت بزارین تا آمپر رو براتون بیارن پایین !! این یکی از هزاران کاربرد مقاومت در مهندسی برقه!

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.



مدار الکتریکی: از به هم پیوستن قطعات الکتریکی در یک مجموعه سیستمی به وجود می آید.

### آشنایی با قطعات الکتریکی:

سعی می کنیم که به صورت شکل و اجمالی بعضی از قطعات مدار های الکتریکی که معمولا متداول و پر کاربرد هستند براتون شرح بدیم. اما روابط ریاضی مربوطه رو بعدا شرح میدیم.

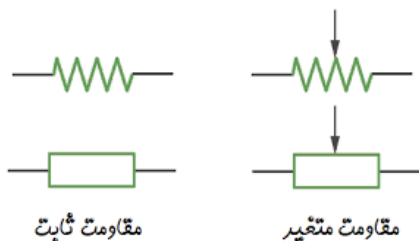
هر قطعه ی برقی روی کاغذ به صورت قرار دادی شکلی ترسیمی برایش نوشتن که برای طرح سوال ها و رسم مدار های الکتریکی از اونا استفاده میشه که براتون شرح میدیم.

### خازن

اینو توی فصل قبل توضیح دادیم. خازن وسیله ای هستش که توش انرژی ذخیره در صورت لزوم آزاد میشه ...

خازن ها کاربردهای وسیعی دارند. آن ها به همراه مقاومت ها، در مدارات تایمینگ استفاده می شوند. همچنین از خازن ها برای صاف کردن سطح تغییرات ولتاژ مستقیم استفاده می شود. از خازن ها در مدارات به عنوان فیلتر هم استفاده می شود. زیرا خازن ها به راحتی سیگنال های متناوب را عبور می دهند ولی مانع عبور سیگنال های مستقیم می شوند.

### مقاومت



مقاومت که به انگلیسی رزیستور بهش میگن یکی از مهم ترین اجزای

مدار الکتریکی است. در این مدارها، از مقاومت برای کم کردن جریان، تنظیم

سطح سیگنال ها، تقسیم ولتاژ یا موارد بسیار دیگری استفاده می شود. هنگامی

که جریان الکتریکی از یک مقاومت عبور می کند، اختلاف ولتاژی بر اساس

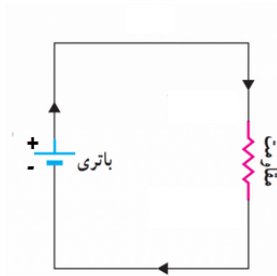
قانون اهم بین پایه های آن ایجاد می شود. شدت جریانی که از یک مقاومت عبور می کند، رابطه مستقیمی با ولتاژ دو سر آن مقاومت دارد. این رابطه توسط قانون اهم است .

مقاومت ها توی کتاب شما به دو نوع ثابت و متغیر تقسیم میشن. مقاومت های ثابت مقاومت هایی هستن که میزان مقاومت آنها در طی جریان ها و ولتاژ های مختلف ثابت است و تغییری نمیکنند. اما مقاومت های متغیر ، مقاومت های آنها در بازه ای مشخص قابل تغییر است و بسته به نیاز می توان کم یا زیاد شوند.

البته بعضی رسانا ها غیر اهمی هستن. یعنی از قانون اهم پیروی نمیکنن . مثل دیود نوری .

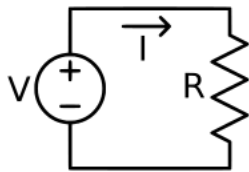
جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

منبع ولتاژ مدار (باتری، پیل، نیروگاه و ...)



البته منابع فقط منبع ولتاژ نیستن، ولی توی کتاب شما و کنکور منابع ولتاژی فقط بحث شده. منبع ولتاژ در حقیقت قلب تپنده ی مدار و جایی که نیروی لازم جهت کار کردن این سیستم به صورت ولتاژ برای سیستم تولید میشه. مثلا بدون باتری ساعت شما کار نمیکنه و یا بدون باتری های پیل، کنترل تلویزیون شما کار نمی کنه.

در منبع ولتاژ جریان از سر منفی به سر مثبت جریان پیدا می کند. منبع ولتاژ هم به صورت شکل زیر نمایش میدن:



## مقاومت الکتریکی

مقاومت رساناهای فلزی به شدت جریان و اختلاف پتانسیل بستگی ندارد.

**تمرین** (نهایی کشوری)

در رابطه ی مقاومت ها داریم  $R = \frac{V}{I}$  می بینیم که مقاومت رابطه ی مستقیم با ولتاژ و رابطه ی عکس با جریان دارد. در حالی که با آزمایش میبینیم که مقاومت رساناها مستقل از ولتاژ و جریان است. علت را توضیح دهید.

**حل:** طبق قانون اهم چون نسبت اختلاف پتانسیل با جریان دو سر مقاومت ثابت هر چی ولتاژ و جریات تغییر میکنند نسبتشون ثابت. در نتیجه مقاومت به ولتاژ و جریان وابسته نیست.

مقاومت ها به طول و مساحت مقطع وابسته هستند. اگه در یک مقاومت فلزی به طول  $L$  و مساحت مقطع  $A$  باشد داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

که در آن  $\rho$  مقاومت ویژه نام دارد که برای هر جسمی منحصر به فرد می باشد.

در آن طول بر حسب متر، مساحت بر حسب مترمربع می باشد.

مقاومت ویژه ی رسانا به جنس و دمای جسم وابسته است.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

الان بعضی ها تعجب میکنند و میگویند یعنی چی؟ یعنی مقاومت پند تا فرمول داره؟؟؟ در جواب باید بگم اره. آله بحث ساقتمان جسم رسانا باشه فرمول بالا رو داریم. اگر بحث ولتاژ و اینها باشه قانون اهم رو داریم. همیشه هم این فرمول ها به هم ربط داره میشن. پس فوب یادشون بگیرید.

تمرین (آزمایش سنجش)

جرم سیم آلومینیومی  $A$ ، ۲ برابر جرم سیم آلومینیومی  $B$  است. با فرض ثابت ماندن دما، اگر مساحت مقطع سیم

$A$ ،  $\frac{1}{3}$  مساحت مقطع سیم  $B$  باشد، مقاومت الکتریکی سیم  $A$  چند برابر مقاومت الکتریکی سیم  $B$  است؟

$$\frac{2}{9} \quad (4) \qquad \frac{2}{3} \quad (3) \qquad 18 \quad (2) \qquad 6 \quad (1)$$

حل: سوال سفت رو اول گفتیم. چون اولین مثاله فیلی ها میگویند چل الفالقی!!! برم چه ربطی داره!!! رابطه رو زیر ببینید.

ابتدا رابطه  $R = \rho \frac{L}{A}$  را به کمک روابط به صورت مناسب در می آوریم:

$$R = \rho \frac{L \times A}{A \times A} \xrightarrow{V=AL} R = \rho \frac{V}{A^2} \xrightarrow{V=\frac{m}{\rho'}} R = \frac{\rho}{\rho'} \frac{m}{A^2}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2 \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 2 \times 3^2 = 18$$

صورت و مخرج کسر  $\frac{L}{A}$  رو در  $A$  ضرب کردیم تا حجم ( $V$ ) به دست بیاریم. در صورت. شاید براتون سوال باشه چرا این کار رو کردیم. طبق فرمول چگالی برابر جرم بر حجمه... خوب در این فرمول مقاومت ما باید کاری کنیم که پارامتری به دست بیاریم که ربطش بدیم به جرم. تنها راه این کار اینه حجمو با این روش به دست آورده و به جای حجم نسبت جرم بر چگالی رو بنویسیم. بقیه ی سوال رو حل کنیم.

تمرین (هماهنگ کشوری ۹۴)

از یک مقاومت با مقاومت ویژه ۴، جریانی به اندازه ی ۳ آمپر عبور می کند. اختلاف ولتاژ دو سر مقاومت ۱۲ ولت می باشد. نسبت طول به سطح مقطع این مقاومت رسانایی چقدر است؟

حل: نسبت طول به سطح مقطع همون  $\frac{L}{A}$  خودمونه. چون بحث طول و ولتاژ و جریانه یعنی دو تا فرمول مقاومت رو به هم ربط داده

$$\frac{V}{I} = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \rightarrow \rightarrow \frac{12}{3} = 4 \frac{L}{A} \rightarrow \rightarrow \rightarrow \frac{L}{A} = 1$$

در تذکره ها نقل شده این سینا به کتابی رو برایش آوردن ۷۰ بار فونر تا متواشو کامل فهمید!!! استعداز ابن سینا به کنار. همتشو ببینید!!! پس کسانی که مثل

ابن سینا شده فقط متکی به استعداز نبورن!!!

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

تمرین (سنجش)

در مداری برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل و جریان عبوری از ولت‌سنج و آمپرسنج غیر آرمانی استفاده شده است. اعدادی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب نسبت به حالتی که این دو وسیله آرمانی باشند چگونه است؟ (این دو وسیله به درستی در مدار قرار گرفته‌اند.)

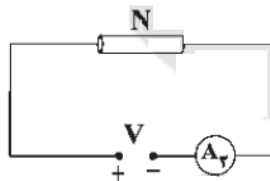
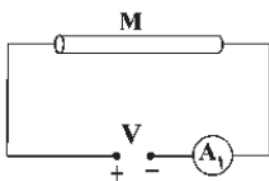
- (۱) کم‌تر - بیش‌تر      (۲) کم‌تر - کم‌تر      (۳) بیش‌تر - کم‌تر      (۴) بیش‌تر - بیش‌تر

حل:

در صورتی که ولت‌سنج و آمپرسنج غیر آرمانی باشند و به درستی در مدار جهت اندازه‌گیری قرار بگیرند، اعدادی که نمایش می‌دهند نسبت به حالت آرمانی‌شان کم‌تر خواهد بود.

تمرین

چگالی و مقاومت ویژه ی سیم فلزی M به ترتیب ۶ و ۲ برابر چگالی و مقاومت ویژه ی سیم فلزی N است. مطابق شکل زیر جرم های مساوی از این دو سیم را به اختلاف پتانسیل یکسان وصل می‌کنیم. اگر طول سیم M دو برابر طول سیم N باشد، عددی که آمپرسنج A<sub>۲</sub> نشان می‌دهد چند برابر عددی است که آمپرسنج A<sub>۱</sub> نشان می‌دهد؟ (دما ثابت است.)



$$۱۲(۲) \quad ۲(۱)$$

$$۴۸(۴) \quad ۶(۳)$$

حل: مشابه این مثال رو حل کردیم توضیحش با خودتون.

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{m_M = m_N}{\rho_M} = \frac{V_N}{V_M} \Rightarrow \frac{V_N}{V_M} = 6$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow \frac{R_M}{R_N} = \frac{\rho_M}{\rho_N} \times \frac{L_M}{L_N} \times \frac{A_N}{A_M} = 2 \times 2 \times 12 = 48$$

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_M}{R_N} = 48$$

$$V = A \times L \Rightarrow \frac{V_N}{V_M} = \frac{A_N}{A_M} \times \frac{L_N}{L_M}$$

$$\frac{L_M = 2L_N}{6} \Rightarrow 6 = \frac{A_N}{A_M} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{A_N}{A_M} = 12$$

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

تمرین (منطقه ی ۲ تهران)

از رسانایی به مقاومت الکتریکی  $R$  که به اختلاف پتانسیل الکتریکی  $V$  متصل است، جریان  $I$  عبور می کند. اگر اختلاف پتانسیل دو سر رسانا را ۲۰ درصد کاهش می دهیم. جریان عبوری از آن چگونه تغییر می کند؟ (دما ثابت و یکسان فرض شود).

**حل:** طبق قانون اهم نسبت اختلاف پتانسیل به جریان در یک مقاومت اهمی ثابت است. برای این که این نسبت ثابت بماند چون اختلاف پتانسیل ۲۰ درصد کمتر شده، جریان هم باید ۲۰ درصد کمتر شود تا نسبت آنها ثابت بماند.

تمرین

چرا با افزایش دما در رسانای فلزی، مقاومت هم افزایش پیدا میکند؟

**حل:** با افزایش دما، انرژی جنبشی و ارتعاشات اتم ها بیشتر شده و احتمال برخورد و متوقف کردن الکترون هایی که در رسانا برای برقراری جریان حرکت می کنند را زیاد تر می کند. لذا افزایش دما مقاومت را زیاد می کند.

### تغییر مقاومت ویژه با دما

همان طور که گفتیم مقاومت ویژه با تغییر دما تغییر می کند. زیاد حاشیه نرم بزارین فرمول رو براتون بگم:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

تغییرات دمایی میتواند بر حسب کلونین یا درجه ی سلیسیوس باشد.

$\alpha$  ضریب دمایی مقاومت ویژه .

حال اگر طرفین فرمول بالا را در  $\frac{L}{A}$  ضرب کنیم فرمول بر حسب مقاومت  $R$  به دست می آید:

$$\rho \frac{L}{A} = \rho_0 \frac{L}{A} [1 + \alpha(T - T_0)]$$

مقاومت رسانا دردمای مینا ( $\theta_0$ )

$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

مقاومت رسانا دردمای ثانویه ( $\theta$ )

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

- با افزایش دما مقاومت نیم رسانا ها کاهش میابد. علتش یه فرایند فیزیکیه که قبلا توی فیزیک پیش دانشگاهی رشته ی ریاضی وجود داشت... نیم رساناها حفره هایی به نام گاف انرژی دارن که با افزایش دما این حفره ها بزرگتر شده و فضا برای شار الکترون ها بیشتر می شود. البته اینی که گفتم قطره ای از دریای این بحثه که در همین حد شما بدونید کافیه.

## تمرین

مقاومت الکتریکی سیم رسانایی در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  برابر  $40\ \Omega$  و در دمای  $120^{\circ}\text{C}$  برابر  $40/25\ \Omega$  است. ضریب دمایی این مقاومت در SI کدام است؟

$$(1) \quad 1/6 \times 10^{-5} \quad (2) \quad 1/6 \times 10^{-3} \quad (3) \quad 6/25 \times 10^{-5} \quad (4) \quad 6/25 \times 10^{-4}$$

## حل:

طبق رابطه ی بالا که گفتیم خواهیم داشت :

$$40.2 - 40 = 40 \times \alpha \times (120 - 40) \Rightarrow \alpha = 6.25 \times 10^{-5}$$

## تمرین

در دمای ثابت، سیمی را آن قدر می کشیم که بدون تغییر جرم طول آن دو برابر شود. مقاومت الکتریکی آن چند درصد تغییر می کند؟

(1) 50

(2) 300

(3) 400

(4) 750

## حل:

$$\rho: \text{چگالی} \Rightarrow m_1 = m_2 \xrightarrow[V=AL]{m=\rho V, \rho_1=\rho_2} A_1 L_1 = A_2 L_2$$

$$\rho: \text{مقاومت ویژه} \Rightarrow R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

$$\xrightarrow{L_2=2L_1} A_1 = 2A_2$$

$$\xrightarrow{L_2=2L_1, A_1=2A_2} \frac{R_2}{R_1} = 4$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییر مقاومت} = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \times 100 = \frac{4R_1 - R_1}{R_1} \times 100 = 300\%$$

کنکوری ها همیشه از زو دارن په زمانى این کنکور تموم میشه ما نفسى بکشیم! بپه ها تمام مراحل زندگیتون بدون مشکل نفاهد بور. مشکلاتی که به مراتب از کنکور بدتر و سفت ترن.. از مرگ و بیماری و شکست مالی و .. مهم دیر ما نسبت به زندگیه. دیرمونو نسبت به زندگی اصلا کنیم.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

دو مقاومت A و B در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  در اختیار داریم. دمای مقاومت A را به  $20^{\circ}\text{C}$  و دمای مقاومت B را به  $50^{\circ}\text{C}$  می‌رسانیم. در این حالت مقدار مقاومت A،  $0.001\Omega$  و مقدار مقاومت B،  $0.0005\Omega$  افزایش می‌یابد. اگر مقاومت A در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  دو برابر مقاومت B در دمای  $50^{\circ}\text{C}$  باشد، کدام است؟ ( $\alpha$  ضریب دمایی مقاومت ویژه است.)

$$10 \quad (1) \quad \frac{5}{2} \quad (2) \quad \frac{1}{10} \quad (3) \quad \frac{1}{4} \quad (4)$$

حل:

$$\Delta R = R_0 \alpha \Delta \theta \begin{cases} \frac{\Delta \theta_A = 20^{\circ}\text{C}}{\Delta R_A = 0.001\Omega} \rightarrow 0.001 = R_A \alpha_A \times 20 \\ \frac{\Delta \theta_B = 50^{\circ}\text{C}}{\Delta R_B = 0.0005\Omega} \rightarrow 0.0005 = R_B \alpha_B \times 50 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{0.001} = \frac{R_A}{R_B} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{2}{5} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 5$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{5\alpha_B}{\alpha_A}$$

$$R' = R_0 (1 + \alpha \Delta \theta) \Rightarrow \begin{cases} R'_A = R_A (1 + \alpha_A \times 20) \\ R'_B = R_B (1 + \alpha_B \times 50) \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{R_A}{R_B} = \frac{5\alpha_B}{\alpha_A}}{\frac{R'_A}{R'_B} = 2} \rightarrow 2 = \frac{5\alpha_B}{\alpha_A} \left( \frac{1 + 20\alpha_A}{1 + 50\alpha_B} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{R'_A}{R'_B} = \frac{R_A}{R_B} \left( \frac{1 + 20\alpha_A}{1 + 50\alpha_B} \right) \Rightarrow 2\alpha_A + 100\alpha_A\alpha_B = 5\alpha_B + 100\alpha_A\alpha_B \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{5}{2}$$

## تمرین

چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

- (۱) در دماسنج‌های مقاومتی از تغییر مقاومت الکتریکی بر اثر تغییر دما به عنوان کمیت دماسنجی استفاده می‌شود.
- (۲) در دماسنج‌های مقاومتی معمولاً از پلاتین استفاده می‌شود.
- (۳) از مقاومت‌های پیچیده‌ای در جاهایی که به مقاومت پایین بسیار دقیق و همچنین توان‌های بالا مورد نیاز است، استفاده می‌کنند.
- (۴) اگر در یک دماسنج مقاومتی از نیم‌رسانا استفاده شود، با افزایش دما در ولتاژ ثابت جریان عبوری از مقاومت کاهش می‌یابد.

۴(۴)

۳(ج)

۲(ب)

۱(الف)

حل: همه ی موارد صحیح هستند و در کتاب می‌توانید پیدا کنید جز مورد ۴ که با افزایش دما نیمه رساناها مقاومتشان کمتر شده و در نتیجه جریان عبوری از آنها افزایش پیدا می‌کند.

## تمرین

به یک قطعه سیم به چگالی  $\frac{6}{\text{cm}^3}$  و مساحت مقطع  $4 \text{ mm}^2$ ، در دمای صفر درجه سلسیوس  $90^\circ$  ژول گرما می‌دهیم. اگر مقاومت ویژه سیم در دمای صفر درجه سلسیوس  $8 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$  و ضریب دمایی مقاومت ویژه آن  $5 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$  باشد، مقاومت سیم چند اهم تغییر می‌کند؟  $\left( \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} = 500 \right)$  (گرمای ویژه سیم)

$$(1) \quad \frac{2}{3} \quad (2) \quad \frac{1}{80} \quad (3) \quad \frac{1}{8} \quad (4) \quad \frac{3}{4}$$

حل:

\*\*\* روی چینش تست‌ها و سوالات این جزوه بر اساس میزان سختی و مهم بودن و احتمال طرح مفاهیم و تیپ مشابه در کنکور یا نظر جمعی کار شده. لذا این جزوه نسبت به جزوه‌های دست‌نویس و تایپی اساتید منحصر به فرد، یعنی سوال الکی توی این جزوه نداریم !!

$$\Delta R = R_0 \alpha \Delta \theta \quad R_0 = \rho_0 \frac{L}{A}, \Delta \theta = \frac{Q}{mc} \rightarrow \Delta R = \rho_0 \frac{L}{A} \alpha \frac{Q}{\rho A L c}$$

$$\Rightarrow \Delta R = \frac{\rho_0 \alpha Q}{\rho A^2 c}$$

$$\rho_0 = 8 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}, \alpha = 5 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}, Q = 90 \text{ J}, \rho = \frac{6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 6000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

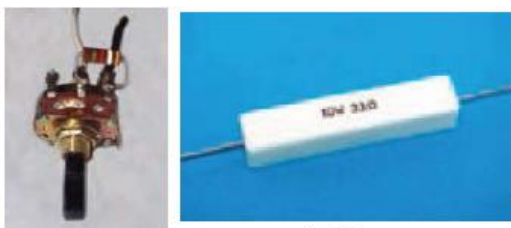
$$A = 4 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2, c = 500 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$\Delta R = \frac{8 \times 10^{-7} \times 5 \times 10^{-3} \times 90}{6000 \times (4 \times 10^{-6})^2 \times 500} = \frac{36 \times 10^{-8}}{6 \times 16 \times 5 \times 10^{-9}}$$

$$\frac{36 \times 10^{-8}}{48 \times 10^{-8}} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \Omega$$

تمرین (نمونه دولتی شیراز)

شکل‌های رو به رو مربوط به چه قطعه‌ای از مدارهای الکتریکی هستند. توضیح دهید.



(ب)

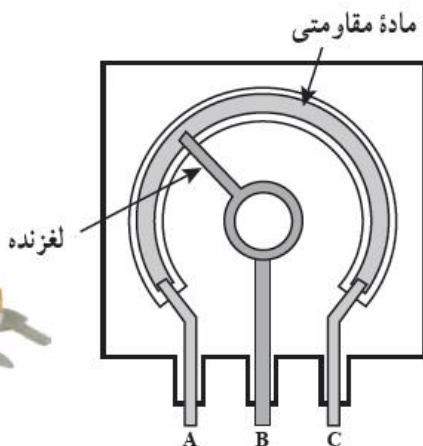
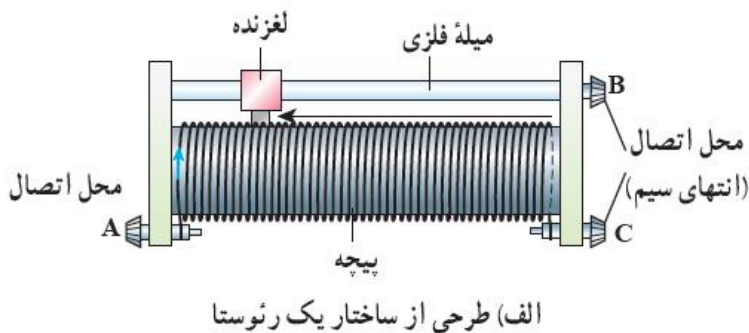
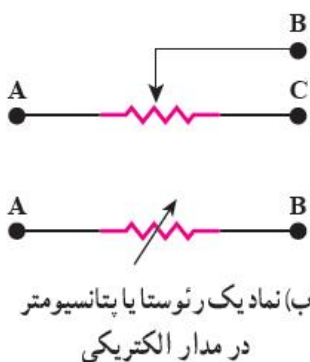
(الف)

حل: شکل الف تصویری از یک مقاومت پیچ‌ای و شکل ب یک پتانسیومتر است. پتانسیومتر نوعی مقاومت متغیر است که با چرخاندن ولوم مقاومت آن تغییر می‌کند.

در شکل صفحه‌ی بعد اسم و شکلو به خاطر بسپارید.

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.





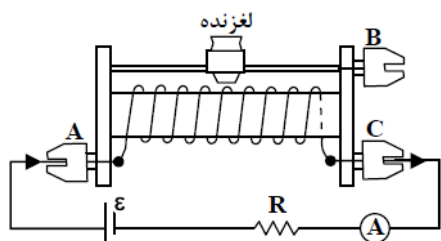
(ت) تصویری واقعی از یک پتانسیومتر

(ت) طرحی از یک پتانسیومتر

(ب) تصویری واقعی از یک رئوستا

تمرین (سراسری تجربی)

اگر در مدار مقابل، لغزنده به سمت B حرکت کند، شدت جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟



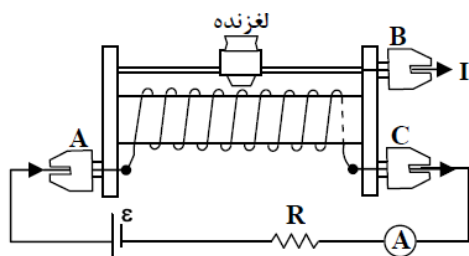
(۱) ثابت می‌ماند.

(۲) کم می‌شود.

(۳) زیاد می‌شود.

(۴) بسته به مقدار R، ممکن است کم و زیاد شود.

حل: گزینه ۱



توجه داشته باشید که اگر رئوستا به صورت روبه‌رو در مدار قرار گیرد یعنی جریان ورودی از B خارج شود، با حرکت لغزنده به سمت راست طول سیم رئوستا بیشتر شده و مقاومت مدار زیادتر می‌شود اما در این سؤال جریان ورودی از C خارج می‌شود، بنابراین جای لغزنده تأثیری در طول سیمی که جریان از آن عبور می‌کند ندارد.

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

\*رئوستا در مدار به صورت متوالی بسته می شود.

در مدار رئوستا رو به شکل زیر نمایش میدن:



## نیروی محرکه ی الکتریکی و مدار

خب رسیدیم به اصل مطلب توی این فصل !!! تا اینجا هر چی گفتیم فقط الفبای برقه. کار ما زمانی شروع میشه که با سرهم کردن این وسایل که خوندمیم به سیستم برقی یا همون مداری بسازیم که کاری برامون انجام بده. وقتی ما این قطعات الکتریکی که خوندمیم رو کنار هم میزاریم بین آنها روابط ریاضی جالبی حاکمه. کل مهندسی برق درمورد این روابط و چگونگی استفاده از اوناست.

**منبع مدار** (منبع نیروی الکتریکی):قطعه ای از مدار الکتریکی که با انجام کار روی بار الکتریکی باعث ایجاد جریان در مدار می شود.

**نیروی محرکه ی مولد (ε):** کاری که منبع نیروی محرکه ی الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت ،انجام می دهد ،تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد. واحد نیروی محرکه ژول است.

\*\*\*برق و این فصل رو نمیتونید فقط از روی تعریف یاد بگیرید. کسانی که اولین بار نیروی محرکه میفونن کیج میشن و میگن فب این یعنی پی.... وقتی سوال های مدار و تمرین ها و تست های لکلور رو حل میکنید اولش خیلی سخته براتون ولی بعد از تکرار و تمرین مفهوم تک تک اینا براتون با میفته . اینو برای این گفتیم که آکه اولش کمی کیج هستین تکرار نباشید ولی دست از تمرین بر ندرارین.

$$\frac{q}{+1c} = \frac{\Delta W}{\epsilon} \Rightarrow \Delta W = \epsilon q \Rightarrow \epsilon = \frac{\Delta W}{q}$$

• آکه دقت کرده باشین چون نیروی محرکه ژول است ، هم ارز انرژی جنبشی و پتانسیل و کار می باشه.

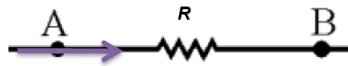
مولد حالت یه نیروگاهه که انرژی لازم جهت کار کردن مدارمون رو تامین میکنه. این نیروگاه ما قطعاً بدون استهلاک انرژی یا همون مقاومت نیست . هر مولدی دارای نیروی محرکه ی ε و مقاومت درونی r می باشه. نمایش اون به صورت زیره:



جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

یکی از کارهایی که مقاومت ها در مدار انجام میدهد افت پتانسیل می باشد. یعنی وقتی مقاومت در سیستم قرار میگیره باعث کاهش پتانسیل و انرژی در سیستم میشه و همون مفهوم مقاومت هم همینه.

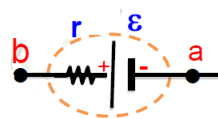
هنگامی که در یک مدار در جهت حرکت جریان از یک مقاومت بگذریم افت پتانسیل  $-RI$  توسط مقاومت ایجاد می شود.



$$V_A > V_B \longrightarrow V_A - RI = V_B \longrightarrow V_B - V_A = -RI$$

نیروی محرکه ی مولد واقعی :

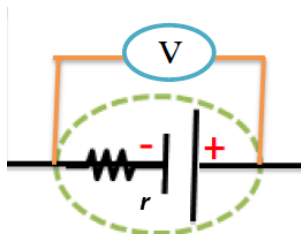
$$V_b - V_a = \varepsilon - rI$$



از آنجایی که مولد در مدارها معمولا دارای مقاومت درونی هستند میتوان دو نوع اختلاف پتانسیل برای آنها تعریف کرد.

۱. وقتی که یک مولد مقاومت  $r$  داشته باشد و جریان از این مولد عبور کند ، اگر ولتاژ دو سر این مولد را اندازه بگیریم خواهیم

$$V = \varepsilon - rI \quad \text{داشت :}$$



$rI$  را افت پتانسیل مولد می گویند.

۲. اگر از مولد جریانی عبور نکند یا به اصطلاح کلید باز باشد ، اگر در این حالت دو سر مولد را با ولت متر اندازه گیری کنیم ، ولتاژ

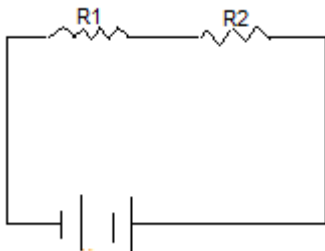
دو سر مولد برابر نیروی محرکه می باشد.

$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{0} V = \varepsilon$$

- با توجه به فرمول  $V = \mathcal{E} - rI$  زمانی اختلاف پتانسیل دو سر مولد برابر صفر است که یا جریان عبوری از مولد صفر باشد یا مقاومت درونی مولد صفر باشد.

## تحلیل مدار

مدار تک حلقه: مداری که از یک یا چند مولد و یک یا چند مقاومت تشکیل شده است. جریان در تمام قطعات و سیم حلقه یکسان است.



شکل مقابل مثالی از یک مدار تک حلقه:

چند تا راه و روش نیاز داریم که بتونیم مدارهای تک حلقه و چند حلقه رو تحلیل کنیم. به آنها می پردازیم

\* هر گاه در مدار در جهت جریان از یک مقاومت (داخل یا خارجی) عبور کنیم پتانسیل الکتریکی به اندازه  $RI$  افت یا کاهش پیدا می کند.

\* هر گاه در مدار در خلاف جهت جریان از یک مقاومت عبور کنیم، پتانسیل الکتریکی به اندازه  $RI$  افزایش پیدا می کند.

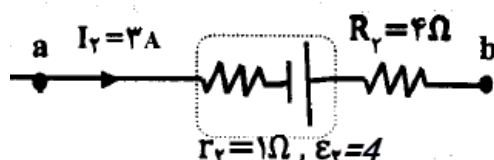
\* اگر در یک مدار، جهت حرکت ما از پایانه ی منفی مولد به مثبت مولد باشد، پتانسیل الکتریکی به اندازه ی نیروی محرکه ی مولد افزایش پیدا می کند.

\* اگر در یک مدار جهت حرکت ما از پایانه ی مثبت مولد به پایانه ی منفی آن باشد، انرژی پتانسیل ما به اندازه ی نیروی محرکه کاهش یا افت پیدا می کند.

پنر تا مثال از امتحان های هماینگ کشوری مباریم فوب بهشون دقت کنید !!

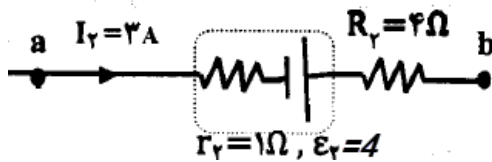
**تمرین (هماینگ کشوری)**

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین  $a$  و  $b$  را به دست بیارید.



جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

**حل:** نکاتی رو که بالا گفتیم اینجا پیاده میکنیم. همان طور که در مدار می بینید با حرکت از چپ به راست در جهت جریان اگر از مقاومت چه داخلی چه خارجی عبور کنیم به اندازه ی  $RI$  کاهش ولتاژ و پتانسیل داریم. اگر همراه با جهت جریان از سر کوچک مولد به سر منفی مولد حرکت کنیم (پایانه ی منفی مولد به مثبت) پتانسیل به اندازه ی نیروی محرکه افزایش پیدا میکند. طبق این گفته ها با محاسبات ریاضی از چپ به راست داریم:



$$V_a - rI + \varepsilon - RI = V_b$$

$$V_a - 1 \times 3 + 4 - 4 \times 3 = V_b$$

$$V_b - V_a = 11$$

مثال بالا قسمتی از یک مدار می باشد، حال ما قصد داریم یک مدار کامل تک حلقه را تحلیل پتانسیل و تحلیل مدار کنیم برای این کار علاوه بر قوانینی که قبلا گفتیم موارد زیر را نیز باید رعایت کنیم:

\* در یک مدار تک حلقه برای تحلیل آن جهت جریان به اختیار خودمان می باشد. (معمولا جهت جریان رو به ما نمیدن)

\* برای تحلیل پتانسیلی (چیزی که در سوال بالا انجام دادیم) از هر نقطه ای مدار شروع کردیم باید آنقدر برویم تا به همان نقطه برسیم. به اصطلاح به آن تحلیل حلقه ای میگن.. چرا حلقه ای؟ چون شما یک دایره ی کامل شبیه حلقه طی می کنید تا به نقطه ی شروع تحلیلتون برسید.

\* در مداری تک حلقه با فرمول زیر به سادگی میتونیم جریان را پیدا کنیم.

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum r + \sum R}$$

توی مثال ها خواهید فهمید چگونه از فرمول بالا استفاده کنید.

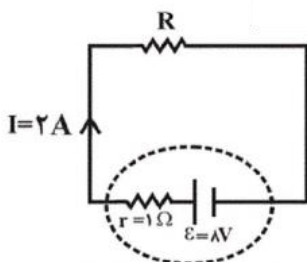
\* در فرمول بالا اگر جریانی که به دست بیاریم مثبت باشد، یعنی جهت جریان را درست انتخابی کرده ایم، اگر منفی باشد یعنی جهت جریان را اشتباه انتخاب کرده ایم.



ادیسون را از کورگی از مدرسه افراج کردن، دلیل آن را کورگی و کندهن بودن او اعلام کردن. با تلاش مادرش کورگی را در خانه در سن خوانند. هم کلاسی هایش در دوران دبیرستان او را کورگی و مسخره میگفتند!! اره او ادیسون است بزرگترین مقلد که تاریخ نظیرش را ندیده. ادیسون در بیوکرافیش میکویر، اگر به اعتقاد رنگران نسبت به فرود باور و به تلاش فرود ناباور میشدم هرگز این اختراعات ثبت نمی شد.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین



در مدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر باتری چند ولت است؟

۶(۲)

۸(۱)

۲(۴)

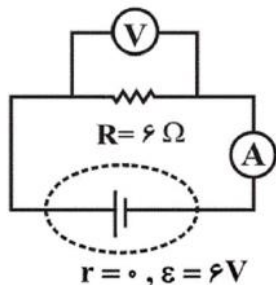
۴(۳)

**حل:** طبق چیزی که قبلاً گفتیم اختلاف پتانسیل دو سر باتری از رابطه ی  $v = \varepsilon - rI$  به دست می آید.

$$v = \varepsilon - rI \Rightarrow v = 8 - 1 \times 2 = 6v$$

## تمرین

در مدار شکل زیر، اگر به جای مقاومت ۶ اهمی یک مقاومت ۱۲ اهمی قرار دهیم، مقدارهایی که ولت‌سنج ایده‌آل و آمپرسنج ایده‌آل نشان خواهند داد، به ترتیب از



راست به چپ نسبت به حالت قبل چگونه تغییر می کنند؟

(۱) تغییر نمی کند- نصف می شود.

(۲) تغییر نمی کند- دو برابر می شود.

(۳) کم تر می شود- بیشتر می شود.

(۴) بیشتر می شود- کمتر می شود.

## حل:

ولت‌سنج ایده‌آل اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت و یا دو سر باتری را نشان می‌دهد که چون اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با  $V = \varepsilon - rI = \varepsilon - 0 = \varepsilon$  است، نتیجه می‌گیریم که عدد ولت‌سنج ایده‌آل ثابت می‌ماند. با دو برابر شدن مقاومت خارجی مدار، چون مقاومت درونی باتری صفر است، طبق رابطه

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{R}$$

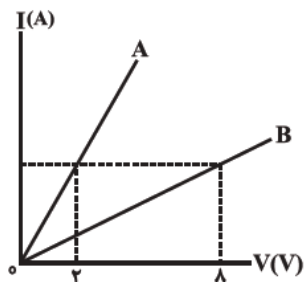
جریان عبوری از مدار یعنی همان عدد آمپرسنج ایده‌آل نصف می‌شود.

رتبه و درصد لازم برای قبولی در رشته پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران	
نام درس	درصد مورد نیاز
ادبیات	70
عربی	80
معارف	90
زبان انگلیسی	80
زمین شناسی	30
زیست شناسی	90
ریاضیات	90
فیزیک	90
شیمی	90
منبع: سایت کنکور	
محدوده رتبه در سهمیه منطقه 1	رتبه 1 تا 83
محدوده رتبه در سهمیه منطقه 2	رتبه 1 تا 187
محدوده رتبه در سهمیه منطقه 3	رتبه 1 تا 426

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

نمودار جریان عبوری از دو مقاومت مجزای A و B بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آنها مطابق شکل زیر است. اگر این دو مقاومت به صورت مجزا به اختلاف پتانسیل ثابتی بسته شوند، مدت زمانی که طول می کشد تا مقدار معینی بار الکتریکی از مقاومت A عبور کند، چند برابر مدت زمانی است که طول می کشد تا همان مقدار بار الکتریکی از مقاومت B عبور کند؟



(۱) ۴

(۲)  $\frac{1}{4}$

(۳) ۱۶

(۴)  $\frac{1}{16}$

حل:

با توجه به نمودار I-V و با استفاده از رابطه قانون اهم، داریم:

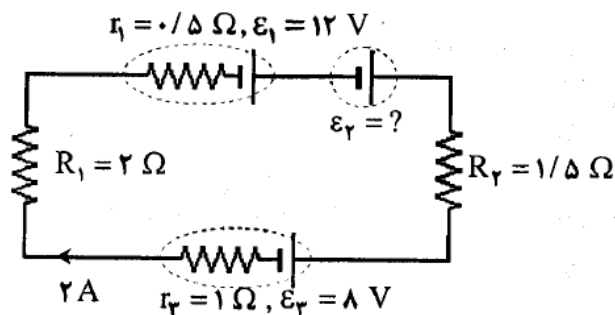
$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{V_A}{I}}{\frac{V_B}{I}} = \frac{V_A}{V_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

وقتی دو سر مقاومت‌ها به اختلاف پتانسیل یکسانی بسته شوند، داریم:

$$V_A = V_B \Rightarrow R_A I_A = R_B I_B \xrightarrow{I = \frac{\Delta q}{\Delta t}} \frac{R_A}{R_B} = \frac{I_B}{I_A} = \frac{\frac{\Delta q}{\Delta t_B}}{\frac{\Delta q}{\Delta t_A}} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} \Rightarrow \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} = \frac{1}{4}$$

تمرین (هماهنگ کشوری)

در مدار شکل مقابل، جریان در جهت داده شده ۲A است. مطلوب است:

نیروی محرکه  $\mathcal{E}_2$ اختلاف پتانسیل دو سر مولد  $\mathcal{E}_2$ 

حل:

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

$$I = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2 - \epsilon_3}{R_1 + r_1 + R_2 + r_2} \quad (0/25) \quad \quad \quad \epsilon_2 = 6 \text{ V} \quad (0/25)$$

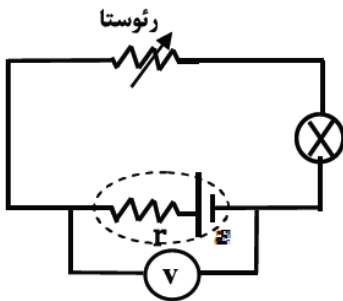
$$I = \frac{12 + \epsilon_2 - 8}{2 + 0/5 + 1/5 + 1} \quad (0/25) \quad \quad \quad \Delta V_2 = 8 + (2 \times 1) = 10 \text{ V} \quad (0/25)$$

$$\Delta V_2 = \epsilon_2 + I r_2 \quad (0/25)$$

تمرین (هماهنگ کشوری ۹۶)

در مدار روبه‌رو، یک لامپ، باتری، رئوستا و ولت‌سنج (ایده‌آل) به هم متصل شده‌اند. اگر مقاومت رئوستا را کاهش دهیم، درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با حرف (ص) یا (غ) مشخص کنید:

الف) عدد نیروی محرکه باتری تغییر می‌کند.  
ب) نور لامپ کمتر می‌شود.  
ج) عدد ولت‌سنج کاهش می‌یابد.



حل:

هر مورد (۰/۲۵)

الف) غ      ب) غ      ج) ص

تمرین (هماهنگ کشوری ۹۶)

با توجه به جمله‌های ستون A، گزینه مناسب را از ستون B انتخاب کنید و به پاسخ‌برگ انتقال دهید (در ستون B دو مورد اضافی است).

ستون B	ستون A
(a) آمپرسنج	الف) از این وسیله برای تنظیم و کنترل جریان در مدار استفاده می‌کنند.
(b) موازی	ب) ضریب دمایی مقاومت ویژه در این مواد منفی است.
(c) رئوستا	ج) چراغ‌های جلو و عقب خودرو به این صورت بسته می‌شوند.
(d) نیم‌رسانا	د) با این وسیله، مقاومت یک لامپ خاموش را اندازه‌گیری می‌کنند.
(e) اهم‌متر	
(f) متوالی	

حل:

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.



الف) رئوستا (C) ب) نیمرسانا (d) ج) موازی (b) د) اهم متر (e)  
هر مورد (۰/۲۵)

## توان در مدار های الکتریکی

کار نیروی خارجی که اجزای مدار در واحد زمان انجام می دهند.

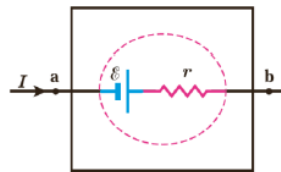
$$W = \Delta q \Delta V \quad \text{کار نیروی خارجی}$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta q \Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Delta V = I \Delta V$$

هر مقاومتی در یک سیستم الکتریکی توانی را مصرف میکند و باعث کاهش توان سیستم می شود. توان یک مقاومت در سیستم اینگونه است؟

$$P = I \Delta V \quad \left. \begin{array}{l} R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{V}{I} \\ I = \frac{V}{R} \end{array} \right\} P_{\text{مصرفی}} = |I(RI)| = RI^2 \quad \left. \begin{array}{l} P_{\text{مصرفی}} = \frac{(\Delta V)^2}{R} \\ P_{\text{مصرفی}} = \frac{V^2}{R} \end{array} \right\} \text{یا}$$

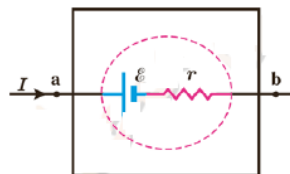
توان خروجی یک منبع نیروی محرکه واقعی:



$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{خروجی}} = I \Delta V \\ \Delta V = \varepsilon - rI \end{array} \right\} P_{\text{خروجی}} = I(\varepsilon - rI) = \varepsilon I - rI^2$$

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

توان در باتری ضد محرکه (باتری یا مولدی که در خلاف جهت جریان است و باعث کاهش انرژی سیستم می شود)



$$\left. \begin{aligned} P_{\text{ورودی}} &= |I\Delta V| \\ \Delta V &= -\varepsilon - rI \end{aligned} \right\} P_{\text{ورودی}} = |I(-\varepsilon - rI)| = \varepsilon I + rI^2$$

\*\*توان الکتریکی در مولد به سه صورت دیده می شود:

$$P_1 = \varepsilon I$$

الف) توان ورودی یا توان الکتریکی تولید شده:

$$P_r = rI^2$$

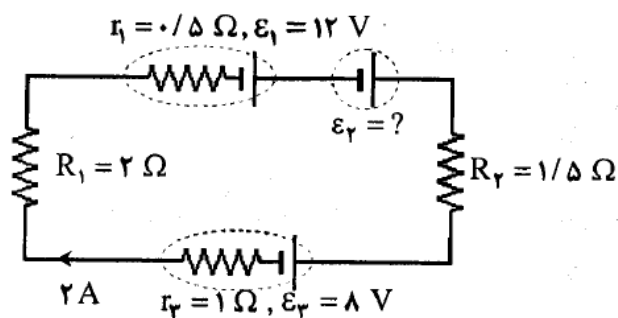
ب) توان الکتریکی تلف شده:

$$P_R = VI \quad \text{یا} \quad P_R = \varepsilon I - rI^2$$

ج) توان مفید (توان خروجی):

در فرمول های بالا به راحتی قابل رویت است که هر چه  $r$  کوچکتر باشد توان مفید مولد بیشتر است.

تمرین (همانگ کشوری)



در مدار شکل مقابل، جریان در جهت داده شده  $2A$  است.

مطلوب است:

الف) توان مصرفی در مقاومت  $R_1$

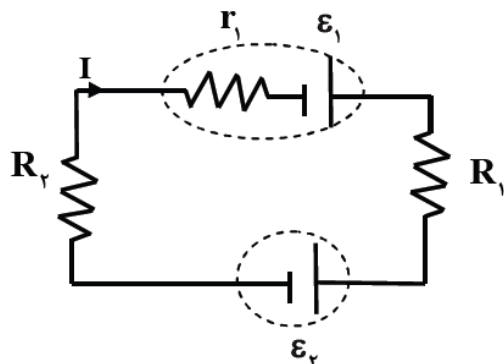
جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

$$P_1 = R_1 I^2 \quad (۰/۲۵)$$

$$P = 2(2)^2 = 8 \text{ W} \quad (۰/۲۵)$$

حل:

تمرین (هماهنگ کشوری)



در مدار شکل مقابل، اگر جریان در جهت داده شده  $0.5 \text{ A}$  باشد،

الف) نیروی محرکه مولد  $\epsilon_r$  چند ولت است؟

ب) توان خروجی باتری  $\epsilon_r$  چند وات است؟

$$\epsilon_1 = 12 \text{ V} \quad \epsilon_r = ?$$

$$r_1 = 1 \Omega \quad R_1 = 3 \Omega \quad R_r = 2 \Omega$$

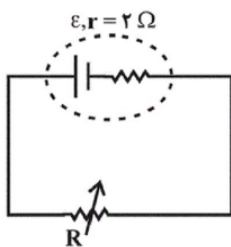
حل:

$$I = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_r}{r_1 + R_1 + R_r} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow 0.5 = \frac{12 - \epsilon_r}{1 + 3 + 2} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \epsilon_r = 9 \text{ V} \quad (۰/۲۵) \quad \text{الف)}$$

$$P = \epsilon_r I - r_1 I^2 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow P = 9 \times 0.5 - 1 \times 0.5^2 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow P = 4.25 \text{ W} \quad (۰/۲۵) \quad \text{ب)}$$

تمرین

در مدار شکل زیر یک باتری به مقاومت متغیر  $R$  متصل گردیده است و در ابتدا مقاومت متغیر روی مقدار  $8 \text{ اهم}$  تنظیم شده است. مقدار این مقاومت حداقل چند اهم تغییر کند تا توان خروجی باتری  $50\%$  درصد افزایش یابد؟



۳ (۱)

۵ (۲)

 $\frac{4}{3}$  (۳)

 $\frac{20}{3}$  (۴)

حل: توان خروجی باتری:  $\epsilon I - r I^2$  اگر به جای  $I = \frac{\epsilon}{R+r}$  و در فرمول جایگزاری کنیم داریم:

$$P = \epsilon \left( \frac{\epsilon}{r+R} \right) - r \left( \frac{\epsilon}{r+R} \right)^2$$

توان خروجی باتری  $50\%$  درصد افزایش یافته یعنی  $1.5$  برابر مقدار اولیه شده است لذا

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

داریم :

$$\frac{P_r}{P_1} = \frac{R_r \frac{\epsilon^2}{(r+R_r)^2}}{R_1 \frac{\epsilon^2}{(r+R_1)^2}} \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \frac{R_r (r+R_1)^2}{R_1 (r+R_r)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{25} = \frac{R_r}{(r+R_r)^2} \Rightarrow 3(R_r^2 + 4R_r + 4) = 25R_r$$

$$\rightarrow 3R_r^2 - 13R_r + 12 = 0 \rightarrow (3R_r - 4)(R_r - 3) = 0$$

$$\Rightarrow R_r = 3\Omega, R_r = \frac{4}{3}\Omega$$

در سؤال، حداقل مقدار تغییر مقاومت خواسته شده، بنابراین مقاومت از ۸ اهم به ۳ اهم باید تغییر کند، یعنی ۵ اهم کاهش یابد.

## به هم بستن مقاومت ها

معمولا توی سیستم ها و مدارهای الکتریکی بیشتر از یک عدد مقاومت وجود دارد. مهندسان برق از مفهوم مقاومت معادل استفاده کردن. بدین معنا که به دست آوردن توان و جریان و ویژگی های تک تک مقاومت ها کاری دشوار است. لذا برای آسان کردن کار محاسبات یک مقاومت به جای همه ی مقاومت جایگزین میشود که مقاومت معادل می گویند.

روش های زیادی برای به دست آوردن مقاومت معادل وجود دارد. اما در کتاب شما به دو نوع متوالی و موازی اشاره شده است.

### مقاومت های متوالی

در مقاومت های متوالی ویژگی هایی وجود دارد.

الف) مقاومت های متوالی همگی در یک مسیر هستند به صورتی که اگر یکی از مقاومت ها قطع شود، بقیه ی مقاومت ها هم قطع می شوند. جریان گذرنده از مقاومت های متوالی یکسان است.

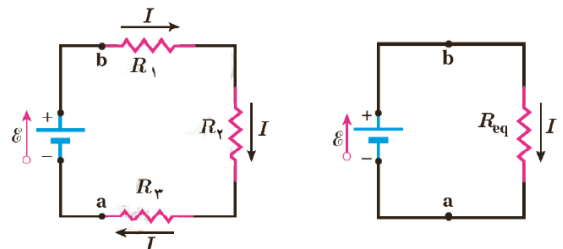


$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

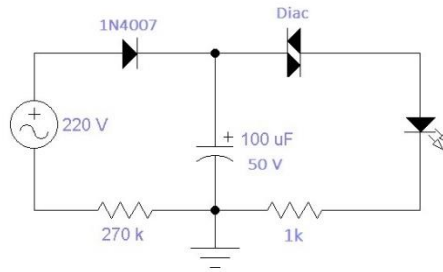
$$R_T I = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$



جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

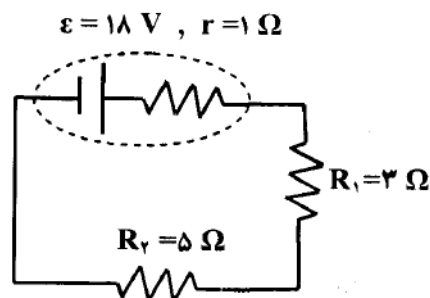
\*زمانی چند مقاومت متوالی هستند که بین آنها هیچ گونه انشعابی نباشد. مثلا در شکل زیر دو مقاومت متوالی نیستند.



\*زمانی دو مقاومت متوالی هستند که بین دو مقاومت عناصر الکتریکی نباشد، یعنی اگر بین دو مقاومت خازن، دیود، انشعاب، مولد و ... باشد، دیگر متوالی محسوب نمی شود.

تمرین (همانگ کشوری)

مقاومت معادل و توان خروجی باتری چقدر است؟



حل: با توجه به مواردی که بالا گفتیم در این مدار سه مقاومت متوالی وجود دارد.

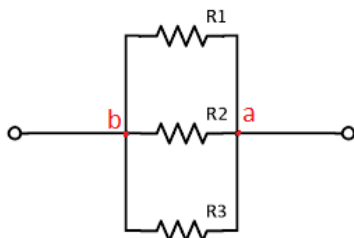
$$R_{\text{معادل}} = R_{\text{مولد}} + R_1 + R_2 = 1 + 3 + 5 = 9$$

$$P = \varepsilon I - rI^2 \quad (0/25) \quad P = 18 \times 2 - 1 \times 4 = 32 \text{ V} \quad (0/25)$$

\*مقاومت معادل در مقاومت های متوالی، مقاومت معادل باید از تک تک مقاومت ها بزرگتر باشد.

## به هم بستن موازی مقاومت ها

حالت دیگه ی به هم بستن مقاومت ها موازی است. بدین صورت که دو سر تمام مقاومت ها با هم در نقاط یکسان قرار دارند.



در این حالت بر خلاف متوالی، به تعداد مقاومت ها راه برای عبور جریان وجود دارد.

اگر یکی از مقاومت ها قطع شود، بقیه ی شاخه ها همچنان دارای جریان هستند.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

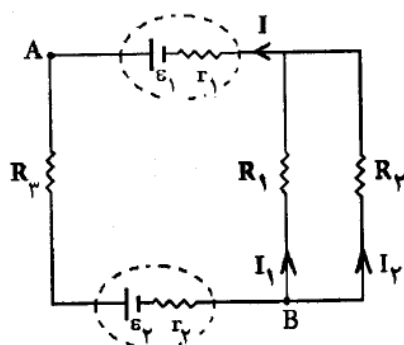
اختلاف پتانسیل تمام شاخه ها یکسان است.

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{1}{R_{\text{معادل}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

تمرین (هماهنگ کشوری)



در مدار شکل روبه رو :

الف)  $V_A - V_B$  را محاسبه کنید.

ب) شدت جریان  $I_2$  چند آمپر است؟

پ) توان مصرفی در مقاومت  $R_1$  چقدر است؟

$$\varepsilon_1 = 24 \text{ V} , \varepsilon_2 = 6 \text{ V} , r_1 = r_2 = 1 \Omega$$

$$R_1 = 3 \Omega , R_2 = 6 \Omega , R_3 = 2 \Omega$$

$$I_1 = 2 \text{ A} , I = 3 \text{ A}$$

\*\*نسبت به فصل ها و جزوه ی دهم و دوازدهم سوال های تشریحی این فصل رو بیشتر کردیم چون این فصل به مفهوم و این که

بقدر تشریحیه کتاب رو بلد باشین وابستس!!

$$V_A - IR_3 - Ir_2 - \varepsilon_2 = V_B \quad (0/5)$$

الف)

$$V_A - V_B = (3 \times 2) + (3 \times 1) + 6$$

$$V_A - V_B = 15 \text{ V} \quad (0/25)$$

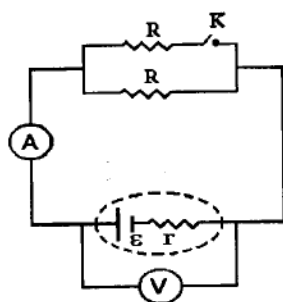
ب)

$$I = I_1 + I_2 \quad (0/25) \quad I_2 = 3 - 2 = 1 \text{ A} \quad (0/25)$$

$$P_1 = R_1 I_1^2 \quad (0/25) \rightarrow P_1 = 3(2)^2 = 12 \text{ W} \quad (0/25)$$

پ)

تمرین (هماهنگ کشوری)



در شکل روبه رو دو مقاومت مشابه، موگد، کلید، آمپرسنج و ولتسنج ایده آل در مداری به هم متصل شده‌اند. اگر کلید k را ببندیم، خانه‌های خالی جدول زیر را با کلمه‌های (( افزایش ، کاهش ، ثابت )) کامل کنید:

مقاومت معادل	عدد ولتسنج	نیروی محرکه موگد	افت پتانسیل در موگد

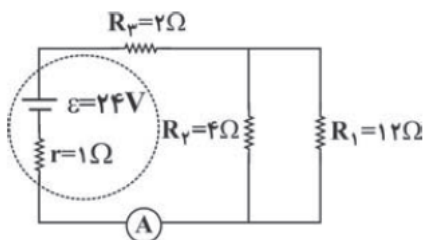
حل:

مقاومت معادل	عدد ولتسنج	نیروی محرکه موگد	افت پتانسیل در موگد
کاهش	کاهش	ثابت	افزایش

(هر مورد ۰/۲۵)

تمرین

در مدار شکل زیر، اگر محل مولد و مقاومت  $R_p$  عوض شود، جریانی که آمپرسنج ایده آل نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟



(۱) ۰/۴A افزایش می‌یابد.

(۲) ۰/۸A افزایش می‌یابد.

(۳) ۰/۴A کاهش می‌یابد.

(۴) ۰/۸A کاهش می‌یابد.

در مدار نشان داده شده، در هر حالت ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم. در حالت اول، دو مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  با هم موازی و معادل این دو با مقاومت  $R_3$  به صورت متوالی بسته شده است.

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_{1,2} = 3\Omega \Rightarrow R_{eq} = 3 + 2 = 5\Omega$$

جریان عبوری از مدار و عددی که آمپرسنج در این حالت نشان می‌دهد، برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{5 + 1} = 4A$$

اگر جای مولد و مقاومت  $R_p$  عوض شود، در این صورت دو مقاومت  $R_2$  و  $R_3$  با هم متوالی و معادل این دو با مقاومت  $R_1$  به صورت موازی بسته شده است. در این حالت جریان عبوری از مدار به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$R'_{2,3} = 4 + 2 = 6\Omega \Rightarrow \frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow R'_{eq} = 4\Omega$$

$$\Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{24}{4 + 1} = 4/8A$$

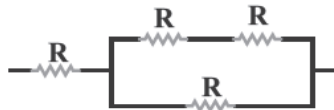
در این حالت آمپرسنج در شاخه اصلی مدار قرار نداشته و جریان عبوری از دو مقاومت  $R_2$  و  $R_3$  یعنی  $3/2A$  را نشان می‌دهد؛ در نتیجه عددی که نشان می‌دهد، نسبت به حالت اول ۰/۸ آمپر کاهش می‌یابد.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

بیشترین توان قابل تحمل هر یک از مقاومت‌های یکسان در شکل زیر، برابر با  $9W$  است. بیشترین توانی را که می‌توان از این مدار گرفت به گونه‌ای که

هیچ‌کدام از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چند وات است؟



$$6 \text{ (2)}$$

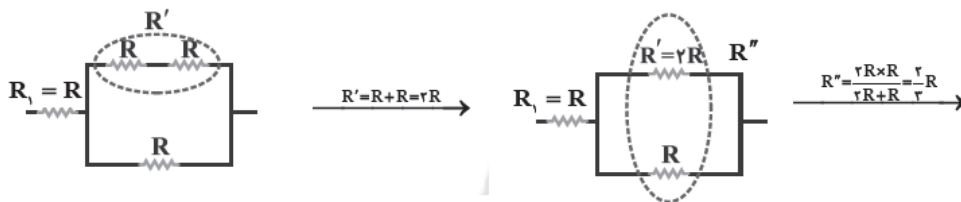
$$3 \text{ (1)}$$

$$15 \text{ (4)}$$

$$9 \text{ (3)}$$

## حل:

چون جریان گذرنده از  $R_1$  بیش‌تر است، بنابراین توان مصرفی آن نیز بیش‌ترین می‌باشد. با توجه به رابطه  $P = RI^2$  و با داشتن توان مقاومت  $R_1$  می‌توان مصرفی کل مدار را حساب کرد.

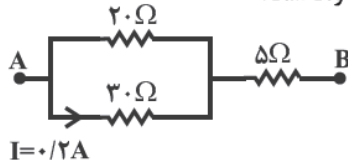


$$R_1 = R \quad R'' = \frac{2}{3}R \quad \rightarrow R_{eq} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R \quad P = RI^2 \xrightarrow{I_T = I} \frac{P_T}{P_1} = \frac{R_T}{R_1}$$

$$P_T = \frac{5}{3}P_1 = \frac{5}{3} \cdot 9 = 15W$$

## تمرین

در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، اندازه اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B چند ولت است؟



$$8/5 \text{ (2)}$$

$$3/4 \text{ (1)}$$

$$34 \text{ (4)}$$

$$17 \text{ (3)}$$

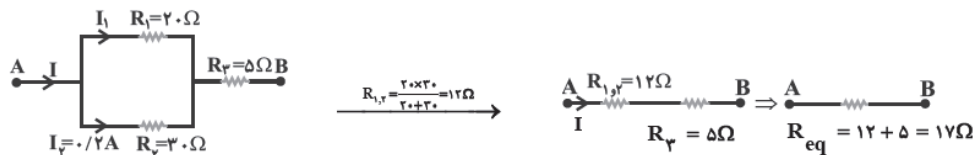
## حل:



پروفسور عزیز!!! آقا!!! فانوم!!! یادگیری فیزیک اصلا به فوندن یک یا ده کتاب نیست !!!  
فیزیک صرفا با تکرار و تمرین مداوم و فهم کامل مفاهیم قابلیت اینو پیدا میکنید که در  
کنکور مرفی داشته باشید. بازم می‌گم بویگیر نشین توی واقعیت زندگی کنید!!!!!!

جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.





چون مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  موازی‌اند، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر است و داریم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 7 \times I_1 = 3 \times I_2 / 2$$

$$\Rightarrow I_1 = 0 / 3A$$

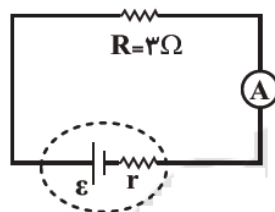
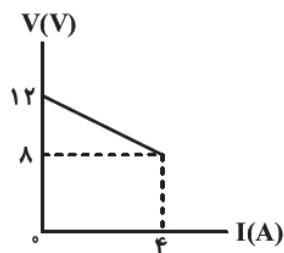
$$I = I_1 + I_2 = 0 / 3 + 0 / 2 = 0 / 5A$$

با توجه به در اختیار داشتن مقاومت معادل مدار و جریان شاخه اصلی، داریم:

$$V_{AB} = R_{eq} I = 17 \times 0 / 5 = 8 / 5V$$

### تمرین

- در شکل زیر، نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولدی که در مدار سمت راست قرار گرفته است، برحسب جریان الکتریکی عبوری از آن نشان داده شده است. د



این مدار، آمپرسنج ایده‌آل چند آمپر را نشان می‌دهد؟

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

حل:

ابتدا با استفاده از نمودار  $V-I$  و رابطه  $V = \epsilon - rI$ ، نیروی محرکه مولد و مقاومت درونی آن را حساب می‌کنیم.

$$V = \epsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} I=0 \Rightarrow V=12V \rightarrow 12 = \epsilon - 0 \Rightarrow \epsilon = 12V \\ I=4A \Rightarrow V=8V \rightarrow 8 = 12 - 4r \Rightarrow r = 1\Omega \\ \epsilon = 12V \end{cases}$$

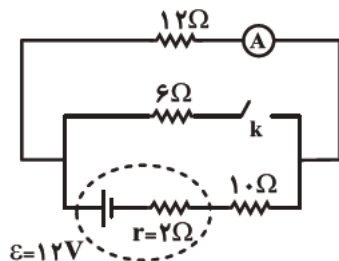
اکنون با استفاده از رابطه  $I = \frac{\epsilon}{R+r}$ ، جریان الکتریکی مدار را که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، به دست می‌آوریم.

$$I = \frac{\epsilon}{R+r} = \frac{\epsilon=12V, r=1\Omega}{R=3\Omega} \rightarrow I = \frac{12}{3+1} \Rightarrow I = 3A$$

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

در مدار شکل زیر، با بستن کلید  $k$ ، جریان عبوری از آمپرسنج ایده‌آل چگونه تغییر می‌کند؟



(۱) ۰/۲۵ آمپر کاهش می‌یابد.

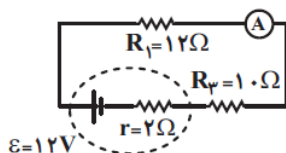
(۲) ۰/۲۵ آمپر افزایش می‌یابد.

(۳) ۰/۵ آمپر کاهش می‌یابد.

(۴) ۰/۵ آمپر افزایش می‌یابد.

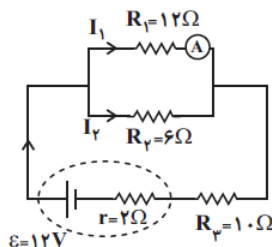
## حل:

در حالت اول و قبل از بستن کلید، شکل ساده شده مدار به صورت زیر است که در این حالت، آمپرسنج ایده‌آل جریان عبوری از مولد را نشان می‌دهد:



$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_r + r} \xrightarrow{\varepsilon=12V, r=2\Omega} I = \frac{12}{12+10+2} = \frac{12}{24} = 0.5 \text{ A}$$

در حالت دوم و بعد از بستن کلید، دو مقاومت  $R_1$  و  $R_r$  موازی شده و با مقاومت  $R_p$  متوالی می‌باشد:



$$R_{eq} = \frac{R_1 R_r}{R_1 + R_r} + R_p = \frac{6 \times 12}{6 + 12} + 10 = 14 \Omega \quad I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{12}{14 + 2} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ A}$$

در این حالت، جریان  $0.75 \text{ A}$  بین دو مقاومت موازی  $R_1$  و  $R_r$  توزیع می‌شود:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = 0.75 \text{ A} \\ \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_r} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{12}{6} = 2 \end{cases} \Rightarrow I_1 + 2I_1 = 0.75 \Rightarrow 3I_1 = 0.75 \Rightarrow I_1 = 0.25 \text{ A}$$

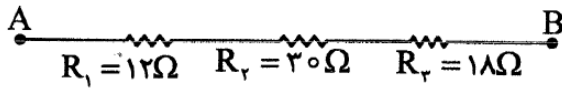
پس جریان عبوری از آمپرسنج ایده‌آل به اندازه  $0.25 \text{ A} - 0.25 \text{ A} = 0.5 \text{ A}$  کاهش می‌یابد.

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

در شکل مقابل که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، اگر دو نقطه A و B را حداکثر به اختلاف پتانسیل  $240\text{V}$  ببندیم هیچ کدام از مقاومت‌ها آسیب نمی‌بینند. حداکثر ولتاژ قابل تحمل توسط مقاومت‌های مدار مقابل

چند ولت است؟



۱۶۰ (۲)

۱۲۰ (۱)

۷۲ (۴)

۴۸ (۳)

حل:

برای تعیین پاسخ سؤال ابتدا با توجه به یکسان بودن جریان عبوری از مقاومت‌ها در حالت متوالی بودن، تعیین می‌کنیم که اختلاف پتانسیل دو سر تک تک مقاومت‌های با یکدیگر چه رابطه‌ای دارند:

$$\begin{cases} V_1 = 2V \\ V_2 = 5V \rightarrow 2V + 5V + 3V = 240 \rightarrow 10V = 240 \rightarrow V = 24V \\ V_3 = 3V \end{cases}$$

از آنجا که مقاومت  $R_2$  بیش‌ترین اختلاف پتانسیل را دارد، پس حداکثر ولتاژ قابل تحمل به این مقاومت متعلق است:

$$V_{\max} = 5 \times 24 = 120\text{V}$$

## تمرین

$n$  مقاومت مشابه را یک بار به صورت متوالی و بار دیگر به صورت موازی به هم می‌بندیم و این دو مجموعه را به طور جداگانه به اختلاف پتانسیل ثابت و یکسان متصل می‌کنیم. توان مصرفی کل در حالت موازی بستن چند برابر حالت متوالی بستن مقاومت‌ها است؟

$$\frac{1}{n^2} \text{ (۴)} \quad n^2 \text{ (۳)} \quad n \text{ (۲)} \quad \frac{1}{n} \text{ (۱)}$$

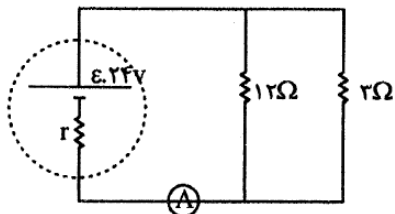
حل:

مقاومت معادل حالت موازی و متوالی به ترتیب  $R_1 = \frac{R}{n}$  و  $R_2 = nR$  است. به کمک  $P = \frac{V^2}{R}$  و با توجه به یکسان بودن  $V$  در هر دو حالت داریم:

$$\frac{P_{\text{موازی}}}{P_{\text{متوالی}}} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{nR}{\frac{1}{n}R} = n^2$$

## تمرین

در مدار شکل مقابل، مولد با حداکثر توان خروجی انرژی الکتریکی تولید می‌کند. در این صورت به ترتیب ۲ چند اهم است و آمپرسنج آرمانی چند آمپر را نشان می‌دهد؟



(۱) ۲، ۶

(۲) ۴، ۶

(۳) ۱۰، ۲/۴

(۴) ۵، ۲/۴

## حل:

در مدار تک مولد هر گاه  $R_{eq} = r$  باشد، باتری حداکثر توان خروجی خود را دارد. در این حالت جریان شاخه اصلی مدار

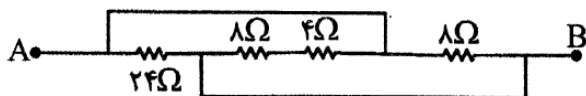
$$\text{برابر } \frac{\mathcal{E}}{2r} \text{ است:}$$

$$r = R_{eq} = \frac{12 \times 3}{12 + 3} = \frac{36}{15} = 2/4 \Omega$$

$$I = \frac{24}{2 \times 2/4} = 5A$$

## تمرین

مقاومت معادل میان A و B در مدار شکل مقابل چند اهم است؟



(۲) ۱/۶

(۱) ۴۴

(۴) ۴

(۳) صفر

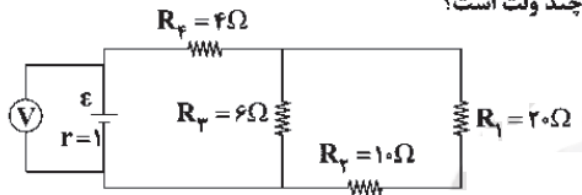
## حل:

با نام‌گذاری گره‌ها به خوبی مشخص می‌شود که مدار در واقع از سه مقاومت موازی  $24\Omega$  و  $12\Omega$  و  $8\Omega$  تشکیل می‌شود که مقاومت معادل آنها عبارتست از:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{1}{24} \rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

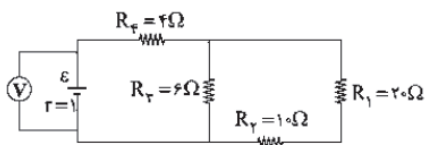
## تمرین

در مدار زیر، ولت‌سنج ایده‌آل  $۳۶V$  را نشان می‌دهد. نیروی محرکه باتری چند ولت است؟



- (۱) ۴۰  
(۲) ۳۸  
(۳) ۴۲  
(۴) ۴۴

حل:



$R_1, 2, 3 \Rightarrow R_{1,2,3} = R_1 + R_2 = 30\Omega$

$R_1, 2, 3 \Rightarrow R_{1,2,3} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = 5\Omega$

$R_f, R_{1,2,3} \Rightarrow R_{eq} = R_{1,2,3} + R_f = 9\Omega$

گام دوم: با توجه به محل نصب ولت‌سنج می‌توانیم بگوییم که ولت‌سنج اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری را نشان می‌دهد که برابر اختلاف

پتانسیل دو سر مقاومت معادل مدار است و داریم:

$$R_{eq} = \frac{V}{I} \Rightarrow 9 = \frac{36}{I} \Rightarrow I = 4A$$

گام دوم: با توجه به محل نصب ولت‌سنج می‌توانیم بگوییم که ولت‌سنج اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری را نشان می‌دهد که برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل مدار است و داریم:

$$R_{eq} = \frac{V}{I} \Rightarrow 9 = \frac{36}{I} \Rightarrow I = 4A$$

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 36 = \varepsilon - 1(4) \Rightarrow \varepsilon = 40V$$

گام سوم: با توجه به جریان به دست آمده داریم:

## تمرین

مقاومت الکتریکی المنت یک کتری برقی  $20\Omega$  است و با ولتاژ  $200V$  کار می‌کند. در صورتی که در هر روز نیم‌ساعت از کتری استفاده

شود و بهای برق مصرفی هر کیلووات ساعت معادل  $50$  تومان باشد، هزینه یک ماه مصرف این کتری در ماه بهمن چند تومان می‌شود؟

- (۱) ۲۰۰۰ (۲) ۳۰۰۰ (۳) ۷۵۰ (۴) ۱۵۰۰

حل:

توان مصرفی این کتری را از رابطه  $P = \frac{V^2}{R}$  محاسبه می‌کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{200^2}{20} = 2000W = 2kW$$

زمان مورد استفاده در هر ماه  $15 = 30 \times 0.5$  ساعت و در نتیجه مقدار انرژی مصرفی ماهانه برابر است با،

$$U = P \cdot t = 2 \times 15 = 30kWh$$

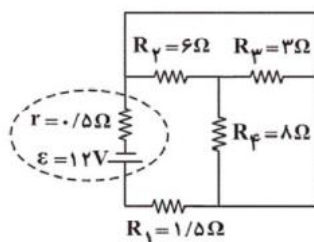
بنابراین بهای مصرفی برق برابر خواهد بود با،

$$\text{تومان} = 30 \times 50 = 1500$$

جهت سوال و خرید جزوه های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

## تمرین

در مدار شکل زیر توان خروجی مولد چند وات است؟



(۱) ۵۴

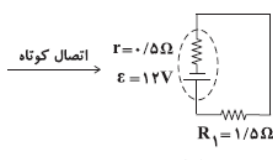
(۲) ۳۶

(۳) ۴۸/۲

(۴) صفر

## حل:

در مدار صورت سوال، مقاومت‌های  $R_3$ ،  $R_4$  و  $R_2$  اتصال کوتاه می‌شوند و از مدار حذف می‌شوند.



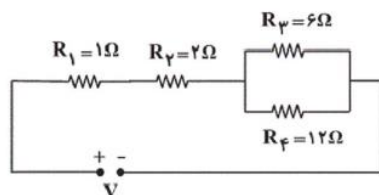
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{1/5 + 0.5} = 6A \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - r I^2$$

$$\frac{\varepsilon = 12V, r = 0.5\Omega}{I = 6A} \rightarrow P = 72 - 18 = 54W$$

## تمرین

در شکل زیر دو سر مجموعه مقاومت‌ها را به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل کرده‌ایم. توان مصرفی کدام مقاومت بیشتر از بقیه است؟ (هیچ

یک از مقاومت‌ها آسیب نمی‌بیند).



(۱)  $R_1$

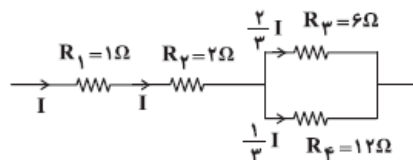
(۲)  $R_2$

(۳)  $R_3$

(۴)  $R_4$

## حل:

به کمک رابطه  $P = R^2 I^2$  توان مصرفی هر مقاومت را با دیگری مقایسه می‌کنیم



جهت سوال و خرید جزوه‌های مکمل و مشاوره به شماره یا ایمیل اول جزوه مراجعه کنید.

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 1 \times I^2 = I^2 \quad P_2 = R_2 I_2^2 = 2 \times I^2 = 2I^2 \quad P_3 = R_3 I_3^2 = 6 \times \left(\frac{2}{3}I\right)^2 = 6 \times \frac{4}{9}I^2 = \frac{8}{3}I^2$$

$$P_4 = R_4 I_4^2 = 12 \times \left(\frac{1}{3}I\right)^2 = 12 \times \frac{1}{9}I^2 = \frac{4}{3}I^2$$

توان مصرفی مقاومت  $R_3$  بیشتر از سایر مقاومت‌هاست.

\*\*\*\*\*

با خرید جزوه ها و عدم کپی آنها به ارتقای تالیف و کیفیت آموزشی کمک کنید