



برای تالیف و گردآوری این مجموعه و صداگذاری آن زحمت خیلی زیادی کشیدم
 شبهای زیادی تا صبح بیدار موندم از دوستان کم لطفی که فایل جزوه رو پخش میکنند و همین طور افرادی که از این فایل
 ها استفاده میکنند، قلب ارضی نیستم و قطعاً دنیا بدون حساب کتاب نخواهد بود، یقین دارم یه روزی، یه جایی، یه
 جوری تاوانشو پس میدن. امیدوارم اونجا سر جلسه ی کنکور نباشه چون دلم نمیداد دعا کنم که کنکورتو خراب کنی ولی
 از ته دل دعا میکنم اون جایه جای مهمی باشه که تاوانش سنگین باشه و قشنگ بفهمی این تاوان بابت چی هستش



رَبِّكَ مُطَاعٌ : اَللّٰهُمَّ اٰخِرِ جَنّٰى مِنْ ظُلُمَاتِ النُّوْمِ وَاكْرِمْنِىْ بِنُوْرِ الْفَهْمِ اَللّٰهُمَّ اقْتَحِ عَلَيْنَا اَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَاَنْشُرْ

عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُوْمِكَ بِرَحْمَتِكَ يَا اَرْحَمَ الرَّاحِمِيْنَ خدایا مرا بیرون آور از تاریکیهای وهم، و به نور فهم مرا گرامی بدار، خدایا درهای رحمت را به روی ما بگشا، و خزانه های دانشت را بر ما باز کن . به امید رحمت تو ای مهربان ترین مهربانان

مثال (۱) مشابه ریاضی ۹۵؛ بار الکتریکی یک جسم $3/2 \mu C$ است. این به معنی آن است که جسم:

(۱) 2×10^{19} پرتون گرفته (۲) 2×10^{19} الکترون از دست داده

(۳) 2×10^{13} پرتون گرفته (۴) 2×10^{13} الکترون از دست داده

مثبت بودن بار به معنی از دست دادن الکترون، و منفی بودن آن به معنای جذب الکترون می باشد. کاری به پرتون نداشته باشیم / گزینه ۴ صحیح است

$$Q = \pm ne \rightarrow 3/2 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \rightarrow n = \frac{3/2 \times 10^{-6}}{1/6 \times 10^{-19}} = 2 \times 10^{13}$$

مثال (۱) در شکل مقابل، جدول سری الکتریسیته ی مالشی نشان داده شده است. اگر جسم A را به جسم B و جسم C را به

جسم D مالش دهیم، کدام یک از اظهارنظرهای زیر در رابطه با آنها صحیح است؟

(۱) دو جسم B و C همدیگر را دفع می کنند (۲) دو جسم B و D همدیگر را جذب می کنند

(۳) دو جسم A و D همدیگر را دفع می کنند (۴) دو جسم A و C همدیگر را دفع می کنند

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
انتهای منفی سری

با توجه به جدول تریبوالکتریک، در اثر مالش A با B؛ A بار مثبت و B بار منفی خواهد بود با توجه به جدول تریبوالکتریک، در اثر مالش C با D؛ جسم C بار مثبت و جسم D بار منفی خواهد داشت بنابراین A، C همنام خواهند بود و همدیگر را دفع می کنند (گزینه ۴)

مثال (۲) مطابق شکل زیر دو آونگ فلزی بدون بار از جنس نقره و آلومینیوم در کنار هم قرار دارند.

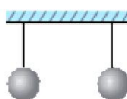
اگر این دو کره را با دو پارچه از جنس کتان مالش دهیم و باردار شوند چه اتفاقی می افتد؟

(۱) دو کره به هم می چسبند (۲) دو کره همدیگر را دفع می کنند

(۳) دو کره جذب و سپس جدا میشوند و در همان فاصله ی قبلی قرار میگیرند

(۴) دو کره جذب و سپس جدا میشوند و در فاصله ای بیشتر از قبل قرار میگیرند

انتهای مثبت سری
آلومینیوم
کتان
نقره
انتهای منفی سری



با توجه به جدول سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) در اثر مالش پارچه ی کتان، کره آلومینیومی دارای بار مثبت و کره با جنس نقره دارای بار منفی می شود پس همدیگر را جذب می کنند و اگر تماسی حاصل شود و بار آنها برابر باشد همدیگر را خنثی کرده و در همان فاصله قبلی می ایستند ولی اگر بار یکی از آنها بیشتر باشد بعد از تماس بار آنها همنام شده و همدیگر را دفع کرده و در فاصله ی بیشتری از هم نسبت به قبل می ایستند.

نکته ۴: دو بار الکتریکی که در مجاورت یکدیگر، بهم نیروی الکتریکی میدهند که از رابطه $F_e = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$ به دست می آید طبق قانون سوم نیوتن این نیرو به هر دو بار هم اندازه می باشد (حتی اگر دو بار هم اندازه نباشند) و اگر دو بار هم نام باشند این نیرو از نوع دافعه و اگر ناهمنام باشند از نوع جاذبه خواهد بود

مثال ۲) دو بار $q_1 = 10 \mu C$ و q_2 در فاصله r بهم نیروی F وارد می کنند در صورتی که ۲۰ درصد از بار q_1 را برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم

نیروی که در همان فاصله دو بار به یکدیگر وارد می کنند $\frac{3}{4} F$ می شود. q_2 چند میکرو کولن است؟ (۱) ۲ (۲) $\frac{16}{9}$ (۳) $\frac{8}{9}$ (۴) $\frac{3}{4}$

$$\frac{\frac{3}{4} F}{F} = \frac{\frac{k \cdot 8 (q_2 + 2)}{r^2}}{\frac{k \cdot 10 \cdot q_2}{r^2}} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{8 (q_2 + 2)}{10 q_2} \rightarrow 30 q_2 = 16 q_2 + 32 \rightarrow 14 q_2 = 32 \rightarrow q_2 = \frac{16}{7} \mu C$$

مثال ۳) ذره A به جرم m و بار الکتریکی q و ذره B به جرم $2m$ و بار الکتریکی $2q$ در نزدیکی هم قرار دارند. اگر تنها نیرو وارد بر این ذره ها، نیروی الکتریکی متقابل آنها باشد و تحت آن نیروها شتاب بگیرند، بزرگی شتاب ذره A چند برابر بزرگی شتاب ذره B است؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۶

طبق قانون سوم نیوتن نیرویی که ذره A به ذره B میدهد هم اندازه ی با نیرویی است که ذره B به ذره A میدهد

$$F_{AB} = F_{BA} = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \text{ این دو نیرو عمل و عکس العمل هستند و همدیگر را خنثی نمیکنند خلاف جهت ولی هم اندازه اند}$$

$$F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} \rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{m_B}{m_A} = \frac{2m}{m} = 2$$

نکته ۵: هر وقت بحث تعداد الکترون شد اول برو ((بار الکتریکی)) را حساب کن و به جاش بنویس $q = \pm n e$

مثال ۴) دو کره ی فلزی کوچک با بار الکتریکی منفی دارای بارهای q_1 و $q_2 = 5q_1$ ، در فاصله ی ۳ متری از هم قرار دارند و نیروی دافعه ی $0.2 N$ را به یکدیگر وارد می کنند. کره ای که بار الکتریکی آن q_1 می باشد دارای چند الکترون است؟

(۱) $2/5 \times 10^{12}$ (۲) $1/25 \times 10^{12}$ (۳) $2/5 \times 10^{13}$ (۴) $1/25 \times 10^{13}$

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \rightarrow 0.2 = \frac{9 \times 10^9 \times q_1 \times 5q_1}{3^2} \rightarrow q_1^2 = \frac{2}{5} \times 10^{-11} = 4 \times 10^{-12} \rightarrow q_1 = -2 \times 10^{-6} C$$

$$q = \pm n e \rightarrow -2 \times 10^{-6} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow n = \frac{5}{4} \times 10^{13} = 1/25 \times 10^{13}$$

نکته ۶: هرگاه یک مسئله در دو حالت مختلف بیان شد با هر حالت رابطه را بنویسید و بر هم تقسیم کنید هر وقت درصد تغییر یک کمیت را دادند

، مقدار اولیه آن کمیت را ۱۰۰ فرض کنید و مقدار ثانویه را بر اساس تغییرات داده شده اعمال کنید

مثال ۵) دو ذره با بارهای q_1 و q_2 در فاصله ی 60 cm از یکدیگر ثابت شده اند. فاصله ی بین دو بار چگونه تغییر کند تا نیروی الکتریکی بین آنها

۴۴ درصد افزایش یابد؟ (۱) ۱۰ سانتیمتر کاهش (۲) ۱۲ سانتیمتر کاهش (۳) ۱۰ سانتیمتر افزایش (۴) ۱۲ سانتیمتر افزایش

در این سوال گفته ((نیروی الکتریکی ۴۴ درصد افزایش یابد)) پس چنین میگوییم $F_1 = 100 N$ و $F_2 = 100 + 44 = 144 N$

$$\begin{array}{l} F_1 = 100 N \\ r_1 = 60 \text{ cm} \\ F_2 = 100 + 44 = 144 N \\ r_2 = ? \end{array} \quad \left| \quad F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{k q_1 q_2}{r_2^2}}{\frac{k q_1 q_2}{r_1^2}} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \rightarrow \frac{144}{100} = \left(\frac{60}{r_2} \right)^2 \rightarrow \frac{12}{10} = \left(\frac{60}{r_2} \right) \rightarrow r_2 = 50 \text{ cm} \rightarrow \Delta r = -10 \text{ cm}$$

نکته: اولاً؛ دو قطبی الکتریکی یعنی دو بار الکتریکی ناهم نام با اندازه ی بار مساوی دوما؛ هر وقت درصد تغییر یک کمیت را دادند مقدار اولیه آن کمیت را ۱۰۰ در نظر بگیرید و تغییرات را بر آن اعمال کنید در این جا فرض میکنیم اندازه ی هر کدام از بار ها ۱۰۰ می باشد سوما؛ هر وقت یک مسئله در دو حالت مطرح شد در هر حالت رابطه ی مورد به آن را بنویسید و حالت دوم را بر حالت اول تقسیم کنید

مثال ۶) بیشتر از ریاضی ۸۹ و تجربی ۸۸؛ دو قطبی الکتریکی در فاصله ی r از یکدیگر قرار دارند. اگر ۵۰ درصد از بار یکی را کم کرده و به دیگری اضافه کنیم و دوبار را در فاصله ی $\frac{r}{4}$ از یکدیگر قرار دهیم. اندازه ی نیرویی که دوباره به هم وارد می کنند در مقایسه با حالت اول چند برابر می شود؟ (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۶ (۴) ۹

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\left(\frac{r}{4}\right)^2}{k 100 \times 100} = \frac{4}{2 \times 2} = 1$$

مثال ۹) تمرین منزل؛ دو کره ی مشابه با بارهای q_1 و q_2 که در فاصله ی r از یکدیگر قرار دارند و به هم نیروی F را وارد می کنند اگر آنها را به یکدیگر متصل و سپس جدا میکنیم و در همان فاصله ی قبلی قرار دهیم نیروی بین آنها F' می شود. کدام گزینه به درستی این دو نیرو را مقایسه می کند؟ (۱) $F > F'$ (۲) $F = F'$ (۳) $F < F'$ (۴) بسته به شرایط هر سه گزینه ممکن است

صورت سوال گفته دو کره ی مشابه، یعنی شعاع دو کره یکسان است در مورد اندازه و نوع بار اطلاعاتی داده نشده است

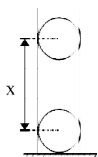
$$\begin{array}{ll} \left. \begin{array}{l} q_1 = 2 \\ q_2 = 8 \end{array} \right| \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 5 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{5 \times 5}{2 \times 8} = \frac{25}{16} & \left. \begin{array}{l} q_1 = -2 \\ q_2 = 8 \end{array} \right| \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 3 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{3 \times 3}{2 \times 8} = \frac{9}{16} \\ \left. \begin{array}{l} q_1 = 2 \\ q_2 = -2 \end{array} \right| \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 0 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{0 \times 0}{2 \times 2} = 0 & \left. \begin{array}{l} q_1 = 2 \\ q_2 = -2 \end{array} \right| \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 0 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{0 \times 0}{2 \times 2} = 0 \end{array}$$

❤️ تنها موردی که به طور قطعی میتونید بگید زیاد میشه اتصال دو کره ی مشابه و هم نام با بارهای نابرابر می باشد در مورد اتصال دو کره ی مشابه و ناهم نام هم باز نمیتوان نظر قطعی داد

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = -2 \\ q_2 = 8 \end{array} \right| \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 3 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{3 \times 3}{2 \times 8} = \frac{9}{16} \quad \left. \begin{array}{l} q_1 = -11 \\ q_2 = 1 \end{array} \right| \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = -5 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{5 \times 5}{11 \times 11} = \frac{25}{11}$$

نکته: هر وقت حرف از جرم یک ذره یا بار در فضا زدند اول برو نیرو mg را که رو به پایین است حساب کن اگر بار ساکن

(یا در حال تعادل یا معلق) بود دنبال یک نیرویی بگردین که mg را خنثی کنه یعنی هم اندازه ی نیروی mg و رو به بالا باشد



مثال ۱۰) مشابه تمرین ۶ کتاب درسی؛ یک لوله ی شیشه ای صیقلی در امتداد قائم بر یک سطح افقی تکیه دارد. دو گلوله ی باردار که جرم هر یک $14/4g$ و بار هر یک $2/10 \mu C$ است را درون آن می اندازیم. گلوله ها در چه فاصله ای از یکدیگر قرار می گیرند؟

(۱) ۵cm (۲) ۱۰cm (۳) ۱۵cm (۴) ۲۰cm

$$\uparrow \frac{k q_1 q_2}{r^2} = mg \downarrow \rightarrow \frac{9 \times 10^{-9} \times 0.2 \times 10^{-6} \times 0.2 \times 10^{-6}}{r^2} = 14/4 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow \frac{9 \times 2 \times 2 \times 10^{-5}}{r^2} = 144 \times 10^{-3} \rightarrow r = 0.05m = 5cm$$

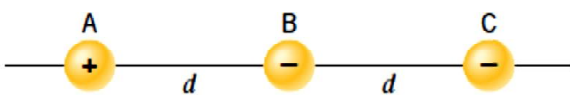
نکته ی تکمیلی برای محاسبات سریع: هر وقت در گزینه ها تفاوتی بین ارزش مکانی ارقام نباشد. مثلاً گزینه ها به صورت زیر نباشد

(۱) ۰/۰۳ (۲) ۰/۳ (۳) ۳ (۴) ۳۰

$$\uparrow F_e = mg \downarrow \rightarrow \frac{k q_1 q_2}{r^2} = mg \rightarrow \frac{9 \times 2 \times 2}{r^2} = 144 \rightarrow \frac{3 \times 2}{r} = 12 \rightarrow r = 0.5$$

در این صورت میتونید کلاً صفرها و ممیزها را نادیده بگیرید ۵ در آن حضور دارد گزینه یک است

مثال ۱۱) # احتمال ۹۹ : منبع خارجی ترجمه شده CUTNELL ؛



سه بار الکتریکی مطابق شکل روی یک خط راست قرار دارند کدام گزینه به درستی برآیند نیروهای وارد بر یک از بارها را مقایسه کرده است ؟

$$F_B > F_C > F_A \quad (۲)$$

$$F_B > F_A > F_C \quad (۱)$$

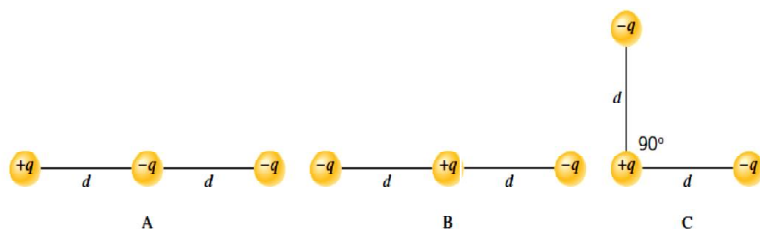
$$F_A > F_B > F_C \quad (۴)$$

$$F_A > F_B > F_C \quad (۳)$$

$A \rightarrow \begin{array}{l} F_{BA}=F \rightarrow \\ F_{CA}=\frac{F}{۴} \rightarrow \end{array} F_t = F + \frac{F}{۴} = \frac{۵F}{۴} \rightarrow$	$\rightarrow F_B > F_A > F_C$
$B \rightarrow \begin{array}{l} F_{AB}=F \leftarrow \\ F_{CB}=F \leftarrow \end{array} F_t = F + F = ۲F \leftarrow$	
$C \rightarrow \begin{array}{l} F_{BC}=F \rightarrow \\ F_{AC}=\frac{F}{۴} \leftarrow \end{array} F_t = F - \frac{F}{۴} = \frac{۳F}{۴} \rightarrow$	

مثال ۱۱) منبع خارجی ترجمه شده CUTNELL ؛

شکل زیر آرایش هایی از سه بار الکتریکی نشان می دهد کدام گزینه به درستی اندازه ی نیروی وارد بر بار +q را در این سه آرایش مقایسه کرده است ؟



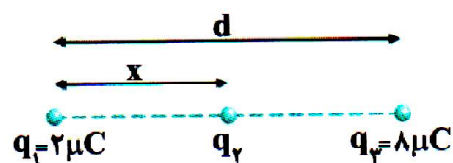
$$F_A > F_C > F_B \quad (۴)$$

$$F_C > F_A > F_B \quad (۳)$$

$$F_A > F_B > F_C \quad (۲)$$

$$F_C > F_B > F_A \quad (۱)$$

$A \rightarrow F_t = F + \frac{F}{۴} = \frac{۵F}{۴}$	$\rightarrow F_C > F_A > F_B$
$B \rightarrow F_t = F - F = ۰$	
$C \rightarrow F_t = \sqrt{F^۲ + F^۲} = \sqrt{۲}F$	



مثال ۱۲) تجربی ۹۲ ، خارج تجربی ۸۹ ؛ سه بار نقطه ای مطابق شکل قرار دارند .

برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارها صفر است بار دوم چند میکرو کولن است ؟

$$+\frac{۸}{۹} \quad (۴) \quad -\frac{۸}{۹} \quad (۳) \quad +\frac{۲}{۹} \quad (۲) \quad -\frac{۲}{۹} \quad (۱)$$

برای اینکه برآیند نیروهای وارد بر بار سوم صفر باشد بار دوم باید منفی باشد ((پس گزینه دو و گزینه چهار حذف شدند))

حالا صفر شدن نیروی برآیند وارد بر بار دوم و بار اول را چک می کنیم

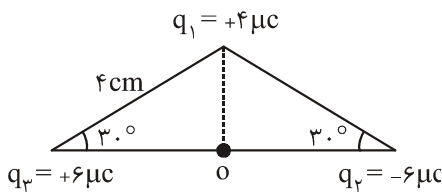
$$F_{۱۲} = F_{۲۲} \rightarrow \frac{k \times ۲ \times q_۲}{x^۲} = \frac{k \times ۸ \times q_۲}{(d-x)^۲} \rightarrow ۴x^۲ = (d-x)^۲ \rightarrow ۲x = d-x \rightarrow x = \frac{d}{۳}$$

$$F_{۲۱} = F_{۳۱} \rightarrow \frac{k \times ۲ \times q_۲}{x^۲} = \frac{k \times ۸ \times ۲}{d^۲} \rightarrow |q_۲| = \frac{۸}{۹} \mu C \rightarrow q_۲ = -\frac{۸}{۹} \mu C$$

مثال ۱۴) ریاضی ۸۴؛ سه بار نقطه ای مطابق شکل در سه راس مثلث ثابت شده اند. نیروی وارد بر

بار $q_f = 1 \mu C$ واقع در نقطه ی O وسط خط واصل دوبار q_f و q_p چند نیوتن است؟

۱) ۴۵ (۲) ۹۰ (۳) $45\sqrt{3}$ (۴) $90\sqrt{2}$



برای محاسبه ی نیرو برایند وارد بر یک بار گام اول؛ اندازه ی تک تک نیروهای وارد بر بار مورد نظر را حساب کن گام دوم؛ به این نیروها جهت بده گام سوم؛ برآیند بگیر

$$F_{1f} = \frac{k q_1 q_f}{r^2} = \frac{9 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 90$$

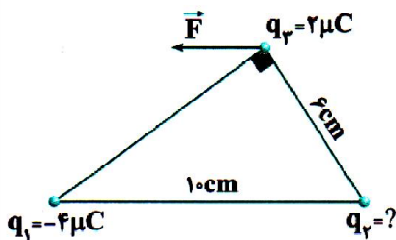
$$F_{2f} = \frac{k q_2 q_f}{r^2} = \frac{9 \times 10^{-9} \times 6 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(\sqrt{12} \times 10^{-2})^2} = 45$$

$$F_{3f} = \frac{k q_3 q_f}{r^2} = \frac{9 \times 10^{-9} \times 6 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(\sqrt{12} \times 10^{-2})^2} = 45$$

$$\rightarrow F_f = (45 + 45)i - 90j \rightarrow |F_f| = \sqrt{90^2 + 90^2} = 90\sqrt{2}$$

نتیجه؛ در مثلث های قائم الزاویه اگر نیروی برآیند وارد بر بار راس قائم **موازی قاعده ی مثلث** باشد نسبت نیروهای وارد بر این بار **متناسب**

است با فاصله از دو راس دیگر



مثال ۱۵) احتمالی ۹۹؛ مشابه تجربی ۹۶؛ خارج ریاضی ۸۸، تجربی ۸۷؛

سه بار نقطه ای مطابق شکل در جاهای خود ثابت شده اند. برآیند نیروهایی که

بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می کنند برابر است با نیروی F که موازی با قاعده ی

مثلث می باشد. بار q_3 چند میکرو کولن است؟

۱) ۳ (۲) ۴ (۳) $\frac{9}{4}$ (۴) $\frac{27}{16}$

$$\left| \begin{array}{l} r_{23} = 4 \text{ cm} \\ r_{13} = 8 \text{ cm} \end{array} \right| \rightarrow r_{13} = \frac{4}{3} r_{23} \rightarrow F_{13} = \frac{4}{3} F_{23} \rightarrow \frac{k q_1 q_3}{r_{13}^2} = \frac{4}{3} \frac{k q_2 q_3}{r_{23}^2} \rightarrow \frac{4 \times 2}{8^2} = \frac{4 q_2 \times 2}{3 \times 4^2} \rightarrow \frac{1}{64} = \frac{1}{3} \times \frac{q_2}{36} \rightarrow q_2 = \frac{3 \times 9}{16} = \frac{27}{16}$$

ویژگی خطوط میدان الکتریکی

۱) خط های میدان در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت واقع در آن نقطه اند

۲) خط های میدان از بار مثبت، خارج و به بار منفی، وارد می شوند

۳) خط های میدان در هر نقطه جهت میدان در آن نقطه را نشان می دهند

۴) میدان در هر نقطه، برداری است مماس بر خط میدان گذرنده از آن و همسو با آن

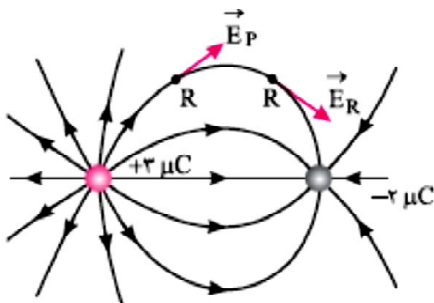
۵) در هر ناحیه که میدان قویتری باشد خط های میدان به یکدیگر نزدیکتر و فشرده ترند

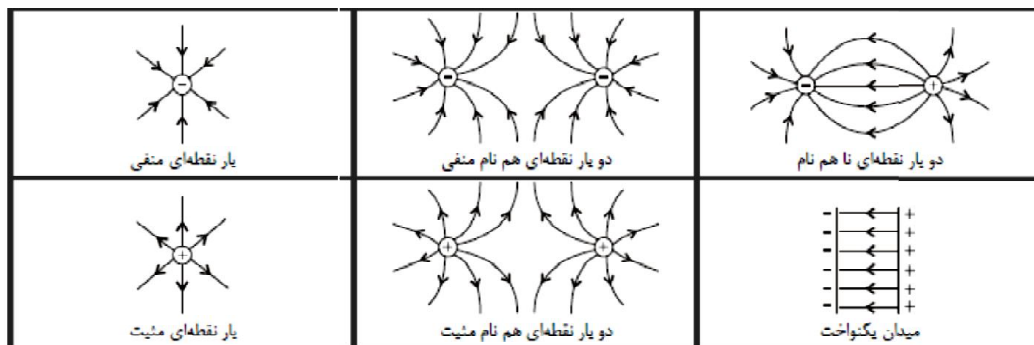
۶) خط های میدان یکدیگر را قطع نمی کنند

۷) از هر نقطه فقط یک خط میدان می گذرد و در هر نقطه از فضا فقط یک میدان الکتریکی وجود دارد

۸) میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود است و در درون رسانا وجود ندارد

۹) میدان ناشی از یک بار به اندازه بار آزمون بستگی ندارد



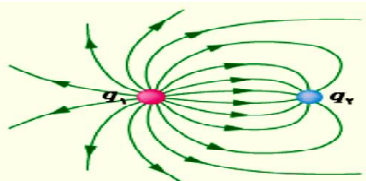


میدان الکتریکی E		نیروی الکتریکی F_e		بررسی
ناشی از دو صفحه ی موازی باردار	ناشی از بار q	حضور يك بار در میدان الکتریکی	ناشی از دو بار الکتریکی	شرایط
$E = \frac{V}{d}$	$E = \frac{kq}{r^2}$	$F_e = E \times q^*$	$F_e = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$	فرمول
خطوط میدان بین دو صفحه باردار موازی می باشد و شدت میدان در تمامی نقاط بین دو صفحه یکسان است که به آن میدان یکنواخت می گویند	میدان ناشی از بار q مستقل از اندازه ی بار آزمون q^* است و با تغییر بار آزمون میدان عوض نمی شود	برای بار مثبت ؛ نیرو در جهت خطوط میدان برای بار منفی ؛ نیرو خلاف جهت خطوط میدان	برای دو بار هم نام ؛ دافعه برای دو بار ناهم نام ؛ جاذبه	توضیحات

مثال ۱۶) برای تعیین میدان الکتریکی اطراف يك بار نقطه ای، بار آزمون $+2pC$ را قرار می دهیم. اگر به جای بار $+2pC$ از بار $+4pC$ استفاده کنیم،

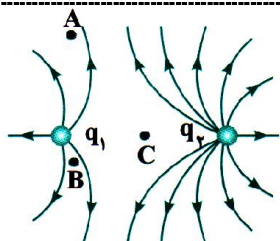
میدان محاسبه شده در این نقطه چند برابر می شود؟ (۱) ۴ (۲) ۱۶ (۳) ۴ (۴) ۱۶

اندازه ی میدان ناشی از یک بار، با بار تولید کننده ی میدان نسبت مستقیم و با مجذور فاصله از آن نسبت عکس دارد ولی هیچ ربطی به اندازه ی بار آزمون ندارد بنابراین گزینه یک صحیح است



مثال ۱۷) بیشتر از تمرین ۱۱ کتاب درسی؛ خطوط میدان الکتریکی برای دو کره رسانای باردار کوچک در شکل زیر نشان داده شده است. نوع بار و اندازه ی بار هر کره را تعیین کنید

خطوط میدان از بار q_1 خارج شده و به بار q_2 وارد شده است بنابراین بار اول مثبت و بار دوم منفی می باشد $q_1 > 0, q_2 < 0$ تراکم و فشردگی خطوط در اطراف بار q_1 بیشتر از بار q_2 است بنابراین اندازه ی بار اول از بار دوم بزرگتر است $|q_1| > |q_2|$



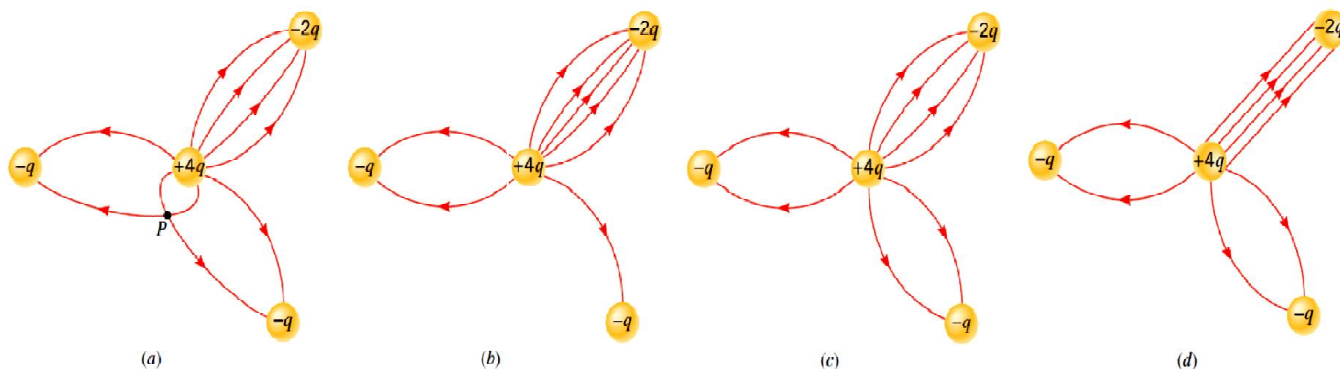
مثال ۱۸) در شکل مقابل بارهای q_1 و q_2 و اندازه بار q_2 از q_1 می باشد.

همچنین مقایسه شدت میدان الکتریکی در نقاط A, B و C به صورت می باشد.

- (۱) هم علامت و مثبت، کوچک تر $E_B > E_A > E_C$ (۲) هم علامت و مثبت، بزرگ تر $E_B > E_A > E_C$
(۳) هم علامت و منفی، کوچک تر $E_C > E_A > E_B$ (۴) هم علامت و مثبت، بزرگ تر $E_C > E_A > E_B$

خطوط میدان از هر دو بار خارج شده است پس هر دو بار مثبت هستند و هم علامتند $q_1 > 0, q_2 > 0$ تراکم و تعداد خطوط در اطراف بار دوم بیشتر است بنابراین $|q_1| < |q_2|$ بین دو بار تقریباً هیچ خط میدانی وجود ندارد و در آنجا میدان کمینه است $E_C = E_{min}$ بین دو نقطه A و B میدان در نقطه B به دلیل نزدیک تر بودن به بار میدان قویتری دارد و در آنجا فشردگی خطوط بیشتر است $E_B > E_A$ بنابراین گزینه ی دو صحیح است

مثال ۰۱۸) منبع ترجمه شده CUTNELL؛ با توجه به بارهای نشان داده شده، کدام گزینه به درستی خطوط میدان الکتریکی را نشان می دهد



تو این جور سوالات که شکل درست میدان رو از ما میخوان بهترین کار اینه دنبال حذف شکل های نادرست باشیم
 شکل a (اولین شکل از سمت چپ) نادرست است چون خطوط میدان همدیگر رو قطع کردند
 شکل b نادرست است چون تراکم خطوط بین بار $-4q$ و $-q$ سمت چپ با تراکم خطوط بار $-4q$ و $-q$ پایین عین هم نیست
 شکل d نادرست است چون میدان بین $-4q$ و $-2q$ را یکنواخت رسم کرده

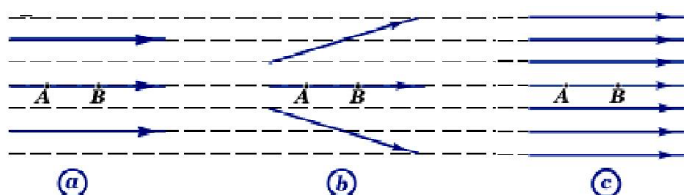
مثال ۱۹) تمرین منزل؛ ریاضی ۹۵ + بیشتر از تمرین ۱۸ کتاب درسی؛ بین دو صفحه موازی که به فاصله 2cm از هم قرار دارند، اختلاف پتانسیل الکتریکی ۵۰۰ ولت ایجاد کرده ایم. اگر یک ذره آلفا بین این دو صفحه قرار گیرد. نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتون خواهد شد. جهت این نیرو..... با خطوط میدان است؟ $(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C})$

۱) -8×10^{-13} - هم جهت ۲) -8×10^{-15} - هم جهت ۳) -4×10^{-13} - خلاف جهت ۴) -4×10^{-15} - خلاف جهت

اولاً؛ نیروی وارد بر یک ذره ی باردار در میدان الکتریکی از رابطه ی $F_e = Eq$ به دست می آید دوماً؛ برای میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه ی موازی داریم $E = \frac{V}{d}$ ؛ سوماً؛ ذره ی آلفا، دارای بار دو بار مثبت است $q = +2e$ چهارماً؛ نیروی وارد بر بار مثبت هم جهت با میدان الکتریکی در آن نقطه خواهد بود

$$E = \frac{V}{d} = \frac{500}{2 \times 10^{-2}} = 2500$$

$$F_e = Eq \rightarrow 2500 \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-15}$$



مثال ۲۰) احتمالی ۹۹؛ بیشتر از تمرین ۱۷ کتاب درسی؛

شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه A رها می شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می گیرد. نقطه های A و B در هر سه آرایش

در فاصله های یکسانی از هم قرار دارند. سرعت و زمان رسیدن ذره ی A تا B را در سه میدان رو به رو مقایسه کنید

توضیح مقدماتی؛ با توجه به تصویر، میدان (a) و (c) یکنواخت است (c) یکنواخت قوی و (a) یکنواخت ضعیف میدان (b) غیر یکنواخت است چون هر چه در جهت خطوط میدان حرکت میکنیم فاصله ی خطوط بیشتر و میدان ضعیف تر شده است

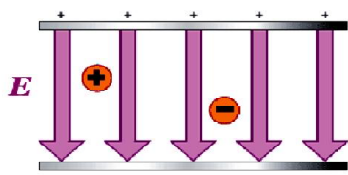
۱) اگر بارهای یکسانی (مثلاً پروتون) را در نقطه ی A در هر میدان قرار دهیم طبق رابطه ی $F = Eq$ در شکل (c) که میدان بیشتری داریم نیروی

$$E \uparrow \xrightarrow{F = Eq} F \uparrow \xrightarrow{ma} a \uparrow \xrightarrow{V^2 - 0^2 = 2a \Delta x} V \uparrow, t \downarrow$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

بنابراین در میدان (c) میدان الکتریکی و نیروی الکتریکی و شتاب وارد بر ذره و سرعت ذره در انتهای مسیر از دو میدان دیگر بیشتر خواهد بود اما زمان حرکت برای (c) از دو میدان دیگر کمتر می شود

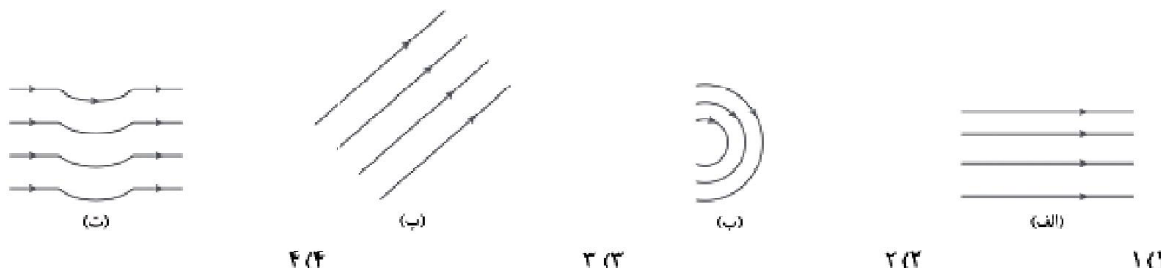
مقدمه: میدان الکتریکی بین دو صفحه ی خازن از نوع میدان یکنواخت است خطوط موازی و هم جهت و از رابطه ی $E = \frac{V}{d}$ به دست می آید



مثال ۲۱) اگر يك الكترون و يك پرتون در يك ميدان يکنواخت رها شوند و فقط تحت تاثير نيروی الكتريکی قرار داشته باشند مطلوبست مقایسه ی کمیت های زیر برای این دو بار (الف) اندازه ی نیروی وارد از طرف میدان الكتريکی (ب) شتاب ناشی از نیروی الكتريکی (ج) سرعت و جا به جایی و مدت زمان حرکت

الف) طبق رابطه ی $F = Eq$ اندازه ی نیروی وارد بر بار به اندازه ی بار و اندازه ی میدان در آن نقطه بستگی دارد بار الکتریکی یک پرتون و یکالکترون و میدان در محل این دو بار یکسان است بنابراین نیروی وارد بر این دو بار هم اندازه هستند ولی خلاف جهت نیروی وارد بر پرتون (بار مثبت) درجهت خطوط میدان و نیروی وارد بر الکترون (بار منفی) خلاف جهت خطوط میدان می باشد (ب) طبق رابطه ی $a = \frac{F}{m} \leftarrow F = ma$ شتاب الکترون بیشتر از پرتون می باشد (ج) ذره ای که شتابش بیشتر است سرعت و جا به جایی اش بیشتر و مدت زمان حرکتش کمتر می باشد در نتیجه سرعت و جا به جایی الکترون بیشتر مدت زمان پیمودن حرکتش کمتر خواهد بود **توضیحات تکمیلی:** به بهانه ی الکترون و پرتون با آلفا و بتا و نوترون هم آشنا بشید آلفا ذره ای است با بار $q = +2e = +2 \times 1.6 \times 10^{-19}$ و بتا ذره ایست با بار $q = -e = -1.6 \times 10^{-19}$ و نوترون هم که بی بار است $q = 0$ آلفا از دو پرتون و دو نوترون تشکیل شده است و جرم ان از دو برابر پرتون نیز بیشتر است

مثال ۲۱) # شکل کتاب درسی: چه تعداد از شکل های زیر مربوط به میدان الکتریکی یکنواخت است؟



مثال ۲۲) مشابه تمرین ۱۰ پایان فصل کتاب درسی: ذره ای به جرم $6 \times 10^{-4} \text{ kg}$ در میدان الکتریکی یکنواختی که مقدارش $10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$

و جهتش رو به پایین است به حال سکون قرار دارد. بار الکتریکی این ذره بر حسب میکروکولن برابر است با:

- ۱) $+6$ ۲) $+0.6$ ۳) -0.6 ۴) -6

هر وقت حرف از جرم یک ذره یا بار در فضا زدند اول برو نیرو mg را که رو به پایین است حساب کن اگر بار ساکن (یا در حال تعادل یا معلق) بود دنبال یک نیرویی بگردین که mg را خنثی کنه یعنی هم اندازه ی نیروی mg و رو به بالا باشد

$$\uparrow F_e = mg \downarrow \rightarrow Eq = mg \rightarrow 10^4 \times q = 6 \times 10^{-4} \times 10 \rightarrow |q| = 6 \times 10^{-7} \text{ C} = 0.6 \mu\text{C}$$

برای تعیین جهت میدان باید به علامت بار دقت کنید برای بار مثبت جهت نیروی وارد بر بار و جهت میدان الکتریکی هم سو است ولی برای بار منفی جهت نیرو و میدان مخالف است در این جا جهت نیروی وارد بر بار رو به بالاست (چرا؟ چون مخالف mg باید باشه تا ذره نیفته) جهت میدان الکتریکی بین صفحات رو به پایینه (چرا؟ چون خود سوال گفته) بنابراین نیرو و میدان خلاف سو می باشند پس ذره منفی می باشد و گزینه ۳ صحیح خواهد بود $|q| = 0.6 \mu\text{C} \rightarrow q = -0.6 \mu\text{C}$

مثال ۲۳) **احتمالی ۹۹**؛ منبع خارجی ترجمه شده؛ دو صفحه ی موازی به فاصله ی d از یکدیگر قرار دارند و به اختلاف پتانسیل V وصل شده اند

یک ذره ی α به جرم m را به صورت عمود بر میدان الکتریکی این صفحه پرتاب میکنیم این ذره به صورت مستقیم با سرعت ثابت از سوی دیگر صفحه خارج می شود اختلاف پتانسیل این دو صفحه و جهت میدان بین دو صفحه کدام است ؟

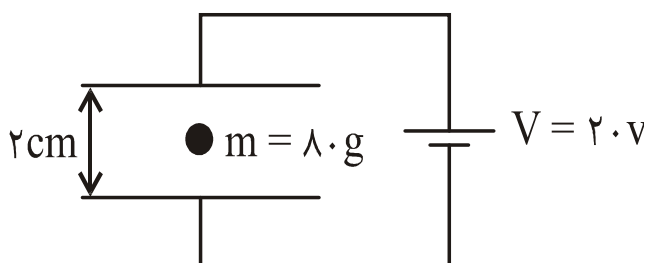
(۱) $V = \frac{mgd}{e}$ رو به پایین ، (۲) $V = \frac{mgd}{2e}$ رو به بالا (۳) $V = \frac{mge}{d}$ رو به بالا (۴) $V = \frac{2mge}{d}$ رو به پایین

هر وقت حرف از جرم یک ذره یا بار در فضا زدند اول برو نیرو mg را که رو به پایین است حساب کن اگر بار ساکن (یا در حال تعادل یا معلق) بود یا حرکتش مستقیم الخط و یکنواخت بود دنبال یک نیرویی بگردین که mg را خنثی کنه یعنی هم اندازه ی نیروی mg و رو به بالا باشد

$$\uparrow F_e = mg \downarrow \rightarrow Eq = mg \xrightarrow{E = \frac{V}{d}} \frac{V}{d} \times q = mg \rightarrow V \times q = mgd \rightarrow V = \frac{mgd}{q}$$

برای تعیین جهت میدان باید به علامت بار دقت کنید برای بار مثبت جهت نیروی وارد بر بار و جهت میدان الکتریکی هم سو است ولی برای بار منفی جهت نیرو و میدان مخالف است در این سوال ذره ی داده شده مثبت و جهت نیروی الکتریکی رو به بالا است بنابراین جهت میدان الکتریکی هم رو به بالا خواهد بود . صفحه ی پایینی دارای بار مثبت و صفحه ی بالایی دارای بار منفی می باشد

مثال ۲۴) **احتمالی ۹۹**؛ منبع خارجی ترجمه شده؛



مطابق شکل ذره ی بارداری بین صفحه های افقی خازنی معلق است

بار ذره چند میکروکولن است؟

- (۱) ۴۰۰ (۲) -۴۰۰ (۳) ۸۰۰ (۴) -۸۰۰

هر وقت حرف از جرم یک ذره یا بار در فضا زدند اول برو نیرو mg را که رو به پایین است حساب کن اگر بار ساکن (یا در حال تعادل یا معلق) بود یا حرکتش مستقیم الخط و یکنواخت بود دنبال یک نیرویی بگردین که mg را خنثی کنه یعنی هم اندازه ی نیروی mg و رو به بالا باشد

$$E = \frac{V}{d} = \frac{20}{2} = 10$$

$$\uparrow F_e = mg \downarrow \rightarrow Eq = mg \xrightarrow{10} 10 \times |q| = 8.0 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow |q| = \frac{8.0 \times 10^{-3} \times 10}{10} = 8.0 \times 10^{-6} = 8.0 \mu C$$

برای تعیین نوع بار ، به جهت نیرو و میدان توجه کن اگر جهت نیرو و میدان عین هم باشه بار ذره مثبت و اگر جهت نیرو و میدان خلاف هم باشه ذره منفیه در این جا جهت نیروی وارد بر بار رو به بالاست (چرا ؟ چون مخالف mg باید باشه تا ذره نیفته)

جهت میدان الکتریکی بین صفحات رو به پایینه (چرا ؟ چون با توجه به صفحات باتری ، صفحه ی بالایی دارای بار مثبت و صفحه ی پایینی دارای بار منفی خواهد شد و میدان از صفحه مثبت (صفحه ی بالایی) خارج و به صفحه ی منفی (صفحه ی پایینی) وارد میشه پس خطوط میدان از بالا به سمت پایین خواهند بود بنابراین نیرو و میدان خلاف سو می باشند و ذره منفی می باشد و گزینه ۴ صحیح خواهد بود $|q| = 8.0 \mu C \rightarrow q = -8.0 \mu C$

مثال ۲۵) در مثال قبل اگر فاصله ی صفحه های خازن کم شود ذره ی باردار با حرکتی به سمت می رود

- (۱) یکنواخت - بالا (۲) یکنواخت - پایین (۳) شتاب ثابت - بالا (۴) شتاب ثابت - پایین

در سوال قبلی وقتی ذره به حال تعادل است داریم ؛ $\uparrow F_e = mg \downarrow \rightarrow Eq = mg \rightarrow \frac{V}{d} q = mg$ با تغییر هر یک از کمیت های معادله ی فوق

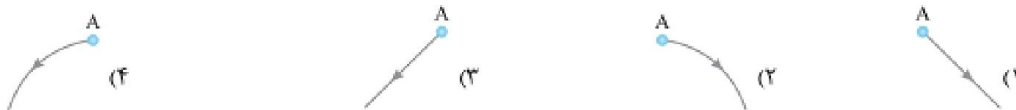
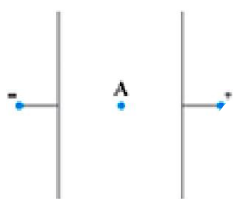
تساوی بالا و تعادل بار بهم می خورد. با کم شدن فاصله ی بین دو صفحه ، طبق رابطه ی $E = \frac{V}{d}$ میدان الکتریکی بین آن زیاد میشود در نتیجه

نیروی الکتریکی که رو به بال است وارد بر بار $\uparrow F_e = Eq$ افزایش می یابد و اندازه اش از $mg \downarrow$ که رو به پایین است بیشتر خواهد شد بنابراین ذره به سمت صفحه ی بالایی حرکت می کند دقت کنید حرکتی که تحت تاثیر نیروی ثابت باشد با شتاب ثابت خواهد بود

$$F_e - mg = ma \rightarrow Eq - mg = ma \rightarrow a = \frac{Eq - mg}{m}$$

مثال ۲۶) در شکل مقابل دو صفحه فلزی موازی و در راستای قائم قرار دارند .

اگر ذره ای به جرم m با بار منفی را از نقطه A از حالت سکون رها کنیم مسیر حرکت ذره در لحظات اولیه پس از رها شدن مطابق کدام گزینه خواهد بود ؟



گزینه ۱ صحیح است توضیحات بیشتر را در صداهای کانال تلگرام گوش کنید

نکته : میدان الکتریکی روی خط واصل دو بار الکتریکی کجا صفر است ؟ بین دو بار هم نام و خارج دو بار ناهم نام و همواره نزدیک بار کوچکتر

مثال ۲۷) مشابه تمرین ۱۳ کتاب درسی ؛ دو بار $q_1 = 1\mu C$ ، $q_2 = -9\mu C$ در فاصله 12 سانتی متری از یکدیگر قرار دارند.

میدان الکتریکی در چه فاصله ای از بار q_2 صفر است ؟

۶ (۱) ۹ (۲) ۱۲ (۳) ۱۸ (۴)

$$E_1 = E_2 \rightarrow \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2} \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{9}{(12+x)^2} \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{3}{12+x} \rightarrow 3x = 12+x \rightarrow x = 6\text{ cm} \rightarrow r_2 = 12+x = 18\text{ cm}$$

نکته ۱ : میدان الکتریکی ناشی از دو بار الکتریکی کجا صفر است ؟

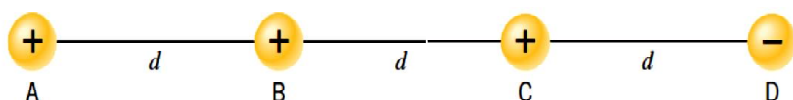
اولا ؛ روی خط واصل دو بار است ثنیا ؛ بین دو بار هم نام و خارج دو بار ناهم نام ثثا ؛ نزدیک بار کوچکتر

نکته ۲ : طراحی کنکور در سالهای اخیر ، الگوی یکبار در طراحی تست های میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی داشته اند

مثال ۲۸) # احتمال ۹۹ ؛ منبع خارجی ترجمه شده CUTNELL ؛

سه بار الکتریکی مطابق شکل روی یک خط راست قرار دارند اندازه برآیند وارد بر کدام بار کمتر از بقیه است ؟

۱ (A) ۲ (B)
۳ (C) ۴ (D)



نیروی که به یک بار در حضور میدان بقیه ی بارها وارد میشود از رابطه ی $F = Eq$

محاسبه میشود بنابراین به باری کمترین نیروی وارد میشود که کمترین میدان در آنجا وجود داشته باشد

کدام نقطه هم بین دو بار هم نام و هم خارج دو بار ناهم نام می باشد . آفرین نقطه ی B

حالا اگه گفتمی بیشترین میدان و بیشترین نیرو را در کدام نقطه خواهیم داشت ؟

مثال ۲۹) خارج تجربی ۹۴؛ بارهای الکتریکی نقطه ای $+4\mu C$ و $-8\mu C$ روی محور x به ترتیب در مکان های $x = 6cm$ و $x = 12cm$ قرار دارند. بار نقطه ای چند میکروکولن را باید در مکان $x = 18cm$ قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدأ محور x برابر صفر شود؟

۵۴ (۴)

۱۸ (۳)

-۱۸ (۲)

-۵۴ (۱)

ابتدا باید میدان ناشی از دو بار $+4\mu C$ و $-8\mu C$ در مبدأ محور x حساب کنیم حالا بار سوم باید این میدان را در مبدأ خنثی کند یعنی هم اندازه ی و خلاف جهت آن باشد

$$E_{12} = E_1 - E_2 = \frac{k \times 4}{6^2} - \frac{k \times 8}{12^2} = \frac{16k}{12^2} - \frac{8k}{12^2} = \frac{8k}{12^2}$$

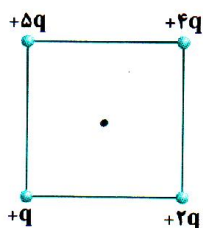
$$E_{12} = \frac{8k}{12^2} \quad \left| \begin{array}{l} E_2 = E_{12} \\ E_2 = \frac{kq_3}{18^2} \end{array} \right. \rightarrow \frac{8k}{12^2} = \frac{kq_3}{18^2} \rightarrow |q_3| = 18 \rightarrow q_3 = -18\mu C$$

مثال ۳۰) ریاضی ۸۵؛ اگر در یک رأس از مربعی بار q قرار گیرد، اندازه میدان الکتریکی حاصل

از آن در مرکز مربع E است. حال اگر در چهار رأس همان مربع بارهای

الکتریکی مطابق شکل قرار گیرند، اندازه میدان الکتریکی

در مرکز آن چند برابر E می شود؟



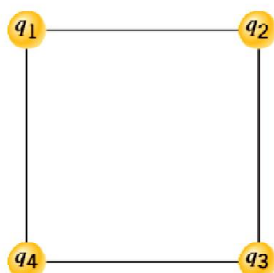
$3\sqrt{2}$ (۴)

$\frac{3}{2}\sqrt{2}$ (۳)

$2\sqrt{2}$ (۲)

$\sqrt{2}$ (۱)

نکته تئوری؛ در مرکز هر شکل هندسی که زوج راس دارد، میدان وقتی صفر است که



مثال ۳۰) # احتمال ۹۹؛ منبع خارجی ترجمه شده CUTNELL؛

۴ بار الکتریکی هم اندازه، در چهار راس مربعی مطابق شکل قرار گرفته اند

اگر میدان الکتریکی در مرکز این شکل صفر باشد

کدام گزینه نمی تواند نشان دهنده ی علامت بار این چهار ذره باشد؟

$$q_1 > 0, q_2 > 0, q_3 > 0, q_4 > 0 \quad (1)$$

$$q_1 > 0, q_2 < 0, q_3 > 0, q_4 < 0 \quad (2)$$

$$q_1 > 0, q_2 > 0, q_3 < 0, q_4 < 0 \quad (3)$$

$$q_1 < 0, q_2 < 0, q_3 < 0, q_4 < 0 \quad (4)$$

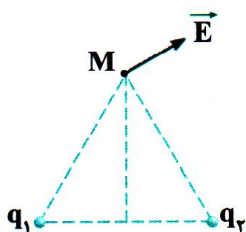
گزینه ی ۳

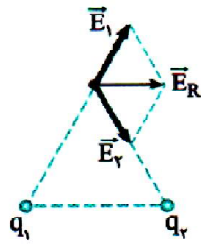
مثال ۳۱) خارج تجربی ۸۴؛ با توجه به بردار میدان برآیند در نقطه ی M که روی عمود منصف خط

واصل دو بار قرار دارد علامت بار هر ذره و اندازه آنها را مقایسه کنی

برای شروع حل باید تصویر بردار میدان برآیند را روی راستای دو ضلع مثلث

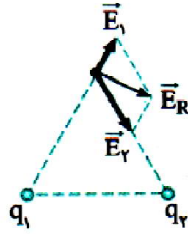
به صورت عمود تشکیل دهیم و بردار میدان داده شده را تجزیه کنیم





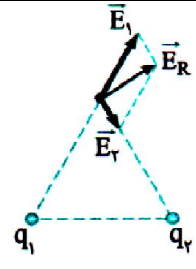
$$E_1 = E_2$$

برایند روی نیمساز E_1 و E_2 است و $|q_1| = |q_2|$



$$E_2 > E_1$$

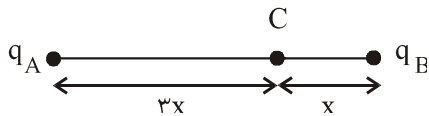
برایند متمایل به E_2 است و $|q_1| < |q_2|$



$$E_1 > E_2$$

برایند متمایل به E_1 است و $|q_1| > |q_2|$

مثال ۲۴) در شکل مقابل، شدت میدان الکتریکی در نقطه‌ی C برابر E است.



اگر بار q_A خنثی شود، جهت میدان در نقطه‌ی C عوض شده و اندازه‌اش ۲ برابر می‌شود نسبت $\frac{q_B}{q_A}$ چیست؟

$$\begin{array}{ll} (۱) & \frac{۲}{۲۷} \\ (۲) & -\frac{۲}{۲۷} \\ (۳) & \frac{۴}{۲۷} \\ (۴) & -\frac{۴}{۲۷} \end{array}$$

نکته: تو این جبر سوالات اول از همه ، علامت این دو کمیت را تعیین کن

با توجه به صورت سوال و یا شکل داده شده سریعاً میتوان در ابتدا باید علامت ΔV سپس ΔU را فهمید

علامت ΔV : بدون توجه به علامت بار هر چه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی بار کمتر می‌شود

برای بار مثبت علامت تغییرات انرژی پتانسیل عین پتانسیل الکتریکی می‌مونه

برای بار منفی علامت تغییرات انرژی پتانسیل قرینه پتانسیل الکتریکی می‌مونه

مثال ۲۵) بیشتر از پرسش ۱-۷ کتاب درسی؛ جا های خالی زیر را پر کنید

- (۱) اگر يك بار مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی با سرعت ثابت جا به جا شود پتانسیل الکتریکی..... و انرژی پتانسیل آن..... و کار نیروی الکتریکی می‌شود
- (۲) اگر يك بار منفی در جهت خطوط میدان الکتریکی با سرعت ثابت جا به جا شود پتانسیل الکتریکی..... و انرژی پتانسیل آن..... و کار نیروی الکتریکی می‌شود
- (۳) اگر يك بار مثبت در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی با سرعت ثابت جا به جا شود پتانسیل الکتریکی..... و انرژی پتانسیل آن..... و کار نیروی الکتریکی می‌شود
- (۴) اگر يك بار منفی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی با سرعت ثابت جا به جا شود پتانسیل الکتریکی..... و انرژی پتانسیل آن..... و کار نیروی الکتریکی می‌شود

مثال ۳۶) ریاضی ۹۶؛ درون یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار الکتریکی $q = +2\mu C$ از نقطه ی A تا نقطه ی B جا به جا می شود اگر کار نیروی الکتریکی در این انتقال برابر $J \times 10^{-5} 5$ باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چند ژول است و $V_B - V_A$ برابر با چند ولت است؟

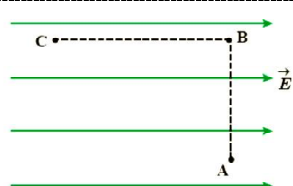
(۱) $J \times 10^{-5} 5$ و -25 (۲) $J \times 10^{-5} 5$ و $+25$ (۳) $J \times 10^{-5} 5$ و -25 (۴) $J \times 10^{-5} 5$ و $+25$

بنابراین وقتی می گه کار نیروی الکتریکی $J \times 10^{-5} 5$ است این یعنی تغییر انرژی پتانسیل $J \times 10^{-5} 5$ می باشد چون بار مثبت، با کاهش انرژی پتانسیل در جا به جایی، پتانسیل الکتریکی هم در این جا به جایی کم میشه

$$W > 0 \rightarrow \Delta U < 0 \xrightarrow{q > 0} \Delta V < 0$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow V_B - V_A = \frac{-5 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-6}} = -25V$$

سوال بیشتر؛ این جا به جایی در جهت خطوط میدان بوده یا خلاف جهت؟ در جهت بوده چون پتانسیل الکتریکی کم شده



مثال ۳۷) مطابق شکل زیر، بار $q = +5.0nC$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $\frac{N}{C} \times 10^5 8$ نخست از نقطه A

تا نقطه B و سپس با سرعت ثابت تا نقطه C جا به جا می کنیم. اگر $AB = 0.2m$ و $BC = 0.4m$ باشد

(۱) کاری که نیروی الکتریکی در این جا به جایی انجام می دهد،

(۲) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جا به جایی.

قبل از هر کاری تکلیف علامتها رو برای خودت معلوم کن مثلا در جا به جایی B تا C جا به جایی در خلاف جهت میدان صورت گرفته است بنابراین پتانسیل الکتریکی زیاد میشه، چون بار مثبت انرژی پتانسیل هم عین پتانسیل الکتریکی زیاد می شه

علامت کار ما هم که عین تغییرات انرژی پتانسیل می مونه پس اونم مثبت و در انتها علامت کار صورت گرفته توسط نیروی میدان قرینه ی تغییرات انرژی خواهد بود پس کار میدان منفی میشه

$$W = W_{AB} + W_{BC} = 0 + (F \times d \times \cos\theta) = 4 \times 10^{-2} \times 0.4 \times (-1) = -0.016J$$

$$\Delta U_{AC} = -W_E = -(-0.016) = 0.016J$$



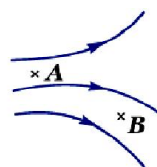
مثال ۳۸) احتمالی ۹۸؛ خارج ریاضی ۹۶، مشابه تمرین ۱۶ کتاب درسی؛ در شکل مقابل، کره ای با بار مثبت روی پایه ی عایقی قرار دارد شخصی در میدان الکتریکی حاصل از این کره، ذره ی باردار مثبت را با سرعت ثابت در راستای افقی از نقطه ی B تا A جا به جا می کند. اگر کار شخص در این میدان W و کار نیروی حاصل از میدان W' و اختلاف پتانسیل الکتریکی $V_A - V_B = \Delta V$ باشد. کدام رابطه درست است؟

$$(1) \Delta V < 0, W' < 0, W > 0 \quad (2) \Delta V > 0, W' > 0, W < 0 \quad (3) \Delta V < 0, W' > 0, W > 0 \quad (4) \Delta V > 0, W' < 0, W > 0$$

اول از همه جهت خطوط میدانو معلوم کن تا بدونی این جا به جایی چه جوری بود؟ در جهت خطوط بود یا خلاف جهت خطوط خطوط میدان الکتریکی از بار مثبت خارج می شه پس خطوط میدان از کره خارج می شود جهت آن از B به سمت A می باشد جا به جایی صورت گرفته هم از B به سمت A است پس در جهت خطوط جا به جا شدیم و پتانسیل الکتریکی کم می شود $\Delta V < 0$ چون بار مثبت، انرژی هم عین پتانسیل تغییر میکنه پس اونم کم می شه $\Delta U < 0 \xrightarrow{q > 0} \Delta V < 0$

علامت کار میدان قرینه علامت تغییرات انرژی پس وقتی می گیم انرژی کم میشه یعنی علامت کار میدان مثبت $\Delta U < 0 \rightarrow W' > 0$ علامت کار ما عین علامت تغییرات انرژی پس وقتی می گیم انرژی کم میشه یعنی علامت کار ما منفیه $\Delta U < 0 \rightarrow W < 0$

مثال ۳۹) شکل روبه رو خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می دهد. در مقایسه میدان و پتانسیل الکتریکی نقاط A و B کدام رابطه درست است؟ (سوال تکمیلی؛ نیرو و انرژی پتانسیل را هم مقایسه کنید)



$$V_B > V_A, E_B > E_A \quad (2) \quad V_B > V_A, E_B < E_A \quad (1)$$

$$V_B < V_A, E_B > E_A \quad (4) \quad V_B < V_A, E_B < E_A \quad (3)$$

هر چه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی بار کم می شود بنابراین پتانسیل الکتریکی نقطه ی B از A کمتر خواهد بود برای مقایسه اندازه ی میدان به تراکم و فشردگی خطوط توجه کنید. خطوط میدان در نقطه ی A نسبت به نقطه ی B به هم نزدیکترند بنابراین اندازه ی میدان در A از B بزرگتر است و گزینه ی سه صحیح است

مثال ۴۱) بیشتر از تمرین ۱۰-۱ کتاب درسی؛ بار $q = -2nC$ از پایانه مثبت تا منفی یک باتری ۱۲ ولتی با سرعت ثابت جا به جا می کنیم
 مطلوبست بررسی؛ ۱) تغییرات پتانسیل الکتریکی ۲) تغییرات انرژی پتانسیل بار ۳) اندازه ی کار صورت گرفته توسط ما

ولتاژ یک باتری اختلاف پتانسیل سر مثبت از سر منفی آن می باشد مثلاً وقتی میگوئیم یک باتری ۱۲ ولتی یعنی $V^+ - V^- = +12$

حالا اگر سر مثبت با طری را به زمین وصل کنیم داریم؛ $V^+ - V^- = +12 \rightarrow 0 - V^- = +12 \rightarrow V^- = -12$

اگر سر منفی باتری را به زمین وصل کنیم داریم؛ $V^+ - V^- = +12 \rightarrow V^+ - 0 = +12$

اگر بگوئید باری را از سر منفی تا سر مثبت باتری جا به جا کرده ایم یعنی؛ $\Delta V = V^+ - V^- = +12$

در این سوال گفته بار را از صفحه مثبت به صفحه ی منفی باتری می بریم یعنی $\Delta V = V^- - V^+ = -12$

پس در جا به جایی این سوال پتانسیل الکتریکی کم می شود بار منفی است برای بار منفی، کاهش پتانسیل الکتریکی، افزایش انرژی پتانسیل را به

دنبال دارد $\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow -12 = \frac{\Delta U}{-2 \times 10^{-9}} \rightarrow \Delta U = 24 \times 10^{-9} J = 24 nJ \rightarrow W_E = -24 nJ \rightarrow W_{us} = 24 nJ$

مثال ۴۳) خارج ریاضی ۹۵ + کمی بیشتر از تمرین ۱۹ کتاب درسی؛ در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره بارداری به جرم ۰/۱ گرم، از نقطه ای به پتانسیل الکتریکی ۱۰۰+ ولت از حال سکون به حرکت در می آید و با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه به نقطه دیگری به پتانسیل الکتریکی ۱۰۰- ولت می رسد. اگر در این مسیر نیروی مؤثر بر ذره فقط حاصل از میدان الکتریکی باشد، بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است؟

۲/۵ (۱) ۴ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴)

قبل از هر کاری بریم سراغ علامت ها؛ $\Delta V < 0$ پتانسیل الکتریکی کم شده

انرژی جنبشی زیاد شده $\Delta k > 0$ انرژی پتانسیل کم می شود $\Delta U < 0$

$\frac{\Delta V < 0}{\Delta U < 0}$ یعنی بار ما مثبت است

$-100 - (+100) = -200 = \frac{\Delta U}{q}$

$\Delta U = -\Delta k = -\frac{1}{2} m (V^2 - V_0^2) = -\frac{1}{2} \times 10^{-4} \times 10^{-3} (10^2 - 0) = -10^{-2}$

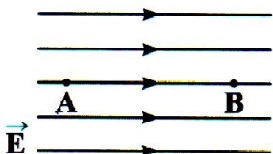
$\rightarrow -200 = \frac{-10^{-2}}{q} \rightarrow q = \frac{1}{4} \times 10^{-4} = 25 \times 10^{-6} C$

مثال ۴۵) ریاضی ۸۱؛ در شکل روبه رو میدان الکتریکی یکنواخت $E = 3000 N/C$

و فاصله AB برابر با $2cm$ است. اگر پتانسیل نقاط A و B را به

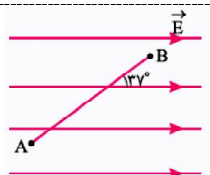
ترتیب با V_A و V_B نشان دهیم، $V_A - V_B$ چند ولت است؟

۶۰۰۰ (۱) ۶۰۰ (۲) ۶۰ (۳) ۶۰ (۴)



قبل از هر کاری تکلیف علامتها رو برای خودت معلوم کن از A تا B جا به جایی در جهت خطوط میدان است پس پتانسیل B از A کمتر است
 دقت کنید سوال چی میخواد $V_A - V_B$ را خواسته که باید مثبت باشد برای جا به جایی هایی که در میدان یکنواخت حرف از بار نیست به صورت

مستقیم با ((وحید ادعا $\Delta V = Ed$)) اندازه ی اختلاف پتانسیل را حساب کنید $\Delta V = Ed = 3000 \times \frac{2}{100} = 60V$



مثال ۴۷) تمرین منزل؛ بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت شکل مقابل $\frac{N}{C} \times 10^4 \times 4$ و فاصله ی

نقطه ی A تا B از یکدیگر ۲۵ سانتیمتر است $V_B - V_A$ چند ولت است؟

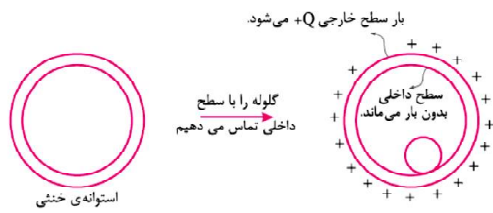
۶۰۰۰ (۱) ۶۰۰ (۲) ۸۰۰۰ (۳) ۸۰۰ (۴)

اگر باری را از A تا B جا به جا کنیم در جهت خطوط میدان حرکت کردیم بنابراین پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد (علامت بار مهم نیست)

راستی برای جا به جایی هایی که در میدان یکنواخت حرف از بار نیست به صورت مستقیم با ((وحید ادعا $\Delta V = Ed$))

$|\Delta V| = E \times d = E \times (L \cos \theta) = 4 \times 10^4 \times \frac{25}{100} \times \cos 37 = 10^4 \times \frac{1}{10} = 1000 \rightarrow \Delta V = -1000$

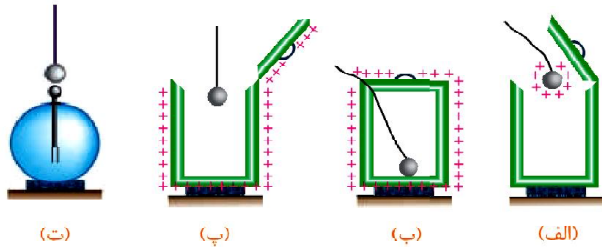
مقدمه؛ بار در سطح خارجی رسانا پخش می شود ولی در یک نارسانا بار در محل داده شده باقی می ماند



مثال ۴۸) براساس کتاب جدید درسی؛ کره ی فلزی با بار $-q$ را در ظرف فلزی که با بار $+4q$ روی میز عایقی قرار دارد وارد کرده و از داخل به کف ظرف تماس می دهیم اگر درب ظرف بسته شود به ترتیب بار کره و بار سطح خارجی ظرف از راست به چپ کدام است؟

- (۱) صفر، $+3q$ (۲) صفر - صفر
(۳) $+3q$ ، صفر (۴) $-q$ و $+4q$

مطابق تصویر فوق با تماس کره ی فلزی و ظرف فلزی، بار کره به ظرف منتقل می شود و کره بدون بار می شود. چرا؟ چون کره به شکلی تماس پیدا کرده که جزو قسمت داخلی شکل محسوب شده است اگر از بیرون تماس پیدا می کرد بار کره بین کره و ظرف توزیع می شد ولی چون از داخل تماس صورت گرفته، کره هر چه بار دارد را باید به سطح خارجی ظرف بدهد بنابراین بار کره صفر می شود و بار ظرف برابر می شود با $+4q - q = +3q$



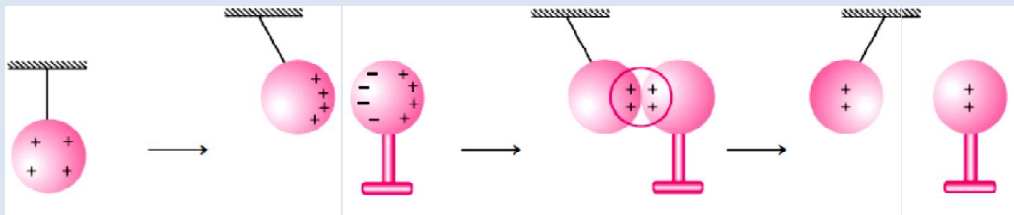
مثال ۴۹) بیشتر از تمرین ۲۰ کتاب درسی؛

در شکل مقابل گلوله ی فلزی با بار مثبت از نخ آویزان است. کره ی فلزی خنثی را که دارای دسته ی نارسانا است به گلوله نزدیک می کنیم مشاهده می شود که گلوله ... می شود. وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا می کنیم و دوباره به آرامی آن را به گلوله نزدیک می کنیم. ملاحظه می شود که گلوله ... می شود.

- (۱) جذب - دفع (۲) دفع - جذب (۳) دفع - دفع (۴) جذب - جذب

مطابق تصویر دوم؛ با نزدیک کردن گلوله ی فلزی مثبت به کره، بارهای ناهم نام با بار گلوله (بارهای منفی) به آن نزدیک می شوند و بارهای هم نام (بارهای مثبت) در کره از آن دور می شوند.

مطابق تصویر سوم؛ با تماس گلوله به کره برای لحظه ای هر دو جسم به یک جسم تبدیل می شوند و بار گلوله در سطح خارجی کره و گلوله نیز پخش می شود و بار گلوله بین کره و گلوله به ارث می رسد و در سطح خارجی آنها توزیع می شود و هر دو دارای بار مثبت می شوند مطابق تصویر چهارم؛ حال اگر گلوله را جدا کنیم یک گلوله و یک کره ی هم نام داریم و اگر آن ها را مجدداً به هم نزدیک کنیم ملاحظه می شود که همدیگر را دفع می کنند

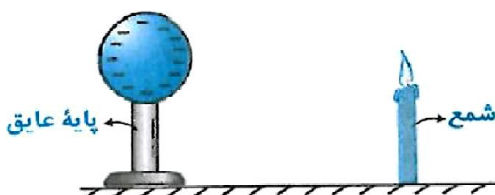


مثال ۱۶) در شکل روبه رو، شمعی در فاصله ی نسبتاً دور از یک کره رسانا با بار الکتریکی منفی نسبتاً بزرگ قرار دارد اگر شمع را به نزدیک یکی کره منتقل کنیم، چه تغییری در وضعیت شعله ی شمع مشاهده می شود؟

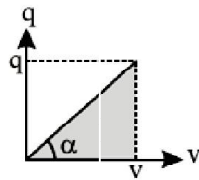
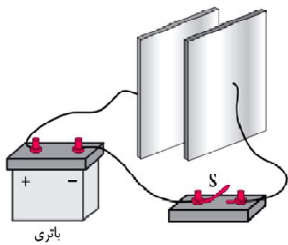
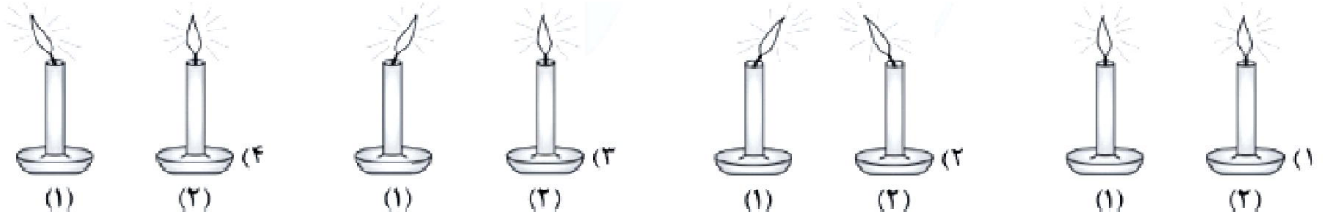
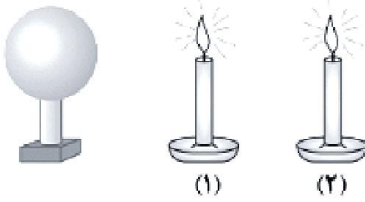


- (۲) به سمت چپ منحرف می شود
(۳) وضعیت مشخصی ندارد

- (۱) در راستای قائم باقی می ماند
(۳) به سمت راست منحرف می شود



مثال ۱۷) مطابق شکل يك شمع در فاصله ی نزدیک و شمع دیگر در فاصله ی دورتر از يك کره ی رسانا قرار گرفته اند اگر کره دارای بار مثبت باشد کدام گزینه به درستی وضعیت قرار گرفتن شعله ی شمع ها را نشان میدهد ؟



خازن

خازن ها وسایلی هستند که به کمک آنها بار الکتریکی را ذخیره می کنیم تا در مواقع لزوم آنها را مصرف می کنیم و تا حدی کاربردی شبیه باتری های قابل شارژ دارد اما با این تفاوت که باتری انرژی را با آهنگ نسبتا کم و در دراز مدت به مدار می دهد اما خازن انرژی را با <u>آهنگ بسیار بیشتر</u> و به صورت <u>ناگهانی</u> به مدار می دهد به همین دلیل از خازن برای <u>فلاش دوربین</u> استفاده می کنند	معرفی خازن و مقایسه آن با باتری
مداری مطابق بالا را در نظر بگیرید وقتی کلید وصل می شود این جریان الکتریکی تا زمانی برقرار می ماند که <u>اختلاف پتانسیل دو سر مولد و دو سر خازن ، برابر شود</u> (در زمانی که کمتر از یک ثانیه می باشد) در این حالت اصطلاحا میگوییم خازن شارژ (یا پر) شده است	چه هنگام خازن شارژ شده است ؟
منظور از ولتاژ خازن همان ولتاژ باطری است که آن را شارژ کرده و برابر V می باشد اما <u>ولتاژ متوسط</u> ، میانگین مقادیر این ولتاژ در ابتدا و انتها می باشد یعنی میانگین صفر و V بنابراین به $\frac{1}{2}V$ <u>اختلاف پتانسیل متوسط</u> می گوئیم مثلا اگر جایی گفتند اختلاف پتانسیل متوسط یک خازن مثلا ۱۰ ولت می باشد . این یعنی ولتاژ باطری و ولتاژ خازن شارژ شده ۲۰ ولت می باشد	ولتاژ متوسط

بررسی	فرمول	توضیحات بیشتر
بار دار شدن خازن	$q = CV$ SI، ((کولن بر ولت)) یا ((فاراد)) می باشد. هر چه ولتاژ دو سر خازن افزایش یابد، بار بیشتری در آن ذخیره می شود اما ظرفیت آن ثابت می ماند پس تغییر ولتاژ و بار تاثیری روی ظرفیت ندارد	(۱) تغییر ظرفیت خازن میتواند بر روی ولتاژ یا بر روی بار و یا بر روی هر دو تاثیر بگذارد (۲) اگر خازنی از دو طرف به مولد وصل باشد در این صورت ولتاژ مصون از تغییر است و تغییر ظرفیت فقط روی بار به صورت مستقیم اثر می گذارد (۳) اگر خازنی به مولد وصل شود و پس از باردار شدن از آن جدا گردد در این صورت بار آن ثابت است و تغییر ظرفیت در این حالت فقط روی ولتاژ آن به صورت معکوس اثر میگذارد (۴) اگر خازنی در مدار در میان خازنهای دیگر باشد ولی از دو طرف به مولد وصل نباشد در این صورت تغییر ظرفیت بر بار و ولتاژ به صورت هم زمان تاثیر می گذارد
ظرفیت خازن	$C = \frac{k\epsilon_0 A}{d}$ ساختمانی آن بستگی دارد	(۱) جنس عایق یا دی الکتریک (نه جنس صفحات) بین صفحه ها (k واحد ندارد) (۲) مساحت (یا وسعت) مشترک بین دو صفحه (نه مساحت یکی از صفحه ها) (۳) فاصله بین دو صفحه: اگر یک صفحه فلزی به ضخامت e را بین صفحات قرار دهیم انگار فاصله ی صفحات را کم کرده ایم و طبق رابطه ی $C = \frac{k\epsilon_0 A}{d - e}$ ظرفیت زیاد می شود
انرژی ذخیره شده در خازن	$u = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} qV$ دلیل ضرب $\frac{1}{2}$ این است که همیشه و فقط نیمی از انرژی که باتری مصرف می کند، در خازن ذخیره میشود و نیمی دیگر به شکل گرما در مدار تلف میشود	(۱) اگر ولتاژ یک خازن ثابت باشد (از دو طرف به باطری وصل باشد) در این صورت طبق $u = \frac{1}{2} CV^2$ انرژی متناسب با تغییرات ظرفیت است (۲) اگر بار یک خازن ثابت باشد (پس از شارژ از باطری جدا شود) یا در این صورت طبق $u = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ انرژی متناسب با عکس ظرفیت خواهد بود
میدان الکتریکی بین صفحات خازن	$E = \frac{V}{d}$ صفحه ی خازن از نوع میدان الکتریکی یکنواخت است	(۱) اگر ولتاژ خازن ثابت باشد میدان با فاصله ی دو صفحه نسبت عکس خواهد داشت (۲) اگر بار خازن ثابت باشد (یعنی خازن به باطری وصل و سپس جدا شود) تغییر فاصله بین دو صفحه خازن در میدان الکتریکی آن تاثیری ندارد چون ولتاژ به نسبت فاصله تغییر میکند در نتیجه میدان ثابت می ماند
استقامت (قدرت) دی الکتریک	$E_b = E_{max}$ بیشترین میدانی که یک خازن می تواند بدون فرو ریزش تحمل کند را استقامت دی الکتریک می نامند استقامت دی الکتریک (قدرت دی الکتریک) از جنس میدان است بنابراین یکای آن در SI، ((نیوتن بر کولن)) یا ((ولت بر متر)) می باشد.	(۱) اگر بر حسب kV/mm دادند باید در 10^6 ضرب کنیم (۲) استقامت دی الکتریک (E_{max}) فقط به جنس عایق بین صفحات بستگی دارد (۳) استقامت دی الکتریک (قدرت دی الکتریک) به فاصله بین دو صفحه و مساحت آنها و اینکه خازن به باطری وصل هست یا نیست بستگی ندارد (۴) ثابت دی الکتریک را با این قسمت قاطی نکنید، اون k بود. واحد هم نداشت
پتانسیل فرو ریزش	$V_m = E_m \times d$ به قدرت دی الکتریک (جنس عایق بین صفحات) و فاصله ی صفحه ها از هم بستگی دارد و یکای آن در SI، ((ولت)) می باشد	پتانسیل فرو ریزش و استقامت دی الکتریک به اینکهاخازن به باطری وصل هست یا نیست بستگی ندارد پتانسیل فرو ریزش و استقامت دی الکتریک به مساحت مشترک دو صفحه بستگی ندارد / شرط اینکه فرو ریزش الکتریکی رخ دهد این است که میدان الکتریکی از قدرت (یا استقامت) الکتریکی بیشتر باشد (یا ولتاژ از پتانسیل فرو ریزش) بیشتر باشد

مثال ۱) در شکل زیر ، اگر اتم های قطبیده شده ی دی الکتریک را به شکل  نشان دهیم ، کدام گزینه وضعیت این اتم را درست نشان می دهد ؟



- (۱) 
 (۲) 
 (۳) 
 (۴) 

مثال ۲) ریاضی ۹۴ و سنجش ۹۱ : با تخلیه ی قسمتی از بار الکتریکی يك خازن پر شده ، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می یابد . انرژی این خازن چند درصد کاهش می یابد ؟ (۱) ۴۰ (۲) ۶۴ (۳) ۸۰ (۴) ۹۶

اگر درصد تغییر کمیتی را بدهند مقدار اولیه آن را ۱۰۰ در نظر بگیرید و تغییرات را روی این عدد به راحتی اعمال کنید

$$\text{اگر درصد تغییر} = \frac{u_2 - u_1}{u_1} \times 100$$

$$\frac{u_2 - u_1}{u_1} \times 100 \rightarrow \frac{\frac{1}{2} C V_2^2 - \frac{1}{2} C V_1^2}{\frac{1}{2} C V_1^2} \times 100 \rightarrow \frac{\frac{1}{2} C 20^2 - \frac{1}{2} C 100^2}{\frac{1}{2} C 100^2} \times 100 \rightarrow \frac{20^2 - 100^2}{100^2} \times 100 = -96$$

مثال ۲) خازنی به مولد وصل است اگر فاصله ی بین صفحات آن را دو برابر می کنیم در این صورت هر يك از کمیت های زیر چند برابر می شوند ؟

الف) میدان الکتریکی بین صفحات (ب) استقامت دی الکتریک (ج) پتانسیل فرو ریزش

الف) وقتی میگه به مولد وصل است یعنی ولتاژ ثابت در این صورت میدان الکتریکی طبق رابطه ی $E = \frac{V}{d}$ با دو برابر شدن فاصله ، نصف می شود

ب) استقامت دی الکتریک فقط به جنس عایق (یا دی الکتریک) بین صفحات بستگی دارد و با تغییر فاصله ی صفحات ، تغییر نمی کند

ج) پتانسیل فرو ریزش طبق رابطه ی $V_{max} = E_{max} \times d$ به استقامت دی الکتریک (در واقع به جنس عایق) و فاصله بین دو صفحه بستگی دارد و با دو برابر شدن فاصله ی صفحات ، پتانسیل فرو ریزش هم دو برابر می شود

مثال ۴) مشابه سراسری ریاضی ۸۵ و سنجش ۹۳ : عایق بین صفحه های يك خازن به ظرفیت C ، که فاصله صفحات آن d است ، هوا می باشد آن را به ولتاژ V وصل می کنیم بین صفحات را از عایقی به ضریب دی الکتریک ۲ پر می کنیم در این صورت هر يك از کمیت های زیر چه تغییری می کند ؟
 (۱) اختلاف پتانسیل دو سر خازن (۲) بار ذخیره شده در خازن (۳) انرژی ذخیره شده در خازن (۴) میدان الکتریکی در خازن
 (۵) استقامت دی الکتریک (۶) پتانسیل فرو ریزش

(۱) چون یک خازن داریم که از دو طرف به باتری وصل می باشد بنابراین ولتاژ آن ثابت می باشد

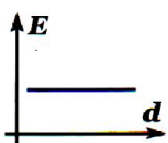
$$۲) q = C \times V \rightarrow \times 2, \quad ۳) U = \frac{1}{2} C V^2 \rightarrow \times 2, \quad ۴) E = \frac{V \rightarrow \times 1}{d \rightarrow \times 1} \rightarrow \times 1, \quad ۵) E_m \uparrow, \quad ۶) V_m = E_m \times d \uparrow$$

مثال ۵) خازنی را به مولدی وصل و پس از شارژ از آن جدا می کنیم . حال اگر فاصله بین صفحات آن را زیاد کنیم

الف) استقامت دی الکتریک آن چگونه تغییر می کند ؟ (ب) میدان الکتریکی بین صفحات چگونه تغییر می کند ؟

الف) استقامت دی الکتریک یا میدان بیشینه فقط به جنس دی الکتریک بستگی دارد پس استقامت آن هیچ وقت با تغییر فاصله تغییر نمی کند

ب) در خازنی که پس از پر شدن ، از باتری جدا می شود تغییر فاصله بین صفحات خازن تاثیری در میدان آن ندارد



چون به همان نسبتی که ولتاژ ، عوض می شود فاصله هم عوض می شود در نتیجه نسبت $\frac{V}{d}$ ثابت می ماند

دقت کنید اگر همین سوال میگفت خازن به باتری وصل است در این صورت افزایش فاصله منجر به کاهش میدان بین صفحات می شد



مثال ۶) مشابه تمرین پایان فصل کتاب درسی ؛ احتمالی ۹۹ ؛ خارج تجربی ۹۷ ؛ ظرفیت خازنی $15\mu F$ و انرژی ذخیره شده در آن U است. اگر $3mC$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کنیم و به صفحه ی مثبت انتقال دهیم ، انرژی ذخیره شده در خازن $900mj$ افزایش می یابد انرژی اولیه ی خازن U چند میلی ژول است ؟ (۱) ۳۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۱۲۰۰ (۴) ۱۵۰۰

$$q_1 = q \rightarrow q_2 = q + 3$$

$$U_2 - U_1 = \frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C} = 0.9 \rightarrow U_2 - U_1 = \frac{1}{2C} ((q+3)^2 - q^2) = 0.9$$

$$\rightarrow \Delta U = \frac{1}{2 \times 15} (6q + 9) = 0.9 \rightarrow 6q + 9 = 27 \rightarrow 6q = 18 \rightarrow q = 3$$

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C} \rightarrow U_1 = \frac{1}{2} \frac{(3)^2}{15} = \frac{9}{30} = 0.3J = 300mj$$

مثال ۷) تجربی ۹۸ ؛ بار خازنی به ظرفیت $5\mu F$ ، ۲۵ درصد افزایش می یابد و در اثر آن ، $90\mu J$ به انرژی ذخیره شده در خازن افزوده می شود. ولتاژ اولیه ی دو سر خازن چند ولت بوده است ؟ (۱) ۸ (۲) ۱۲/۵ (۳) ۲۰ (۴) ۲۵

گام اول: ابتدا داده های مسئله را به زبان ریاضی ترجمه می کنیم: ظرفیت خازن $5\mu F$ است، پس $C = 5\mu F$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{100+25}{100} = \frac{125}{100} = \frac{5}{4} \text{ پس: } 25 \text{ درصد افزایش پیدا کرده ست.}$$

انرژی ذخیره شده در خازن $90\mu J$ بیشتر شده است، پس: $U_2 = U_1 + 90$ / حالا از فرمول $U = \frac{Q^2}{2C}$ به طور نسبتی استفاده می کنیم، چون C ثابت است داریم:

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_1 + 90}{U_1} = \left(\frac{5}{4}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_1 + 90}{U_1} = \frac{25}{16} \Rightarrow \frac{90}{U_1} = \frac{9}{16} \Rightarrow U_1 = 160\mu J$$

$$U_1 = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 160 \times 10^{-6} = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times V_1^2 \Rightarrow 64 = V_1^2 \Rightarrow V_1 = 8V$$

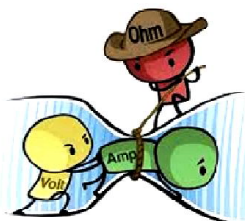
مثال ۸) عینا تمرین جدید پایان فصل کتاب درسی ؛ دو صفحه ی خازن تخت بارداری را به هم وصل میکنیم در نتیجه جرقه ای زده می شود .

حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله ی آنها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم جرقه ی حاصل چگونه تغییر میکند ؟ (کوچکتر از قبل خواهد بود (۲ بزرگتر از قبل خواهد بود (۳ تغییری نمیکند (۴ هر سه ممکن است

هر قدر انرژی ذخیره شده در خازن بیشتر باشد در زمان اتصال صفحات جرقه ی بزرگتری پدید می آید با دو برابر شدن فاصله ی صفحات خازن ، طبق رابطه ی $C = \frac{k\epsilon A}{d}$ ظرفیت خازن زیاد میشود حال با توجه به ثابت بودن بار برای انرژی از رابطه ی $U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ انرژی ذخیره شده در خازن زیاد می شود در نتیجه جرقه ی بزرگتری پدید می آید

مثال ۹) عینا تمرین جدید پایان فصل کتاب درسی ؛ اختلاف پتانسیل دو صفحه ی خازنی را ۲۸ ولت به ۴۰ ولت افزایش می دهیم اگر با این کار ۱۵ میکروکولن بر بار ذخیره شده در خازن افزوده شود ظرفیت خازن را حساب کنید

$$q = CV \rightarrow \Delta q = C\Delta V \rightarrow 15 \times 10^{-6} = C \times (40 - 28) \rightarrow 15 \times 10^{-6} = C \times 12 \rightarrow C = \frac{5}{4} \times 10^{-6} = 1.25\mu F$$



همایش جمع بندی مدارهای الکتریکی کنکور ۹۹



ردیف	موضوع	بررسی موضوع	توضیحات تکمیلی
۱	بار و جریان	$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	به این جریان میگویند جریان متوسط
۲	قانون اهم	$R = \frac{V}{I} \rightarrow V = RI$	اهم میگوید اگر در دمای ثابت ولتاژ دو سر یک مقاومت مثلاً ۲ برابر بشه، جریان اون هم ۲ برابر می شه در نتیجه مقاومت اون تغییری نمیکنه . عین خازن؛ که تغییر ولتاژ، بار را عوض می کرد اما ظرفیت را عوض نمی کرد
۳	عوامل موثر در مقاومت یک سیم	$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L}{\pi R^2}$ در یک دمای ثابت، مقاومت ویژه (جنس) و طول و سطح مقطع یک سیم در مقاومت اون موثر هستند	دقت کنید اگر طول یک سیم چنان تغییر کنه که حجم (و یا جرم) سیم، ثابت باشد در این صورت هر بلایی سر طول بیاد بر عکسش سر سطح مقطع میاد $V_1 = V_2 \rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{l_2}{l_1}$
۴	تغییر مقاومت سیم بر اساس تغییر دما	$\Delta R = R_0 \alpha \Delta T$ این رابطه ی ویژه ی رشته ی ریاضی است تجربی ها اینو نخونن	لطفاً هر وقت پرسیدند که فلانی به چی ربط داره به فرمول اصلی اون کمیت نگاه کنید/ تغییر مقاومت یک سیم در اثر تغییر مقاومت به مقاومت اولیه سیم و ضریب دمایی و تغییر دما بستگی دارد
۵	معادل گیری چند مقاومت سری و عامل مشترک	$R_T = R_1 + R_2 + \dots$ شرط سری بودن این است که؛ دو مقاومت از یک سر، بدون انشعاب بهم وصل بشن اندازه ی مقاومت معادل در سری ها از هر کدوم، بزرگتره	جریان دو مقاومت سری با جریان کل اونها یکیه اگه جریان گذرنده از مقاومت اول ۴ آمپر باشه، جریان گذرنده از مقاومت دوم هم میشه ۴ آمپر و جریان کل هم باز میشه ۴ آمپر (یه وقت جمع نکنی، و بگی ۸ آمپر)
۶	معادل گیری چند مقاومت موازی و عامل مشترک در آنها	$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \xrightarrow{\text{for } n=2} \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ شرط موازی بودن اینکه؛ از دوسر ، بهم وصل بشن/ اندازه ی مقاومت معادل در موازی ها از هر کدوم، کوچیکتره . / مقاومت معادل برای دو مقاومت موازی یکسان می شه نصفشون	ولتاژ دو مقاومت موازی با ولتاژ کل اونها یکیه اگه ولتاژ مقاومت اول ۱۰ ولت باشه، ولتاژ مقاومت دوم هم میشه ۱۰ ولت و ولتاژ کل هم باز میشه ۱۰ ولت (یه وقت جمع نکنی، و بگی ۲۰ ولت)
۷	توان الکتریکی مقاومت	$P = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI$ سومین رابطه نخودی است معمولاً از ان استفاده نمی کنیم رابطه ی وسطی در ۱۰ درصد مواقعو رابطه RI^2 در ۹۰ درصد مواقع استفاده می شود	اون ۱۰ درصد شامل دو نوع سواله؛ نوع اول: سوالاتی که همه ی مقاومت ها موازی باشند نوع دوم: سوالاتی که بحث ولتاژ و توان اسمی باشه بقیه همگی از $P = RI^2$ واسه مقاومت حل میشه این کمیت اسکالر است یعنی توان کل بدون توجه به جایگاه مقاومت ها برابر است مجموع توان تک تک مقاومت ها
۸	انرژی الکتریکی مقاومت	$U = P \times t$	گرمای تولیدی توسط مقاومت همان انرژی الکتریکی مصرفی آن است و واحدش وات ثانیه یا ژول می باشد این کمیت اسکالر است یعنی انرژی کل بدون توجه به جایگاه مقاومت ها برابر است مجموع انرژی تک تک

مثال ۱) مشابه سراسری ریاضی ۹۰ و خارج کشور ریاضی ۹۰ :

سیم به طول L و مقاومت R ، در اختیار داریم. در اثر هر یک از تغییرات زیر مقاومت آن چند برابر می شود ؟

۱) طول آن را نصف می کنیم

۲) آن را دو لا می کنیم

۳) آن را می کشیم تا با ثابت ماندن حجم، طولش ۲ برابر شود

۴) آن را می کشیم تا با ثابت ماندن حجم، قطر آن نصف شود

هر وقت بگویند با ثابت ماندن جرم، یا ثابت ماندن حجم، می کشیم یا چند لا می کنیم

یا از حدیده عبور می دهیم و ... یعنی هر بلایی سر L بیاید بر عکس سر A می آید $\frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1}$

$$۱) R = \frac{\rho L}{A} \propto \frac{1 \times \frac{1}{2}}{1} = \frac{1}{2}$$

$$۲) R = \frac{\rho L}{A} \propto \frac{1 \times \frac{1}{2}}{2} = \frac{1}{4}$$

$$۳) R = \frac{\rho L}{A} \propto \frac{1 \times 2}{\frac{1}{2}} = 4$$

$$۴) D \propto \frac{1}{2} \xrightarrow{A = \pi \frac{D^2}{4}} A \propto \frac{1}{4} \rightarrow R = \frac{\rho L}{A} \propto \frac{1 \times 4}{\frac{1}{4}} = 16$$

مثال ۱۰) تالیفی کامران؛ سیمی یکنواختی به قطر مقطع D_1 را می کشیم تا با ثابت بودن حجم، قطر آن به D_2 برسد

اگر در هر دو حالت سیم را به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل کنیم نسبت توان گرمایی سیم در

حالت دوم به توان گرمایی آن در حالت اول کدام است ؟

$$۱) \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \quad ۲) \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \quad ۳) \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4 \quad ۴) \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{V_1 = V_2, A_1 L_1 = A_2 L_2} \frac{R_2}{R_1} = 1 \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \rightarrow \boxed{\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4}$$

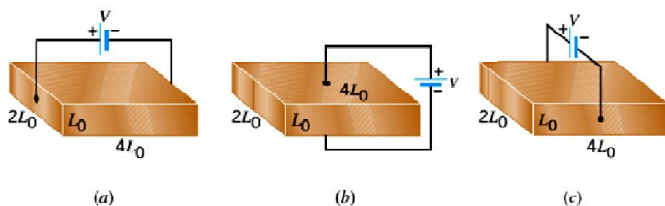
$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} \xrightarrow{\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4} \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4$$

مثال ۱۰۲) منبع خارجی ترجمه شده؛ طرفین هر یک از وجه های مکعب

مستطیل فلزی را به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل می کنیم

کدام گزینه به درستی اندازه ی جریان الکتریکی در مدار را برای

این سه حالت مقایسه می کند ؟



$$۱) I_c > I_b > I_a \quad ۲) I_b > I_c > I_a$$

$$۳) I_c > I_a > I_b \quad ۴) I_a > I_b > I_c$$

$$\begin{aligned} R_a &= \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho \times 4L_0}{2L_0 \times L_0} = \frac{2\rho}{L_0} \\ R_b &= \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho \times 4L_0}{L_0 \times L_0} = \frac{4\rho}{L_0} \\ R_c &= \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho \times 2L_0}{L_0 \times L_0} = \frac{2\rho}{L_0} \end{aligned} \rightarrow R_a > R_b > R_c \xrightarrow{V=RI} I_c > I_b > I_a$$

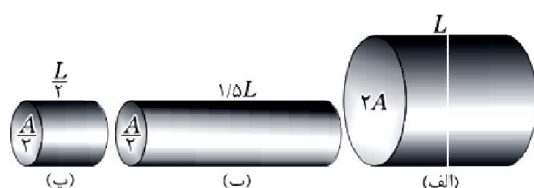
مثال ۲) شکل رو به ، سه رسانای مسی استوانه ای را همراه با مساحت های مقطع و طول آنها را نشان می دهد . اگر اختلاف پتانسیل یکسانی به دو سر هر سه اعمال کنیم ، شدت جریان کدام یک بیشتر از همه است ؟

۱) الف

۲) ب

۳) پ

۴) شدت جریان در هر سه ، یکسان است



معادل گیری مقاومت ها :

۲- اتصال موازی: در این نوع اتصال دو سر تمامی مقاومت ها به دو نقطه با پتانسیل ها مثلاً A و B ولت متصل اند. $V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_B$ $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ مقاومت معادل دو مقاومت R_1 و R_2 که موازی به هم بسته شده اند. $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ مقاومت معادل n مقاومت مشابه R_1 که موازی به هم وصل شده اند. $R_t = \frac{R_1}{n}$	۱- اتصال متوالی: هر دو مقاومت مجاور هم (مثلاً R_1 و R_2) به یک نقطه (با پتانسیل مشخص مثلاً B) متصل هستند و دو سر دیگرشان به دو نقطه با پتانسیل های متفاوت (مثلاً A و C) متصل می باشند از نقطه ی مشترک انشعاب نداریم. $I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$ $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ مقاومت معادل n مقاومت مشابه R_1 که متوالی به هم بسته شده اند $R_t = n R_1$
--	---

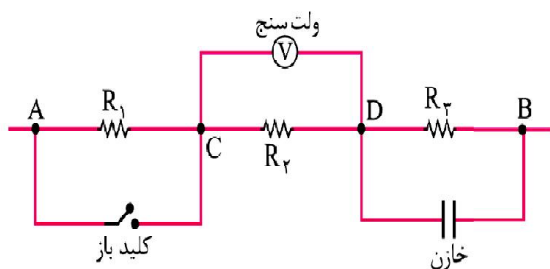
در اتصال سری نباید از سر مشترک انشعابی خارج گردد

شاخه ای که در آن **ولت سنج ایده آل** ، **کلید باز** ، **خازن باردار**

یا مقاومت بی نهایت باشد انشعاب به حساب نمی آید زیرا مقاومت

آنها بی نهایت است و الکترون وارد شاخه ی آنها نمی شود **پس جریان**

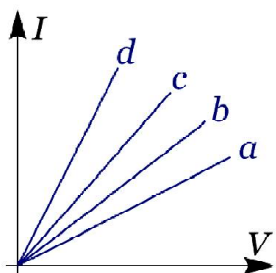
در آنها صفر است بنابراین : سه مقاومت زیر سری هستند



مثال ۵) نمودار تغییرات شدت جریان بر حسب اختلاف پتانسیل ، برای دو سر مقاومت R_1 ، مقاومت R_2

و اتصال موازی آنها R_3 و اتصال سری آن R_4 رسم کرده ایم اگر $R_2 > R_1$ باشد.

تعیین کنید کدام نمودار مربوط به هر یک از این مقاومت هاست ؟



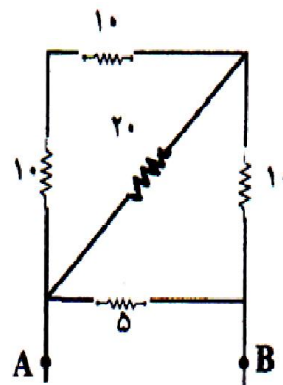
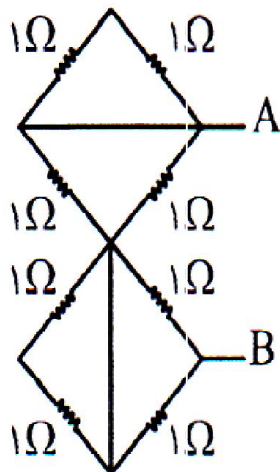


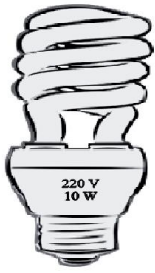
روش حل : در مدارهایی که سیم خالی وجود دارد با گام صفر اینست که با اسم گذاری گره ها ظاهر پیچیده ی آن را ساده کنید .

مقاومت هایی که از دو طرف هم نام شوند از مدار حذف می شوند شاخه هایی که از سر و ته هم نام می شوند و هیچ انشعابی بین اعضای آن وجود ندارد از مدار حذف می شوند

مثال ۶) مشابه سراسری ریاضی ۸۶ و ۸۷ و تجربی ۹۰ :

مقاومت معادل را بین دو نقطه ی A و B را حساب کنید





بر روی هر دستگاه الکتریکی دو عدد یکی بر حسب ولت و دیگری بر حسب وات نوشته شده است که به آنها ولتاژ و توان اسمی (P_{Name} , V_{Name}) گوئیم

مثلا ۲۲۰ ولت و ۱۰ وات این یعنی

اگر این مقاومت را به ولتاژ ۲۲۰ ولت وصل کنیم. توان واقعی (P_{Real}) آن ۱۰ وات می گردد

دقت کنید اگر ولتاژ عدد بیشتر یا کمتر از ۲۲۰ ولت باشد، دیگر توان ۱۰ وات نخواهد بود

مثلا در شکل رو به رو اگر لامپ را به ولتاژ ۱۱۰ ولت وصل کنیم در واقع ولتاژ ما نصف ولتاژ اسمی است

و طبق رابطه ی $P = \frac{V^2}{R}$ توان واقعی ما $\frac{1}{4}$ توان اسمی یعنی ۲/۵ وات می شود

مثال ۷) بر روی يك لامپ الكتريكي اعداد ۲۲۰V و ۲۰۰W نوشته شده است. اگر این لامپ را با اختلاف پتانسیل الكتريكي ۱۱۰ ولت روشن كنيم

الف) توان لامپ چند وات می شود؟ ب) توان لامپ چند درصد تغییر می کند؟ ج) انرژی الكتريكي مصرفی لامپ در مدت ۳ ثانیه

چون بحث ولتاژ و توان اسمی است باید سراغ رابطه ی $P = \frac{V^2}{R}$ بروید. هر بلایی سر ولتاژ بیاید، مجذورش به توان به ارث می رسد الان ولتاژ نصف

شده، پس توان $\frac{1}{4}$ می شود. (یعنی ۵۰ وات می شود) ب) $\frac{50-200}{200} \times 100 = -75$ (ج) $U = P \times t = 50 \times 3 = 150 \text{ J}$

مثال ۸) خارج تجربی ۹۶؛ اختلاف پتانسیل ۱۷ V به دو سر يك سیم مسی به طول ۳۰ m و شعاع مقطع ۱ mm اعمال می شود.

آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟ ($\rho = 1/7 \times 10^{-8} \Omega m$, $\pi = 3$) ۱۷۰۰ (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۷۰ (۳) ۱۰ (۴)

مشخصات ساختمانی مقاومت داده شده پس بدون معطلی اندازه ی مقاومت را حساب کن

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{1/7 \times 10^{-8} \times 30}{\pi \times (1 \times 10^{-3})^2} = \frac{1/7 \times 10^{-8} \times 30}{3 \times 10^{-6}} = 0.17$$

آهنگ تولید انرژی گرمایی یعنی $\frac{Q}{t}$ انرژی گرمایی تقسیم بر زمان و این یعنی توان $P = \frac{V^2}{R} = \frac{17 \times 17}{0.17} = 1700 \text{ W}$

محاسبه جریان + عوامل وابسته به جریان

روش حل: در حل مسائل مربوط به مدارهای الکتریکی، محاسبه اندازه و جهت شدت جریان الکتریکی I می باشد. چرا جریانی که چون هر

کمیتی را در این فصل بخواهیم حساب کنیم، به جریان نیاز داریم

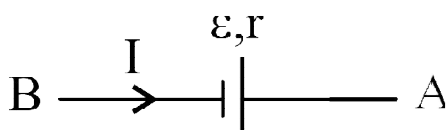
کاربرد اول جریان: محاسبه ی اختلاف پتانسیل بین دو نقطه یا عددی که ولت سنج متصل به دو نقطه نشان می دهد؛

گام صفر: ابتدا و انتهای آن را نام گذاری کنید **گام یک:** جریان الکتریکی بین این دو نقطه را حساب کنید **گام دو:** با حرکت از یک سر به سر دیگر اختلاف پتانسیل بین آن دو نقطه را حساب کنید

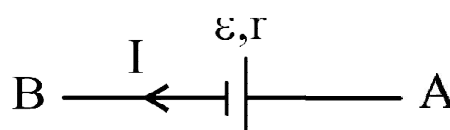
اولا: هرگاه در جهت جریان از مقاومت R (یا مقاومت r) عبور کنیم، ولتاژ به اندازه ی IR (یا rI) کاهش می یابد.

دوما: هرگاه در خلاف جهت جریان از مقاومت R (یا مقاومت r) عبور کنیم، ولتاژ به اندازه ی IR (یا rI) افزایش می یابد.

سوما: صرف نظر از جهت جریان از پایانه مثبت به منفی مولد، ولتاژ به اندازه ی $\mathcal{E}$ کاهش می یابد و از پایانه منفی به مثبت، افزایش



$$V_B + \mathcal{E} - Ir = V_A$$



$$V_B + \mathcal{E} + Ir = V_A$$

این ستون ویژه رشته ریاضی استدر یک مولد بازنده (ضد مولد) مولد مصرف کننده	در یک مولد برنده مولد تولید کننده	در یک مقاومت	♥♥ سایر کاربرد های جریان ؛ هر کمیتی از یک مقاومت و یا یک مولد خواسته شد <u>گام صفر این است</u> که اندازه و جهت جریان حساب کنی و در فرمول در آن کمیت جایگذاری کنی
$\varepsilon + rI$	$\varepsilon - rI$	$V = RI$	اختلاف پتانسیل دو سر آن (عددی که ولت سنج متصل به آن نشان می دهد)
---	rI	RI	افت پتانسیل
$\varepsilon I + rI^2$	$\varepsilon I - rI^2$	$P = RI^2$	توان مصرفی (توان خروجی)
$\varepsilon It + rI^2 t$	$\varepsilon It - rI^2 t$	$U = RI^2 t$	انرژی الکتریکی مصرفی (گرمای تولید شده در آن)

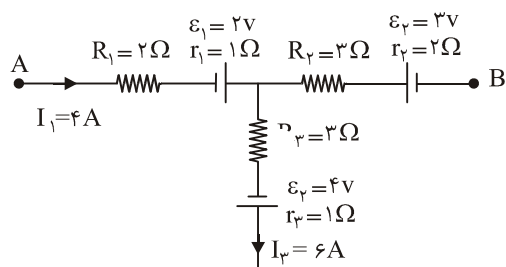
در زیر به بررسی تیپ های مختلف محاسبه جریان و تکنیک های مربوط به آن می پردازیم

تیپ اول : محاسبه جریان در گره ها

قانون اول کرشف : جریانهای ورودی به گره = جریانهای خروجی از آن

مثال (۱۰) خارج کشور تجربی ۹۲ و خارج کشور ریاضی ۸۹ :

با توجه به مدار رو به رو V_{AB} کدام است ؟



- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

قبل از هر کاری باید جهت و اندازه جریان را از A تا B حساب کنیم . جریان از A تا گره برابر ۴ آمپر می باشد در این گره برای یافتن جریان می نویسیم جریانهای ورودی = جریانهای خروجی . حال از نقطه A به سمت نقطه B حرکت می کنیم :

$$i_1 + i_2 = i_3 \rightarrow 4 + i_2 = 6 \rightarrow i_2 = 2$$

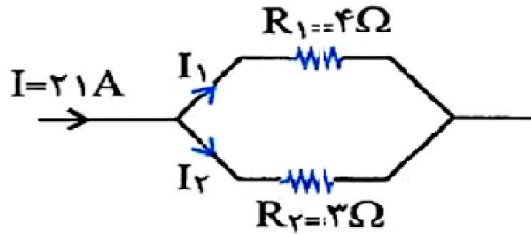
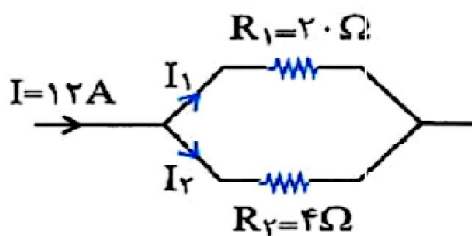
$$V_A - (4 \times 2) - (1 \times 4) + 2 + (3 \times 2) + (2 \times 2) - 3 = V_B \rightarrow V_A - 3 = V_B \rightarrow V_A - V_B = V_{AB} = 3$$

سوال ؛ اگر ولت سنجی بین دو نقطه ی A و B بسته می شد چه عددی را نشان می داد ؟

عددی که ولت سنج نشان میدهد اختلاف پتانسیل دو نقطه ایست که به آن وصل شده است . دقت کنید هیچ جریانی وارد شاخ هی ولت سنج نمی شود در این جا ولت سنج همان اختلاف پتانسیل A و B را نشان میدهد یعنی سه ولت.

♥ روش تستی تووووپ ؛ محاسبه جریان بین دو مقاومت موازی

(نام تکنیک: **I PLAY** : این مال اون ، اون مال این) در این مسائل ابتدا مقاومت ها را تا جایی که امکان دارد ساده می کنیم و این اعداد به صورت ضربدری به عنوان ضریب جریان هر مقاومت در نظر می گیریم . این یعنی نسبت جریان در دو مقاومت موازی به نسبت عکس مقاومت هاست

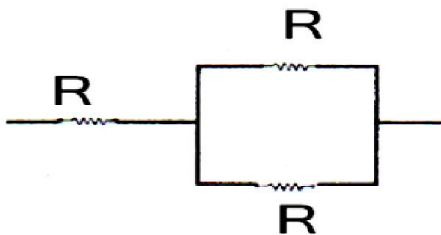


مثال (۱۱) مشابه سراسری ریاضی ۹۳ :

در شکل روبه رو حداکثر توان مصرف شده در هر مقاومت ۸۰ وات می باشد.

حداکثر توان مصرف شده در مدار را به دست آورید

۱۰۰ (۱) ۱۲۰ (۲) ۱۶۰ (۳) ۲۴۰ (۴)



اینجا حداکثر توان یک مقاومت برایتان مهم است یا حداکثر توان مدار ؟

اول با جریان هر مقاومت را پیدا کنیم سپس با جایگذاری I در فرمول توان ، توان هر یک را حساب می کنیم حالا شما می توانید تشخیص دهید که بیشترین توان مصرفی متعلق به کدام مقاومت است دقت کنید توان کل مجموعه برابر است با مجموع توان هر یک از مقاومت ها (یعنی برای جمع کردن جایگاه مقاومت ها مهم نیست)

$$\begin{aligned} P_1 &= R(2I)^2 = 4RI^2 \\ P_2 &= RI^2 \\ P_3 &= RI^2 \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} P_{max} = 80 \rightarrow P_{max} = P_1 = 4RI^2 = 80 \rightarrow P_2 = P_3 = 20 \\ P_1 + P_2 + P_3 = P_T \rightarrow P_T = 80 + 20 + 20 = 120 \end{array} \right.$$

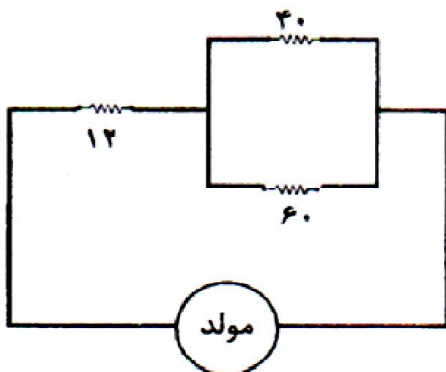
مثال (۱۲) **احتمالی ۹۹** ؛ مشابه تجربی ۹۵ : در مدار شکل روبه رو ، اگر گرمای ایجاد شده در مقاومت ۴۰ اهمی

در يك مدت معین برابر ۱۲۰۰ ژول باشد . گرمای ایجاد شده در همین مدت در مقاومت ۱۲ اهمی چند ژول خواهد بود ؟

۸۰۰ (۱) ۹۵۰ (۲) ۱۰۰۰ (۳) ۱۲۵۰ (۴)

قبل از هر کاری بین دو مقاومت ۴۰ و ۶۰ اهمی بازی را شروع می کنیم

سپس I جایگذاری میکنیم



$$\begin{aligned} 1200 &= 40 \times 9 \times I^2 t \\ U_1 &= 12 \times 25 I^2 t \end{aligned} \quad \left| \rightarrow \frac{1200}{U_1} = \frac{360}{300} \rightarrow U_1 = 1000 J \right.$$

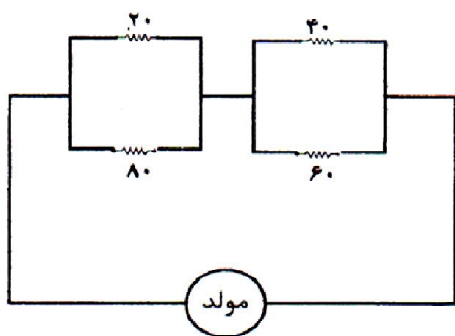
مثال ۱۳) در شکل روبه رو اگر گرمای ایجاد شده در مقاومت ۲۰ اهمی

در یک زمان معین برابر ۶۰۰ ژول باشد گرمای ایجاد شده

در مقاومت ۴۰ اهمی در همین مدت چند ژول است ؟

۴۰۰ (۱) ۴۲۵ (۲)

۶۰۰ (۳) ۶۷۵ (۴)



در این سوال دو جفت مقاومت موازی داریم پس دو بار باید بازی تقسیم جریان را انجام دهیم

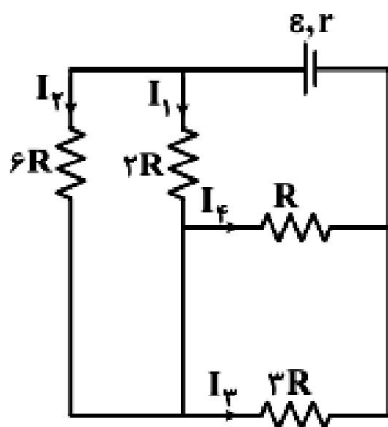
هر گاه دو بار I بازی کردیم و مجموع بازی ها یکسان نشد در بازی دوم از I' استفاده می کنیم و مجموع بازی ها را مساوی قرار می دهیم

$$600 = 20 \times (4I)^2 t \quad U_3 = 40 \times (3I)^2 t \quad \rightarrow \frac{600}{U_3} = \frac{20 \times 16}{40 \times 9} \rightarrow U_3 = 675 J$$

مثال ۱۳ (۰۱۳) احتمالی ۹۹ :

در مدار روبه رو جریان I_4 چند برابر I_2 است ؟

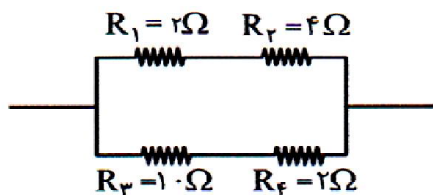
۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۶ (۴)



مثال ۱۴) مشابه سراسری ریاضی ۹۱ :

با توجه به شکل روبه رو اگر بیشترین توان مصرفی توسط یک مقاومت ۳۲ وات باشد

توان مجموعه چند وات است ؟



الف) اگر دو شاخه موازی با هر تعداد دلخواهی از مقاومت در اختیار داشتیم . با معادل گیری ، موازی سازی کنید

جریان هر شاخه را با I بازی حساب کنید در اتصال سری جریان مقاومت معادل با جریان هر یک از مقاومت های معادل گیری شده ی

$$P_1 = R_1 \times I_1^2 = 2(2I)^2 = 8I^2$$

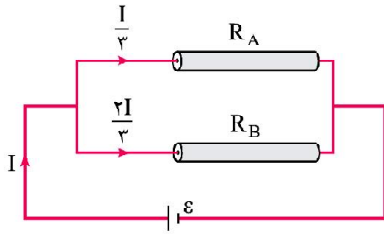
$$P_2 = R_2 \times I_2^2 = 4(2I)^2 = 16I^2 \xrightarrow{P_{Max}=32} 16I^2 = 32 \rightarrow I^2 = 2$$

$$P_3 = R_3 \times I_3^2 = 10(I)^2 = 10I^2$$

$$P_4 = R_4 \times I_4^2 = 2(I)^2 = 2I^2$$

$$\rightarrow P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \rightarrow P_T = 16 + 32 + 20 + 4 = 72$$

مثال ۱۵) خارج تجربی ۹۵ : مطابق شکل ، دو سیم فلزی توپر A و B به طول های مساوی ، به یک مولد متصل اند . اگر مقاومت ویژه سیم A ، ۳ برابر مقاومت ویژه سیم B باشد ، سطح مقطع سیم A چند برابر سطح مقطع سیم B است ؟

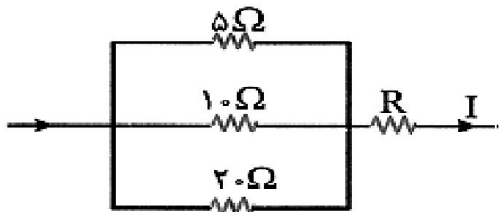


$$(۱) \frac{3}{2} \quad (۲) \frac{4}{3} \quad (۳) ۲ \quad (۴) ۶$$

می دانیم در مقاومت های موازی ، نسبت جریانه ها عکس نسبت مقاومت هاست .
بنابراین مقاومت سیم A دو برابر سیم B است

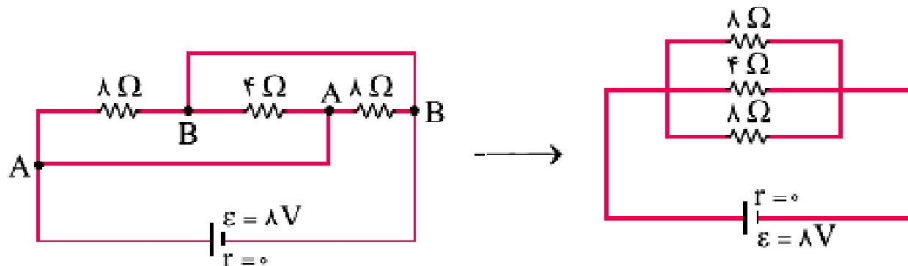
$$\frac{R_A}{R_B} = ۲ \xrightarrow{R = \frac{\rho L}{A}} \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \rightarrow ۲ = ۳ \times ۱ \times \frac{A_B}{A_A} \rightarrow \frac{A_B}{A_A} = \frac{۲}{۳} \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{۳}{۲}$$

روش تستی: تیپ سوم : محاسبه جریان در مدار های چند شاخه ای (شاخه های موازی بیشتر از دو تا باشند)



برای شروع به شاخه های موازی گیر بده ، جریان را واسه یکی از آنها که **مقاومت بزرگتری** داره I می گذاریم .
حال به بقیه مقاومت ها به گونه ای جریان می دهیم که در هر شاخه ، حاصلضرب مقاومت در جریان عدد یکسانی شود

مثال ۱۷) در مدار رو به رو ، توان مقاومت ۴ اهمی چند برابر توان کل مجموعه است ؟



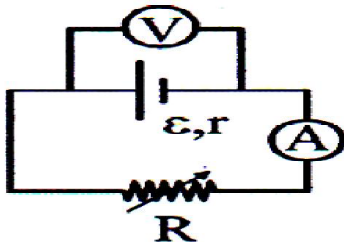
نکته مهم : هرگاه در مدار بین مقاومت ها **سیم خالی** وجود داشت . قبل از اینکه به سراغ جریان یابی بروید **ابتدا با نام گذاری گره ها ، مدار را ساده کنید**

$$\left. \begin{array}{l} P_T = 4 \times (2I)^2 \\ P_T = 2 \times (4I)^2 \end{array} \right| \rightarrow \frac{P_T}{P_T} = \frac{16I^2}{2 \times 16I^2} = \frac{1}{2}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 8 \times (I)^2 \\ P_T = 4 \times (2I)^2 = 16I^2 \\ P_T = 8 \times (I)^2 \end{array} \right| \rightarrow \frac{P_T}{P_T = P_1 + P_T + P_T} = \frac{16I^2}{32I^2} = \frac{1}{2}$$

✓ تپ چهارم جریان يابی : مناسبه جريان اصلی در یک حلقه بایک مولد

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



وسيله اندازه گیری	نشان دهنده ی چیست	چگونگی اتصال	مقاومتش در حالت ایده آل	مثل چی میمونه ؟
آمپرسنج	شدت جریان الکتریکی	به صورت سری	بسیار کم	سیم خالی
ولت سنج	اختلاف پتانسیل بین دو نقطه	به صورت موازی	بسیار زیاد	کلید باز

(۱) وقتی در مدار ی فقط یک مولد حضور دارد آن مولد تولید کننده ی جریان از $I = \frac{E}{R_t + r}$ از صفحه ی مثبت خود خواهد بود

(۲) به جز **افت پتانسیل** تمامی **کمیت های تک مولد با کمیت های مقاومت معادل خارجی برابر است** ♥

(مثلا وقتی میگن ولتاژ تک مواد را بگین میتونید به جای $V = E - rI$ از رابطه ی $V = R_t I = R_t \frac{E}{R_t + r}$ استفاده کنید) چون در مولد افت

پتانسیل و عدد ولت سنج در مولد دو کمیت مختلف است اما در مقاومت یکی است

(۳) هنگامی **توان مفید تک مولد بیشینه** می گردد که مقاومت معادل خارجی با مقاومت درونی مولد هم اندازه شود $r = R_t$ (فقط در این حالت افت پتانسیل مولد و مقاومت خارجی یکی می شود)

در یک مولد برنده مولد تولید کننده		کمیت وابسته به جریان
مقاومت معادل	با فرمول اصلی	
$V = R_t I$	$\varepsilon - rI$	اختلاف پتانسیل دو سر آن (عددی که ولت سنج متصل به آن نشان می دهد)
$V = R_t I$	rI	افت پتانسیل
$P = R_t I^2$	$\varepsilon I - rI^2$	توان مصرفی (توان خروجی)
$U = R_t I^2 t$	$\varepsilon I t - rI^2 t$	انرژی الکتریکی مصرفی (گرمای تولید شده در آن)

نکته مهم : برای مقاومت یک توان داریم و آن توان مصرفی است . اما برای مولد سه توان تعریف می شود

$$\varepsilon I - r I^2$$

توان تلف شده

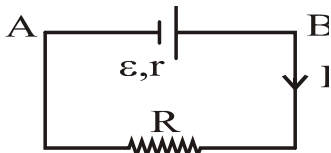
توان کل ؛ تولیدی

توان خروجی یا توان مفید

مثال ۱۸) مشابه سراسری ریاضی ۸۷: منبعی به نیرو محرکه ۱۸ ولت را که مقاومت درونی آن r است به یک مقاومت R می بندیم و جریان $۰/۲$ آمپر از آن عبور می کند. اگر افت پتانسیل در مقاومت

داخلی $\frac{1}{8}$ افت پتانسیل در مدار خارجی باشد. R چند اهم است؟

۱۰(۱) ۸۰(۲) ۶۰(۳) ۷۰(۴)



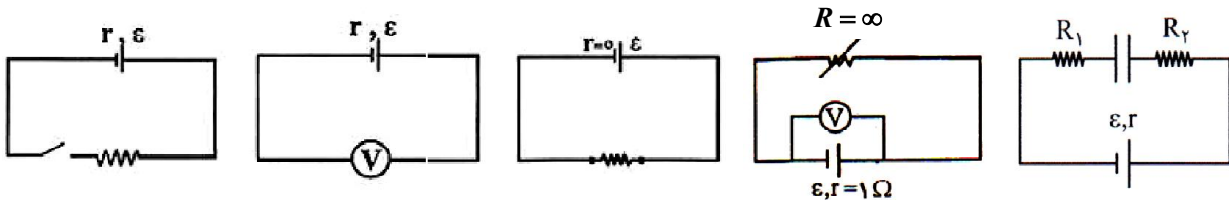
مسیر حل از جریان می گذرد. این جا جریان داده شده است. جریان در مدار تک حلقه برابر است با $I = \frac{E}{R+r}$

$$rI = \frac{1}{8} RI \Rightarrow r = \frac{1}{8} R$$

$$I = \frac{E}{R+r} = 0.2 \Rightarrow \frac{18}{R + \frac{1}{8}R} = 0.2 \Rightarrow R = 80.$$

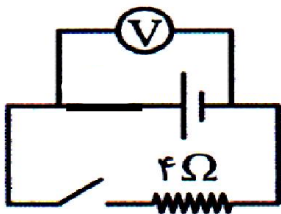
✓ بررسی ولت سنج E

ولت سنج متصل به مولد $V = E - rI$ را نشان می دهد اگر $rI = 0$ گردد ولت سنج $V = E$ را نمایش می دهد



مثال ۲۰) مشابه خارج کشور ریاضی ۸۶:

یک مولد مشابه مطابق شکل روبه روبه هم وصل شده اند. وقتی کلید باز است، ولت سنج ۹ ولت و وقتی بسته است ولت سنج ۸ ولت را نشان می دهد. مقاومت درونی هر مولد چند اهم است؟



هرگاه یک مسئله فیزیک در دو حالت مختلف توصیف شد باید برای هر حالت رابطه را بنویسیم
وقتی می که کلید باز است جریان صفر خواهد شد و عدد ولت سنج همان E مولد خواهد بود

$$V_1 = E - rI = E - 0 = 9$$

$$V_2 = E - rI = 9 - rI = 8 \rightarrow rI = 1 \rightarrow I = \frac{1}{r}$$

$$I = \frac{E}{R_T + 2r} \rightarrow \frac{1}{r} = \frac{9}{4 + 2r} \rightarrow 9r = 4 + 2r \rightarrow r = \frac{1}{2}$$

راه دوم: وقتی در حلقه فقط یک مولد حضور دارد ولتاژ مولد همان ولتاژ مقاومت معادل خواهد بود
و توان خروجی یا توان مفید مولد با توان مصرفی مقاومت معادل خارجی آن مدار برابر خواهد بود

$$V_1 = E - rI = E - 0 = 9$$

$$V_2 = R_T I = R_T \frac{E}{R_T + r} \rightarrow 8 = 4 \times \frac{9}{4 + r} \rightarrow r = \frac{1}{2}$$

♥ **روش تئوری بیر پر کاربرد :** هرگاه در مدار تغییری بدهند (مثلا مقاومت رنوستا را زیاد کنند) و تغییرات یک کمیت را را بخواهند گام صفر این است که **تغییرات جریان اصلی** را حساب کنید سپس فرمول آن کمیت را بنویسید.

کهر چه جوری تغییرات جریان را بررسی کنیم؟ تغییرات جریان اصلی طبق رابطه ی $I = \frac{E}{R_t + r}$ با تغییرات **مقاومت معادل** نسبت **عکس** دارد

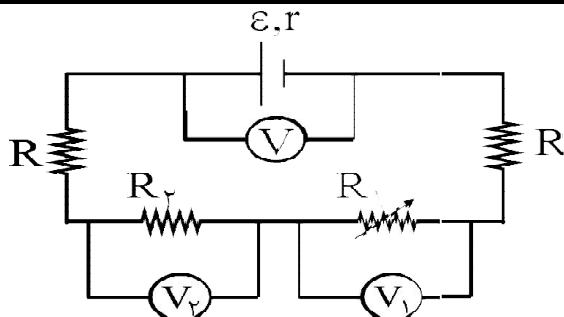
نکته ۱ : وقتی مقاومت یک رنوستا تغییر کند **بدون توجه به جایگاهش** در مدار ، مقاومت معادل عین آن و جریان اصلی بر خلاف آن تغییر می کند

نکته ۲ : **بستن کلید** ، و ایجاد مقاومت موازی ، اندازه ی مقاومت معادل آنها و معادل کل را **کاهش** و جریان اصلی را افزایش می دهد

نکته ۳ : کلا هر جا کلیدی بسته شد (در ۹۹ درصد مواقع) بگو جریان کلی زیاد

نکته ۴ : برای بررسی ولتاژ یک مقاومت که با چند **مقاومت موازی** است باید **ولتاژ کل آن شاخه ی موازی** را بررسی کنیم (نه فقط ولتاژ همان مقاومت خواسته شده را)

نکته ۵ : برای بررسی آمپر سنج های فرعی (مثل آمپر سنج دوم) اول **بهتر است ولتاژ کل آن شاخه** را حساب کنیم **بعد بریم به سراغ جریان**



مثال (۲۲) مشابه سراسری تجربی ۹۴ :

در شکل مقابل مقاومت متغیر R_1 را به تدریج کاهش می دهیم

ولت سنج ها چگونه تغییر میکنند؟

گام صفر : با کاهش مقاومت R_1 ، مقاومت معادل نیز کاهش می یابد با کاهش مقاومت معادل ، طبق رابطه ی

$I = \frac{\varepsilon}{R_t + r}$ **جریان اصلی مدار زیاد** می شود حالا فرمول هر کمیت را بنویسید و ببینید ارتباطش با جریان مستقیم است یا عکس ؟

ولت سنج	V	V_1	V_2
بررسی تغییرات	$V = E - r \overset{\uparrow}{I} \rightarrow V \downarrow$	$V_1 = \overset{\downarrow}{R_1} \overset{\uparrow}{I} \rightarrow V_1 \downarrow$	$V_2 = R_2 \overset{\uparrow}{I} \rightarrow V_2 \uparrow$
توضیحات	راه دوم برای این قسمت این است که از فرمول کمکی مقاومت معادل برای مولد استفاده کنیم (چون یک مولد داریم) $V_t = \overset{\downarrow}{R_t} \overset{\uparrow}{I} \rightarrow V \downarrow$	ولتاژ برای یک مقاومت ثابت و برای یک مقاومت متغیر از رابطه ی $V=RI$ محاسبه می شود تغییرات این ولتاژ برای یک مقاومت ثابت، تابع تغییرات جریان است ♥ برای مقاومت متغیر تغییرات ولتاژ تابع تغییرات مقاومت متغیر است	

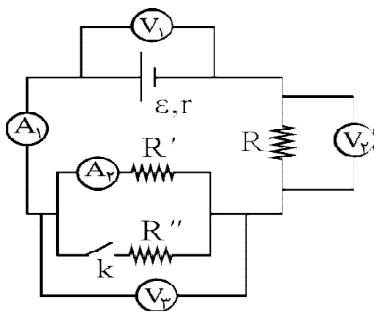
مثال ۲۳) احتمالی کنکور ۹۹؛ ریاضی ۹۵، تجربی ۸۶: با وصل کلید k ، اندازه‌گیرها چه تغییری می‌کند

گام صفر: وقتی کلید k وصل می‌شود، یک مقاومت R'' به‌طور موازی به R' متصل می‌شود

و مقاومت معادل این دو مقاومت و مقاومت کل مدار کاهش و طبق رابطه‌ی $I = \frac{\mathcal{E}}{R_t + r}$

شدت جریان اصلی مدار افزایش می‌یابد. پس A_1 مقدار بیش‌تری نشان می‌دهد.

حالا فرمول هر کمیت را بنویسید و ببینید ارتباطش با جریان مستقیم است یا عکس؟



نام وسیله	A_1	V_1	V_2	V_3	V'	A_2
رابطه	$I = \frac{\mathcal{E}}{R_t + r}$	$\mathcal{E} - rI$	$V_2 = R_2 I$	$V_3 = R_3 I$	$V' = V_3$	$V' = R' I$
بررسی تغییرات	افزایش	کاهش	افزایش	کاهش	کاهش	کاهش

تغییرات تغییرات جریان اصلی مدار ((جریان گذرنده از مولد)) در ابتدا مورد بررسی قرار می‌گیرد تغییرات جریان فرعی مدار ((مثل جریان مقاومت R')) در انتها مورد بررسی قرار می‌گیرد / در مورد بررسی جریان عبوری از مقاومت R' دقت کنید

گام اول: یافتن ولتاژ این مقاومت است تغییرات ولتاژش را از طریق ولتاژ V_3 بررسی کنید $V' = V_3$

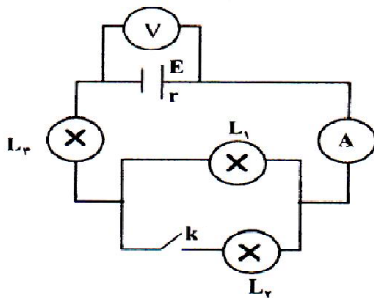
گام دوم: سپس برای خودش $V' = R' I$ بنویسید تا تغییرات جریانش بررسی گردد

چگونه تغییرات نور لامپ را در یک مدار بررسی کنیم؟

فقط کافیه **ولت سنجی موازی با لامپ** ببندیم و به لامپ به چشم مقاومت نگاه کنیم تغییرات ولت سنج به تغییرات نور لامپ سرایت می‌کند

مثال ۲۴) در مدار زیر با بستن کلید نور هر لامپ چگونه تغییر می‌کند؟

در مدار بالا با بستن کلید دو لامپ (مقاومت) یک و دو با هم موازی می‌شوند در نتیجه مقاومت معادل کاهش و جریان اصلی مدار افزایش می‌یابد



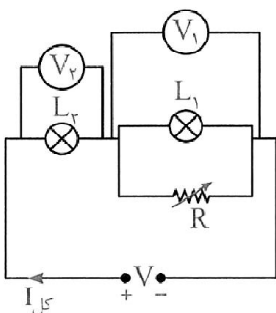
$$k \rightarrow R_t \downarrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow V_1 = R_1 \times I \rightarrow V_1 \downarrow$$

$$= R_2 \times I \rightarrow V_2 \uparrow$$

ب) با افزایش مقاومت رئوسا نور لامپ چگونه تغییر میکند؟؟

در مدار بالا با افزایش مقاومت رئوسا، مقاومت معادل زیاد و جریان اصلی آن کم می‌شود ولتاژ لامپ اول طبق مقاومت آن تغییر میکند (یعنی زیاد می‌شود و لامپ پر نور تر می‌گردد)

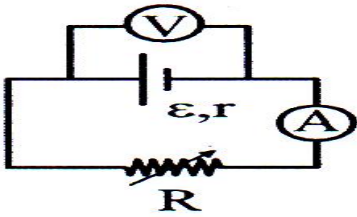
لامپ دوم مقاومتش ثابت است و تغییرات نور و ولتاژش عین تغییرات جریان خواهد بود و کاهش می‌یابد



$$R_1 \uparrow \rightarrow R_t \uparrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow V = R_1 \times I \rightarrow V_1 \uparrow$$

$$\rightarrow V_2 = R_2 \times I \rightarrow V_2 \downarrow$$

مثال (۲۵) مشابه سراسری ریاضی ۹۴ و ۹۳ و تجربی ۹۴ : در يك مدار مولدی به نیروی محرکه E و مقاومت درونی $r=2$ ، را به مقاومت متغیر R وصل نموده ایم. اگر مقاومت R را از ۴ به ۱ اهم برسانیم
 الف) افت پتانسیل در مقاومت درونی مولد زیاد می شود یا کم ؟
 ب) افت پتانسیل در مقاومت خارجی زیاد می شود یا کم ؟
 ج) نمودار توان مفید بر حسب جریان و بر حسب مقاومت خارجی را رسم و نتایج مهم آن را تحلیل کنید



گام صفر: با کاهش مقاومت R_1 ، مقاومت معادل نیز کاهش می یابد با کاهش مقاومت معادل ، طبق رابطه ی

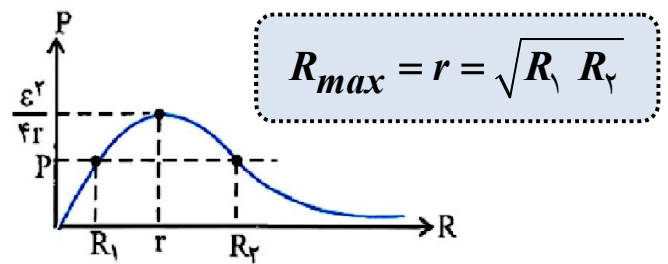
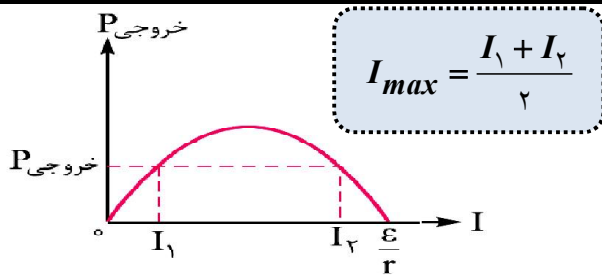
$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + r}$$

جریان اصلی مدار زیاد می شود حالا فرمول هر کمیت را بنویسید و ببینید ارتباطش با جریان مستقیم است یا عکس ؟

نام کمیت	افت مولد	افت پتانسیل مقاومت خارجی	توان مفید مولد
رابطه	rI	$V = RI \rightarrow V \downarrow$	$R = 4 \xrightarrow{r=2} R = 1$
بررسی تغییرات	زیاد می شود	کم می شود	ابتدا زیاد می شود سپس کم می شود

♥ نکته مهم : حواست باشه !! توان مفید مولد تنها کمیتی است که نمی توان از روی فرمولش تغییراتش را بیان کرد

وقتی در مدار یک مولد داریم ، توان مفید آن هنگامی بیشینه می گردد که مقاومت معادل خارجی با مقاومت درونی مولد برابر گردد $R_T = r$
 در این حالت افت پتانسیل مولد و افت مقاومت معادل خارجی یکسان می شود

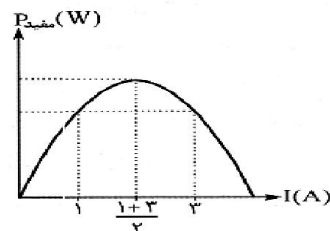
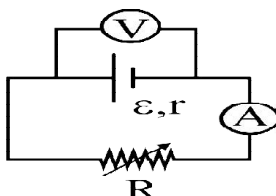


♥ نتیجه مهم : اگر به ازای دو جریان و دو مقاومت متفاوت ، توان مفید مولد یکسان گردد به ازای جریانی که میانگین حسابی ،

$$I_{max} = \frac{I_1 + I_2}{2} \text{ و مقاومتی که مقاومتی که میانگین هندسی } R_{max} = r = \sqrt{R_1 R_2} \text{ آنها باشد توان مفید بیشینه خواهد شد}$$

مثال (۲۶) مداری شامل يك مولد و يك مقاومت متغیر است اگر به ازای دو جریان $i=1$ و $i=3$ آمپر ، توان مفید این مولد ۶ وات گردد

الف) نیروی محرکه و مقاومت درونی این مولد را حساب کنید
 ب) به ازای چه جریانی این مولد دارای بیشترین توان مفید است



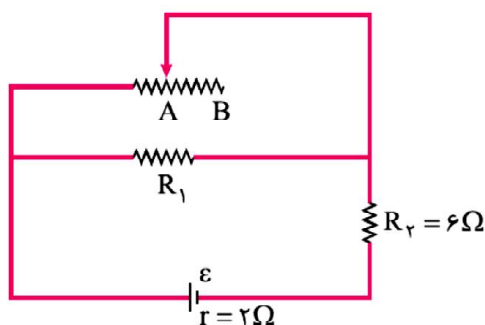
$$P = EI - rI^2$$

$$\begin{aligned} \varepsilon = E - r \rightarrow 18 &= 3E - 3r \\ \varepsilon = 3E - 9r \end{aligned} \quad \rightarrow \quad 12 = 6r \rightarrow r = 2 \rightarrow E = 8$$

مثال ۰۲۶) احتمالی ۹۹؛ ریاضی ۹۶؛

در مدار رو به رو، وقتی لغزنده ی رنوستا از نقطه ی A به نقطه ی B برده شود توان مصرفی مقاومت R_1 و توان خروجی مولد به ترتیب چه تغییری میکند؟

- ۱) کاهش - افزایش
- ۲) کاهش - کاهش
- ۳) افزایش - کاهش
- ۴) افزایش - افزایش



مثال ۰۲۷) مشابه سراسری ریاضی ۸۳: اگر در مدار مقاومت رنوستا را چنان تنظیم کنیم تا توان مفید مولد بیشینه گردد

- ۱) نسبت افت پتانسیل مولد به افت پتانسیل مقاومت
- | | | | |
|------|------|------|------|
| ۱) ۱ | ۲) ۲ | ۳) ۳ | ۴) ۴ |
|------|------|------|------|

۲) عددی که آمپر سنج نشان می دهد

- | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| ۱) $\frac{E}{4r}$ | ۲) $\frac{E}{2r}$ | ۳) $\frac{E}{r}$ | ۴) $\frac{2E}{r}$ |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|

۳) عددی که ولت سنج نشان می دهد

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

۴) توان کل مولد

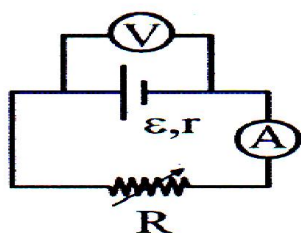
- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| ۱) $\frac{E^2}{4r}$ | ۲) $\frac{E^2}{3r}$ | ۳) $\frac{E^2}{2r}$ | ۴) $\frac{E^2}{r}$ |
|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|

۵) توان مفید مولد

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| ۱) $\frac{E^2}{4r}$ | ۲) $\frac{E^2}{3r}$ | ۳) $\frac{E^2}{2r}$ | ۴) $\frac{E^2}{r}$ |
|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|

وقتی یک مولد داریم؛

$R_T = r$ تا گفتند توان مفید مواد بیشینه میشه؛ سریعاً باید بگی



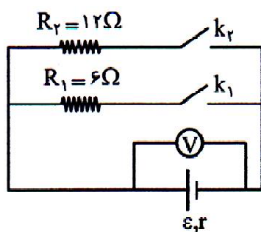
$$۱) \frac{RI}{rI} = ? \xrightarrow{R_t=r} \frac{RI}{rI} = ۱$$

$$۲) I = \frac{E}{R_T + r} \xrightarrow{R_t=r} \frac{E}{r + r} = \frac{E}{2r}$$

$$۳) V = E - rI = E - r \frac{E}{2r} = \frac{E}{2}$$

$$۴) P = EI = E \frac{E}{2r} = \frac{E^2}{2r}$$

$$۵) P = EI - rI^2 = E \frac{E}{2r} - r \left(\frac{E}{2r} \right)^2 = \frac{E^2}{4r}$$



مثال ۲۸) تمرین منزل ؛ مشابه سراسری ریاضی ۸۶ و ۸۸ :

در مدار شکل مقابل ابتدا کلید اول بسته و کلید دوم باز است . ولت متر ۲۴ ولت را نشان می دهد .

در صورتی که کلید اول باز و کلید دوم را ببندیم ، ولت متر ۳۰ ولت را نشان می دهد . مطلوبست :

الف) نیروی محرکه و مقاومت درونی مولد

ب) وضعیت کلید ها چگونه باشد تا توان مفید مولد بیشینه گردد

الف) چون در مدار یک مولد وجود دارد میتوانیم ولتاژ مولد را در هر حالت به کمک ولتاژ مقاومت معادل حساب کنیم

ب) اگر هر دو کلید بسته باشد مقاومت های ۶ و ۱۲ اهمی موازی می شوند $R = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4 \Omega$ و مقاومت معادل آنها ۴ خواهد بود

از آنجاییکه مقاومت درونی مولد هم ۴ اهم است پس در این حالت $R_t = r$ و توان مفید مولد بیشینه می گردد

$$\left. \begin{array}{l} k_1 : \text{close} \\ k_2 : \text{open} \end{array} \right\} \rightarrow R_t = 6 \rightarrow V_T = R_T I = 6 \frac{E}{6 + r} = 24 \rightarrow E = 24 + 4r$$

$$\left. \begin{array}{l} k_1 : \text{open} \\ k_2 : \text{close} \end{array} \right\} \rightarrow R_t = 12 \rightarrow V_T = R_T I = 12 \frac{E}{12 + r} = 30 \rightarrow 2E = 60 + 5r$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} E = 24 + 4r \\ 2E = 60 + 5r \end{array} \right\} \rightarrow \left. \begin{array}{l} 2E = 48 + 8r \\ 2E = 60 + 5r \end{array} \right\} \rightarrow 48 + 8r = 60 + 5r \rightarrow 3r = 12 \rightarrow r = 4 \rightarrow E = 40$$

عددی که ولت سنج نشان می دهد (تغییرات نور لامپ چگونه است ؟ ، ولتاژ خازن چه می شود ؟)

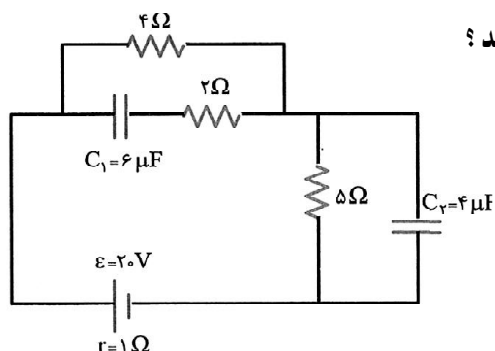
در حالت خاص				در حالت کلی ؛ وقتی از دو طرف به یک شاخه وصله	ولت سنج به چی وصله
ولت سنج E	موازی با ضد مولد	موازی با مولد	موازی با مقاومت		
وقتی ولت سنج یا خازن در مدار اصلی باشند و جریان اصلی مدار صفر باشد و یا اینکه باتری ایده آل (ژاپنی) باشد $I = 0 \rightarrow V = E$ $r = 0 \rightarrow V = E$	$E + rI$	$E - rI$	RI	یک طرف ولت سنج را A و طرف دیگر را B بگذارید . اندازه ی اختلاف پتانسیل این دو نقطه همان عددی است که ولت سنج نشان می دهد $V = V_A - V_B$	عددی که نشان می ده

حرف آخر در مورد ولت سنج !

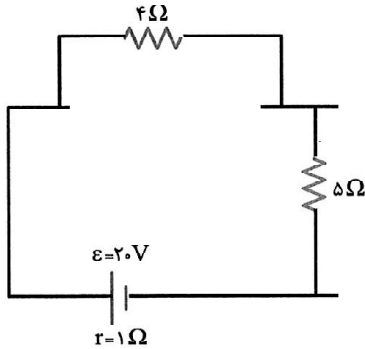
مقاومت هایی که در شاخه ی ولت سنج هستند هیچ تاثیری در حل مسئله ندارند می توانید با خیال راحت انها را پاک کنید

مثال ۲۹) سراسری ریاضی ۹۲ :

در مدار روبه رو ، انرژی ذخیره شده خازن C_1 چند برابر انرژی ذخیره شده در دو سر خازن C_2 می باشد ؟



$$\begin{array}{ll} (1) & \frac{25}{24} \\ (2) & \frac{24}{25} \\ (3) & \frac{18}{25} \\ (4) & \frac{25}{18} \end{array}$$



$$I = \frac{20}{1+4+5} = 2A$$

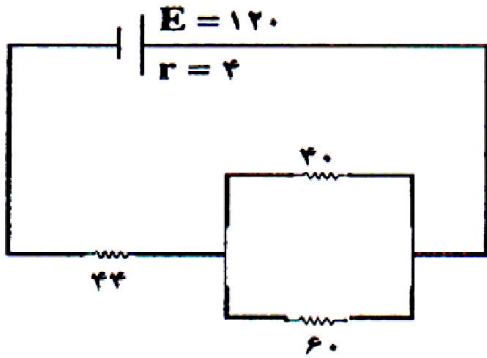
$$V_1 = 4 \times 2 = 8$$

$$V_2 = 5 \times 2 = 10$$

$$\rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{1}{2} \times 6 \times 8^2}{\frac{1}{2} \times 4 \times 10^2} = \frac{6 \times 64}{4 \times 100} = \frac{24}{25}$$

✓ **تیپ پنجم جریان یابی**؛ مدار تک حلقه با یک مولد که چند شاخه می شود :

مثال ۳۱) مشابه خارج تجربی ۹۳ و خارج تجربی ۸۷، تجربی ۸۵ و تمرین پایان فصل کتاب درسی با توجه به مدار رویه رو توان مقاومت ۶۰ اهمی چند وات است ؟



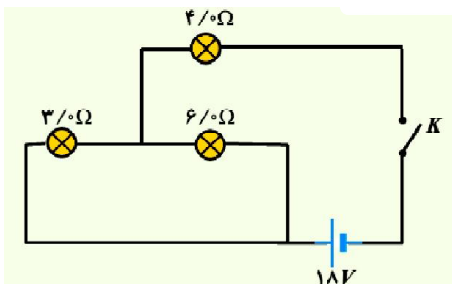
ابتدا باید به کمک رابطه ی $I = \frac{E}{R_T + r}$ **جریان اصلی مدار** (جریانی که از تک مولد خارج می شود) را حساب کرد سپس در دو مقاومت موازی به کمک روش ((**این مال اون و اون مال این**)) جریان هر شاخه را حساب کرد ((ترکیب تیپ دو و تیپ چهار جریان یابی))

$$R_t = \frac{40 \times 60}{40 + 60} + 44 = 24 + 44 = 68 \rightarrow I_t = \frac{E}{R_T + r} \rightarrow I_t = \frac{120}{68 + 4} = \frac{5}{3} A$$

$$\left. \begin{array}{l} I_{40} = 3I \\ I_{60} = 2I \end{array} \right| \rightarrow 5I = \frac{5}{3} \rightarrow I = \frac{1}{3} \rightarrow I_{60} = 2I = 2 \times \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \rightarrow P = RI^2 = 60 \times \frac{4}{9}$$

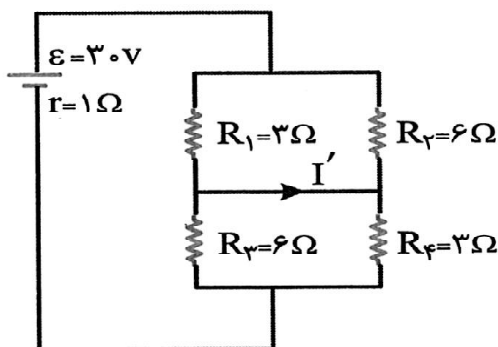
مثال ۳۲) احتمالی ۹۸؛ عینا تمرین ۲۳ رشته تجربی و تمرین ۳۰ رشته ریاضی؛

در شکل زیر وقتی کلید بسته شود چه جریانی از هر لامپ رشته ای عبور می کند ؟



نکته مهم ؛ ♥

مثال ۲۳) تمرین منزل؛ سراسری تجربی ۹۳ و ۹۲ و سنجش ۹۳ و سراسری ریاضی ۹۰:
با توجه به مدار روبه رو جریان شاخه وسط I' چند آمپر است؟



ابتدا باید به کمک رابطه ی $I = \frac{E}{R_T + r}$ **جریان اصلی مدار** (جریانی که از تک مولد خارج می شود) را حساب کرد سپس در دو مقاومت موازی به

کمک روش ((**این مال اون و اون مال این**)) جریان هر شاخه را حساب کرد

$$R_T = \frac{6 \times 3}{6 + 3} + \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 + 2 = 4 \rightarrow I_t = \frac{E}{R_T + r} \rightarrow I_t = \frac{30}{4 + 1} = 6A$$

$$\begin{array}{l} I_1 = 2I \\ I_2 = I \\ I_3 = I \\ I_4 = 2I \end{array} \left| \begin{array}{l} \rightarrow 3I = 6A \rightarrow I = 2A \rightarrow I_1 = 2I = 4A, I_2 = I = 2A \\ \rightarrow 3I = 6A \rightarrow I = 2A \rightarrow I_3 = I = 2A, I_4 = 2I = 4A \end{array} \right.$$

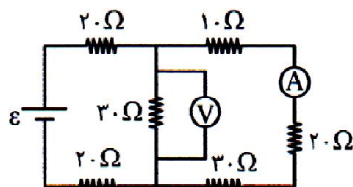
$$\Rightarrow I_1 = I' + I_2 \rightarrow 4 = I' + 2 \rightarrow I' = 2A$$

مثال ۳۴) سراسری ریاضی ۸۷ و ۸۹ و مشابه خارج کشور تجربی ۸۹:

در مدار شکل مقابل اگر ولت سنج ۱۲ ولت را نشان دهد

الف) آمپر سنج چند آمپر را نشان می دهد؟

ب) اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟



برای شروع حل دو شاخه ی موازی داریم، و با معادل گیری مقاومت های ۱۰ و ۲۰ و ۳۰، یک مقاومت ۶۰ اهمی خواهیم داشت
حال مقاومت های ۶۰ و ۳۰ را که با یکدیگر موازیند ساده می کنیم و برای جریان ضریب می دهیم ((**این مال اون، اول مال این**))

برای یافتن اختلاف پتانسیل مولد انگار همیشه از فرمول $V = E - rI$ رفت. چرا؟ چون r, E را نداریم

پس چی کار کنیم؟ چه قد بگم **هر وقت یک مولد تو مدار بود هر کمیتی از مولد را می خواین میتونید همون کمیت را برای مقاومت معادل**

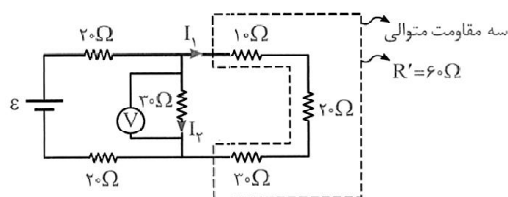
حساب کنید مثل ولتاژ مولد، جریان مولد، توان مفید مولد، انرژی الکتریکی مصرفی مولد (همه چیز جز افت پتانسیل)

پس اینجا هم برای ولتاژ مولد به جای $V = E - rI$ از $V_t = R_t I_t$ برو

$$V = RI \rightarrow 12 = 30 I_V \rightarrow I_V = 0.4A$$

$$\begin{array}{l} I_1 = I \rightarrow I_1 = I = 0.2 \\ I_2 = 2I = 0.4 \end{array} \left| \rightarrow I_t = 3I = 0.6A \right.$$

$$\rightarrow V_t = R_t I_t \rightarrow \frac{20 + 20 + \frac{6 \times 30}{60 + 30} = 60}{60 + 30} \rightarrow V_t = 60 \times 0.6 = 36$$



کهروش حل نمودار : هر وقت گفتند نمودار Y را بر حسب X بکشید رابطه فیزیکی مورد نظر را که Y را به X مرتبط می کند را به خاطر بیاورید سپس از روی آن نمودار را رسم کنید.

مثال (۴۷) مشابه سراسری ریاضی ۸۵ و تمرین ۳ پایان فصل کتاب درسی :

با توجه به نمودار روبه رو ، اندازه مقاومت دوم چند اهم می باشد ؟

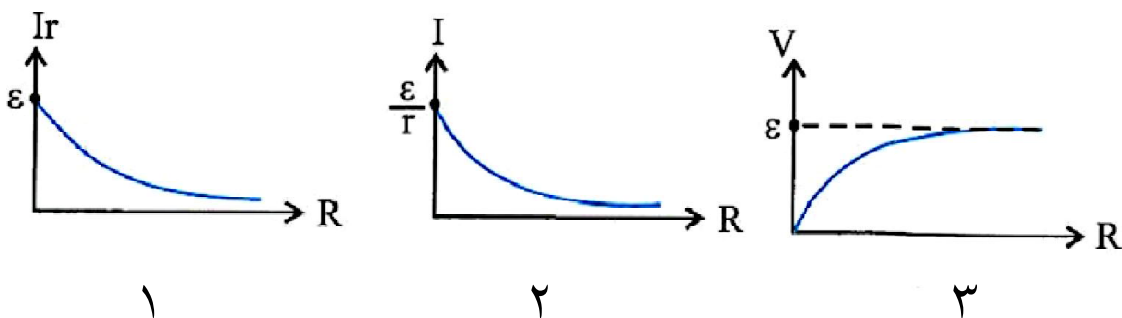
$$4\Omega \text{ (۴)} \quad 8\Omega \text{ (۳)} \quad 2\Omega \text{ (۲)} \quad \frac{1}{3}\Omega \text{ (۱)}$$

شیب نمودار جریان بر حسب ولتاژ برای یک سیم به ما $\frac{I}{V} = \frac{1}{R}$ را نشان می دهد

$$\frac{\tan \alpha_r}{\tan \alpha_1} = \frac{R_1}{R_r} \rightarrow \frac{\frac{1}{V}}{\frac{2}{V}} = \frac{2}{R_r} \rightarrow R_r = 0.5$$

مثال (۴۹) احتمالی ۹۹ ؛ اگر مقاومت متغیر را از صفر تا بینهایت زیاد کنیم ، نمودارهای زیر را رسم کنید

(۱) افت پتانسیل مولد بر حسب مقاومت R (۲) جریان مولد بر حسب مقاومت R (۳) اختلاف پتانسیل دوسر مولد بر حسب مقاومت R

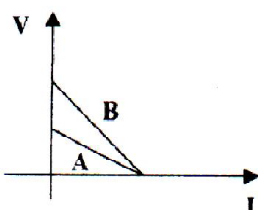


مثال (۵۰) نمودار اختلاف پتانسیل مولد و ضد مولد را بر حسب جریان I و بر حسب مقاومت R

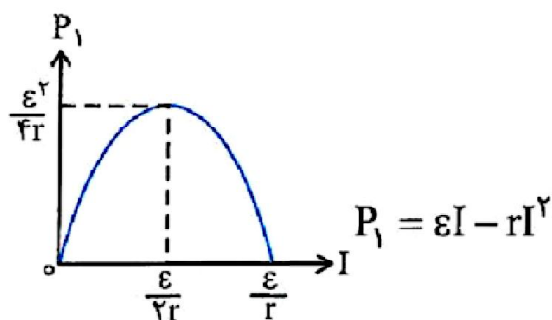
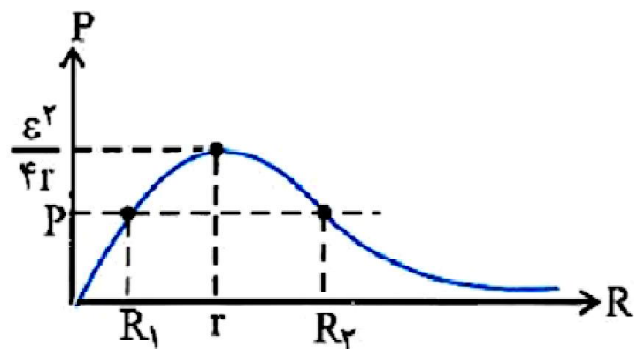


مثال (۵۱) مشابه خارج کشور ریاضی ۸۷ : نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب شدت جریان برای دو مولد

به صورت شکل روبه روست. نیرو محرکه و مقاومت درونی آنها را مقایسه کنید



مثال ۵۲) نمودار توان مفید مولد را بر حسب جریان I و بر حسب مقاومت R



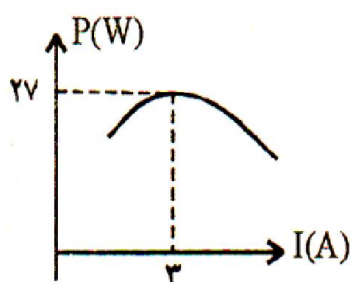
مثال ۵۳) مشابه سراسری تجربی ۸۰ :

با توجه به نمودار رویه رو که توان مفید یک مولد را بر

حسب جریان عبوری از آن نشان می دهد. مطلوبست :

الف) مقاومت درونی مولد

ب) نیرو محرکه مولد



$$P = RI^2 \rightarrow 27 = R \times 3^2 \rightarrow R = 3$$

$$P_{max} \rightarrow R = r = 3 \quad \left| \quad I = \frac{E}{R_t + r} \rightarrow 3 = \frac{E}{3 + 3} \rightarrow E = 18 \right.$$

$$I = 3$$

مثال ۵۶) (احتمالی **کنکور ۹۹**؛ خارج ریاضی ۹۶؛ از سیمی به طول 25 m که اختلاف پتانسیل 3 V در دو سر آن برقرار است، جریان $1/2\text{ A}$

عبور می کند. اگر مقاومت ویژه سیم $1/8 \times 10^{-8} \Omega\text{ m}$ و چگالی آن $8 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ باشد. جرم سیم چند گرم است؟

۱۸ (۱) ۳۶ (۲) ۵۴ (۳) ۷۲ (۴)

با داشتن مشخصات ساختمانی مقاومت مثل طول یا مقاومت ویژه نباید معطل کنید $R = \frac{\rho L}{A}$

$$R = \frac{\rho L}{A} \rightarrow R = \frac{1/8 \times 10^{-8} \times 25}{A}$$

$$V = RI \rightarrow 3 = R \times 1/2$$

$$\rightarrow R = \frac{1}{0.5} = \frac{1/8 \times 10^{-8} \times 25}{A} \rightarrow A = 18 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

ρ ؛ نشانه ی دو رو؛ در دو فرمول ظاهر یکسان ولی باطن متفاوت دارد دقت کنید کمیت ρ در فرمول $R = \frac{\rho L}{A}$ ، مقاومت ویژه ی سیم می باشد و

چگالی نیست ولی در فرمول $\rho = \frac{m}{V}$ چگالی نیست $\rho = 3600 \times 10^{-5} \text{ kg} = 36 \text{ gr}$ $m = ?$ $\rho' = \frac{m}{V} \rightarrow 8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{m}{A \times L = (18 \times 10^{-8}) \times 25}$

مثال ۵۷) **احتمالی ۹۹**؛ تالیفی کامران؛ با 20 kg از یک رسانای فلزی به چگالی $\frac{8 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\text{m}^3}$ و مقاومت ویژه ی $2 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ ، سیمی به سطح

مقطع 5 m^2 ساخته ایم. اگر این سیم را از دو طرف به اختلاف پتانسیل ۴ ولت وصل کنیم، توان الکتریکی آن چند وات می شود؟

۸ (۱) ۴ (۲) ۳۲ (۳) ۴۰ (۴)

برای یافتن توان الکتریکی با توجه به داشتن ولتاژ باید از رابطه ی $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده کنیم

و برای این منظور باید اندازه ی مقاومت R را پیدا کرد. مقاومت فرمولش چی بود؟ آفرین $R = \frac{\rho L}{A}$

یه مطلب خیلی مهم اینه در فرمول مقاومت منظور از ρ مقاومت ویژه ی سیم است آخه چگالی رو هم با ρ نشون میدیم و داریم $\rho = \frac{m}{V}$

((یه وقت سوتفاهم نشه. این ها دو کمیت متفاوتند ولی نمادشون یکی هستش))

$$\rho = 8 \times 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{m}{V} = \frac{20}{V} \rightarrow V = \frac{1}{400} \text{ m}^3$$

$$V = A \times L \rightarrow \frac{1}{400} \text{ m}^3 = 5 \times 10^{-6} \times L \rightarrow L = 500 \text{ m} \rightarrow R = \frac{\rho L}{A} = \frac{2 \times 10^{-8} \times 500}{5 \times 10^{-6}} = 2 \rightarrow P = \frac{V^2}{R} \rightarrow P = \frac{16}{2} = 8$$

$$\rho = 2 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

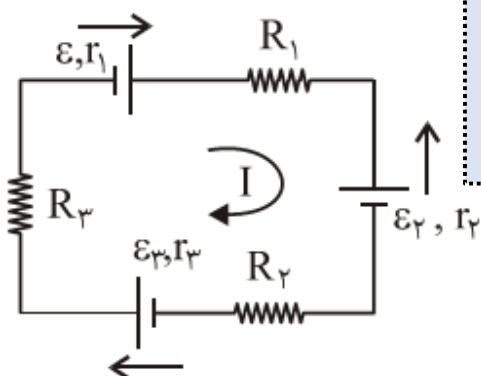
مثالهای ۵۸ تا ۶۴ ویژه رشته ریاضی می باشد دانش آموزان رشته تجربی حل نکنند

✓ **تیب ششم جریان یابی؛ مدار تک حلقه با چند مولد: ((ویژه رشته ریاضی))**

مولد ها وسایلی هستند که انرژی لازم را جهت حرکت الکترون در مدار تامین می کنند مولد ها تمایل دارند جریان را از پایانه مثبت خود خارج کنند البته در شرایطی که تحت تاثیر مولدی قرار بگیرند که از خودشان قویتر باشد، جریان را از پایانه منفی خود خارج می کنند که در این صورت به آنها مولد های مصرف کننده (ضد مولد) نیز میگوییم توان این مولد ها را توان ورودی می نامیم

روش حل: در مدار های تک حلقه ای که چند مولد در یک شاخه حضور دارد گام صفر این است که بر اساس زور سنجی E ها (نیرو محرکه ها) جهت جریان را مشخص کنیم سپس اندازه ی آن را تعیین کنیم
در مدار زیر فرض کنید $\epsilon_1 + \epsilon_3 > \epsilon_2$

زور نیرو محرکه ی مولد های ساعتگرد (مولد اول و سوم) از نیرو محرکه های مولد های پاد ساعتگرد (مولد دوم) بیشتر است



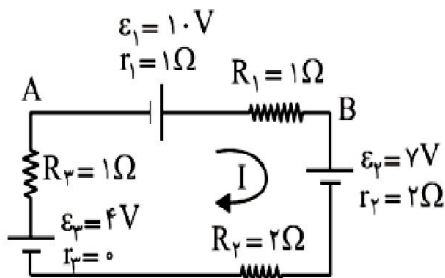
مولد اول: جریان از سر مثبت خارج شده - پس تولید کننده است
مولد دوم: جریان به سر مثبتش وارد شده - پس مصرف کننده است
مولد سوم: جریان از سر مثبت خارج شده - پس تولید کننده است

$$I = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2 + \epsilon_3}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2 + r_3}$$

کمیت وابسته به جریان	در یک مقاومت	در یک مولد برنده مولد تولید کننده	ویژه رشته ریاضی در یک مولد بازنده (ضد مولد) مولد مصرف کننده
اختلاف پتانسیل دو سر آن (عددی که ولت سنج متصل به آن نشان می دهد)	$V = RI$	$\mathcal{E} - rI$	$\mathcal{E} + rI$
افت پتانسیل	RI	rI	ندارد
توان مصرفی (توان خروجی)	$P = RI^2$	$\mathcal{E}I - rI^2$	$\mathcal{E}I + rI^2$
انرژی الکتریکی مصرفی (گرمای تولید شده در آن)	$U = Q = RI^2t$	$\mathcal{E}It - rI^2t$	$\mathcal{E}It + rI^2t$

مثال ۵۸) ویژه رشته ریاضی ؛

با توجه به مدار زیر



الف) اختلاف پتانسیل دو سر مولد اول چند برابر مولد دوم است ؟

ب) توان ورودی مولد دوم چند وات است ؟

ج) انرژی پتانسیل بار، $q = -2\mu C$ در اثر عبور

از نقطه ی A تا B چند میکرو ژول تغییر می کند ؟

الف) گام صفر یافتن جهت و اندازه ی جریان است وقتی تعداد مولد ها بیش از یکی باشد تعیین جهت جریان خیلی مهم می شه . چرا ؟

چون اگه جهت را تعیین نکنید نمیتوانید مشخص کنید با مولد طرف هستید یا ضد مولد . و فرمول های این دو خیلی با هم فرق دارد

ب) از آنجاییکه در این مدار ، باتری دوم ضد مولد است داریم : $P = EI + rI^2$

ج) برای محاسبه تغییرات انرژی پتانسیل یک بار الکتریکی ، باید ابتدا اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه را حساب کنید دو در بار الکتریکی

ضرب کنیم $\Delta U = \Delta V \times q$

$$I = \frac{10 - 7 + 4}{1 + 1 + 2 + 2 + 0 + 1} = 1A \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{E_1 - r_1 I}{E_2 + r_2 I} = \frac{10 - 1(1)}{7 + 2(1)} = \frac{9}{9} = 1$$

$$P_2 = E_2 I + r_2 I^2 = 7(1) + 2(1^2) = 9W$$

$$V_A + 10 - 1(1) - 1(1) = V_B \rightarrow V_B - V_A = 8$$

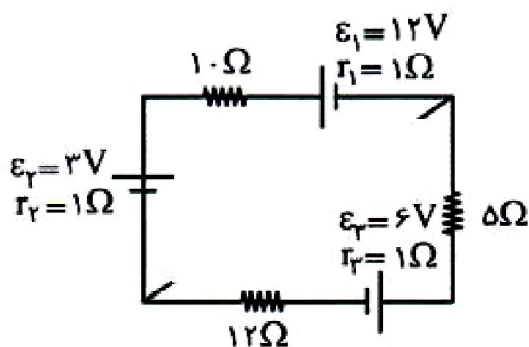
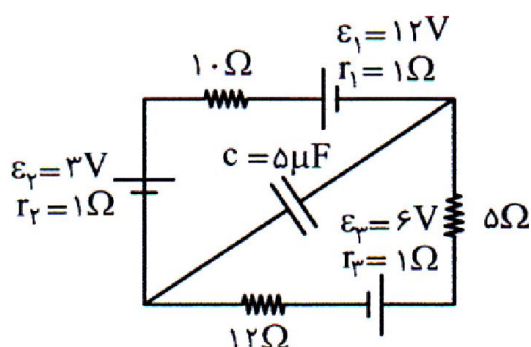
$$\rightarrow \frac{\Delta U}{q} = \Delta V \rightarrow \Delta U = \Delta V \times q = 8 \times (-2\mu C) = -16\mu J$$

سوال دانش آموزی : آیا در مثال بالا می توانستیم به مولد اول به چشم مقاومت معادل نگاه کنیم ؟ برای مولد دوم چه طور ؟

جواب : هرگز. صد سال سیاه نمی توانستین چنین کاری کنید چون هزار بار گفتم به شرطی میتوانید به مولد به چشم

مقاومت معادل نگاه کنید که در مدار فقط یک مولد داشته باشیم

در مدار روبه رو، بار ذخیره شده در خازن چند میکرو کولن است؟



شاخه ی شامل خازن را پاک کن جریان اصلی را حساب کن به جای خازن، ولت سنج بزار

طرفین ولت سنج را نام گذاری کن اختلاف پتانسیل دو طرف ولت سنج را حساب کن

$$I = \frac{12 - 3 + 6}{30} = \frac{1}{2} \rightarrow V_A - 12(0/5) - 1(0/5) + 6 - 5(0/5) = V_B$$

$$\rightarrow V_A - 9 + 6 = V_B \rightarrow V_{AB} = V_C = 3$$

$$\rightarrow q = CV = 5 \times 3 = 15$$

مثال ۶۰) ویژه رشته ریاضی؛

در مدار روبه رو، $\varepsilon_1 = \varepsilon_r$ و $r_1 > r_r$ است. اگر $R = r_r - r_1$ باشد.

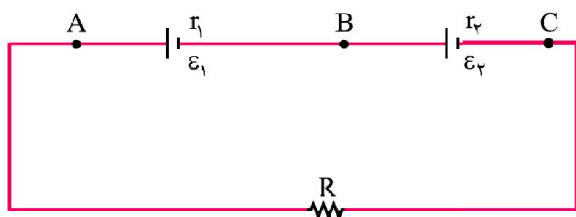
اختلاف پتانسیل الکتریکی بین کدام دو نقطه برابر صفر است؟

۱) A و B

۲) A و C

۳) B و C

۴) گزینه یک و سه



کلا سوالاتی که پارامتریست بهترین راه برای حل آنها عدد گذاریست

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_r = 10V$$

$$r_r = 2, r_1 = 1 \rightarrow R = 2 - 1 = 1\Omega \quad \left| \rightarrow I = \frac{20}{4} = 5A \right.$$

$$V_C + 10 - 2(5) = V_B \rightarrow V_C = V_B$$

$$V_B + 10 - 1(5) = V_A \rightarrow V_B \neq V_A$$

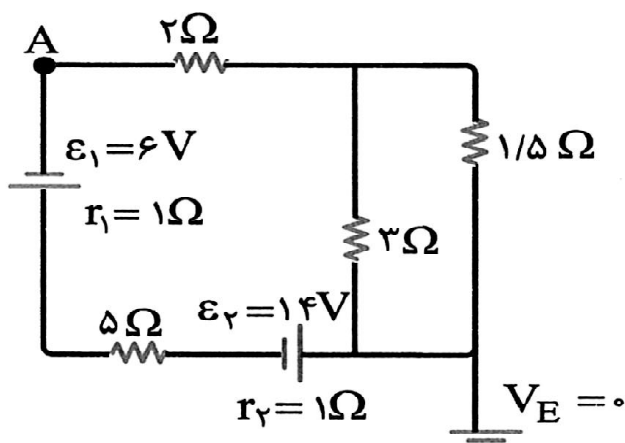
$$V_A - 1(5) = V_C \rightarrow V_A \neq V_C$$

مثال ۶۱) خیلی مهم؛ ویژه رشته ریاضی؛ احتمالی کنکور ۹۹ ریاضی؛ تمرین ۸ و ۹ و ۱۱ پایان فصل کتاب درسی:

با توجه به مدار روبه رو

الف) توان مقاومت $1/5$ اهمی چند وات است؟

ب) پتانسیل A چند است؟



مثال ۶۲) ویژه رشته ریاضی؛

کره رسانای توپر A و کره رسانای توخالی B ، دارای بار الکتریکی یکسان هستند. اگر قطر کره A برابر 10 cm و قطر داخلی و خارجی کره B به ترتیب برابر 2 cm و 4 cm باشد، نسبت چگالی سطحی بار الکتریکی در سطح خارجی کره B به کره A کدام است؟

$\frac{5}{2}$ (۱) $\frac{25}{4}$ (۲) $\frac{125}{8}$ (۳) $\frac{2}{5}$ (۴)

مثال ۶۳) ویژه رشته ی ریاضی؛

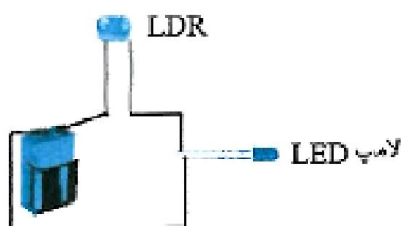
کدام یک از گزاره‌های زیر با توجه به مدار مقابل نادرست است؟

(۱) در دیود نورگسیل (LED) نمودار $I-V$ به فرم غیر خطی است

(۲) از ترمیستورها، به عنوان حسگر دمایی در مدارهای حساس استفاده می‌شود

(۳) با بیشتر شدن شدت لامپ، نور لامپ LED بیشتر می‌شود

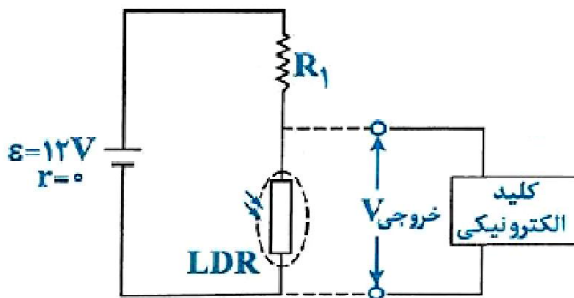
(۴) در مقاومت‌های نوری (LDR)، با افزایش شدت نور، مقاومت افزایش می‌یابد



مثال ۶۴) ویژه رشته ریاضی ؛

در مدار مقابل، ولتاژ مورد نیاز برای فعال شدن کلید الکترونیکی برابر ۵ ولت بوده و به مقاومت LDR نور تابش می‌شود. مقاومت R_1 چند اهم باشد تا در صورت رسیدن مقاومت

LDR به $20 \cdot k\Omega$ ، کلید الکترونیکی فعال شود؟



$$(1) \quad 2/8 \times 10^5$$

$$(2) \quad 280$$

$$(4) \quad 480$$

$$(3) \quad 4/8 \times 10^5$$

مطالب حفظی جدید کتاب نظام جدید در این فصل. لطفا موارد زیر را به دقت بخوانید

انواع مقاومت ها ؛

۱- رئوستا: يك مقاومت متغیر است. مقاومت های متغیر را در مدار به شکل نشان می‌دهیم. پتانسیومترها نیز در مدار همان نقش مقاومت های متغیر را نشان می‌دهند. برا ساخت رئوستا معمولاً از يك سیم با مقاومت نسبتاً زیاد استفاده می‌کنند. سیم را روی يك استوانه می‌پیچند. و يك تكمه لغزنده روی ریلی در بالای استوانه می‌تواند حرکت كند. چون انتهای آن با سیم در تماس است به كمك حرکت تكمه روی استوانه، می‌توان مقدار دلخواهی از سیم را در مدار قرار داد.

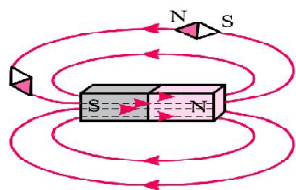
ترمیستور: از ترمیستورها به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دما و پاهای و در دماسنجها استفاده میشوند. بستگی مقاومت آنها به دما مثل مقاومت های معمولی نیست.

مقاومت های نوری (LDR): نوعی مقاومت است كه مقاومت آنها بسته به شدت نور تابیده شده به آنها دارد. به طوری كه با افزایش شدت نور، مقاومت آنها كاهش می‌یابد. نوعی از آنها از جنس نیم رسانه‌های خالص، مثل سیلیسیوم هستند كه با افزایش شدت نور تابیده شده به آنها به تعداد حامل های بار الكتريکی افزوده شده و در نتیجه مقاومت شان كم میشود.

دیودها: دیودها، قطعه هایی هستند كه وقتی در مدار قرار می‌گیرند جریان را فقط در يك سواز خود عبور میدهند. مقاومت دیود ها در مقابل عبور به جریان الكتريکی ناچیز می‌باشد. آنها را با نماد نشان میدهند. پیکان جهتی را نشان می‌دهد كه جریان می‌تواند عبور كند. يك نوع از اونها دیودهای نور گسیل یا LED می‌باشد. در این دیودها، نیم رسانا هایی استفاده می‌شود كه با عبور جریان از آنها، LED از خود نور گسیل می‌كند و بخشی از انرژی الكتريکی را به نور تبدیل ميكند. نور گسیل شده از LED ها بسته به نوع نیم رساناها یی كه در آنها به كار میرود از قرمز تا بنفش هستند.

مغناطیسی ویژه کنکور ۹۹

مقدماتی در مورد آهن ربا :



(۱) خطوط میدان مغناطیسی در داخل آهن ربا از S به N و در اطراف آن از N به S می باشد به قطب N شمال مغناطیسی و به قطب S جنوب مغناطیسی گوئیم

(۲) اگر یک آهن ربا را ده تیکه کنیم هر تیکه ی آن خودش یک آهن ربا ی کامل دو قطبی است نتیجه : تک قطب مغناطیسی نداریم (گرچه تک قطب الکتریکی داریم)

(۳) هر گاه در تستی آهن ربا دادند جهت میدان (کف دست) به سمت قطب S آهن ربا می باشد

(۴) زمین مثل یک آهن ربا بزرگی است شمال مغناطیسی آن (قطب N) تقریباً منطبق بر جنوب جغرافیایی و جنوب مغناطیسی آن (قطب S) تقریباً منطبق بر شمال جغرافیایی است

نتیجه ؛ هر وقت گفتند میدان مغناطیسی زمین ، میدان مغناطیسی به سمت شمال است (کف دست را بالا بگیر)



مثال (۲) یک سر میله مغناطیسی A ، یک سر میله مغناطیسی B را جذب و یک سر میله مغناطیسی C را دفع می کند با همین اطلاعات ، کدام گزینه در مورد میله ها قطعاً درست است ؟ (۱) A و B ناهم نامند (۲) B و C ناهم نامند (۳) B و C هم نامند (۴) A و C هم نامند

در مورد میله A و C می توان گفت قطعاً آهن ربا هستند و قطب هایشان هم نام است در مورد B نمی توان نظر قطعی داد . شاید میله آهنی بوده که جذب آهن ربا شده و شاید هم آهن ربایی با قطب ناهم نام بوده که جذبش کرده است (تنبیه افلاقی) : از دافعه ، می توان نتیجه قطعی گرفت . اما از جاذبه نتیجه قطعی نمی توان گرفت

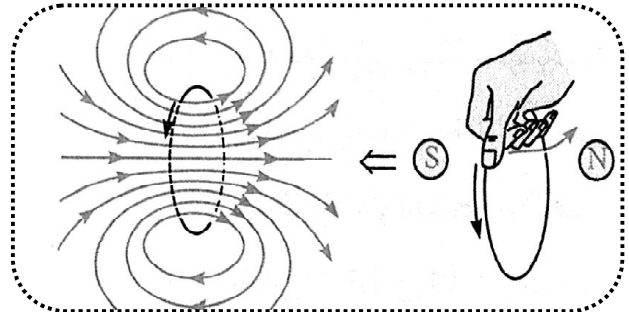
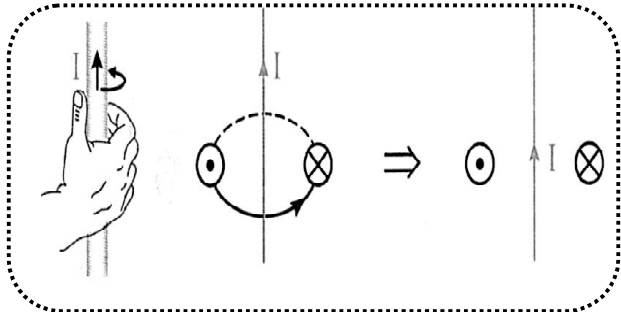
تعیین اندازه میدان مغناطیسی : سیم راست و حلقه و سیم لوله حامل جریان هم خالق میدان مغناطیسی می باشند

نام خالق میدان مغناطیسی	فرمول	رمزگردانی	توجه کنید که :
آهن ربا	---	---	خطوط میدان از قطب N خارج و به قطب S وارد می شود
سیم راست حامل جریان	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{d}$ <u>این فرمول در کتاب درسی نیامده</u> <u>لازم نیست یاد بگیرید</u>	موسی و عیسی دو پیامبر دین بودند	توجه ؛ این فرمول در کتاب درسی نیامده لازم نیست یاد بگیرید
سیم حلقه (سیم پیچ مسطح)	$B = \frac{\mu_0 IN}{2R} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{IN}{2R}$ <u>این رابطه ویژه رشته ی ریاضی است</u>	موهه های ایمان ، دو رنگه	طول سیمی که با آن سیم حلقه (یا سیم لوله) ساخته شده ، برابر است با $L' = N \times 2\pi R$
سیم لوله	$B = \frac{\mu_0 IN}{L} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{IN}{L}$ این رابطه را هر دو رشته باید بلد باشن	موهه های ایمان ، لوله داره	منظور از L در مخرج <u>طول سیم لوله</u> است نه <u>طول سیم اولیه سیم</u> . اگر حلقه ها به هم چسبیده باشند و هیچ فاصله ای بین آنها نباشد میتوان به جای طول سیم لوله نوشت : $L = Nd$ منظور از d در این رابطه ، ضخامت یا قطر سیم می باشد

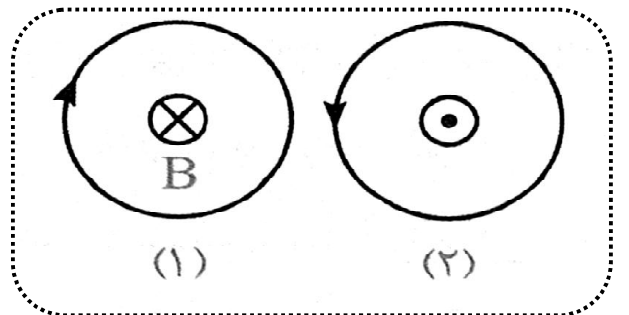
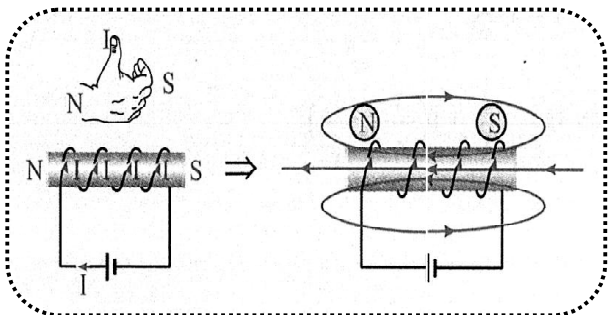
آشنایی با خالقان میدان مغناطیسی ، تعیین جهت میدان مغناطیسی :

اگر سیم راست را در دست راست طوری بگیریم که شست در جهت جریان باشد چهار انگشت خمیده جهت میدان را نشان می دهند

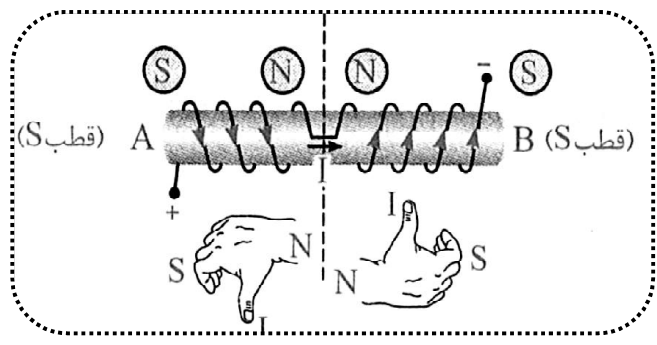
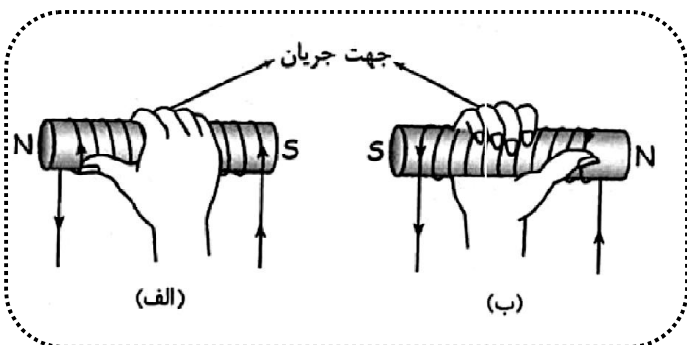
((شست دست راستتو ، بزار به روی جریان بقیشو پرفون می شن فطوط میدان))



آن قسمتی که چهار انگشت در حال وارد شدن می باشد همچون قطب S و آن قسمتی که در حال خروج می باشد همچون قطب N می ماند



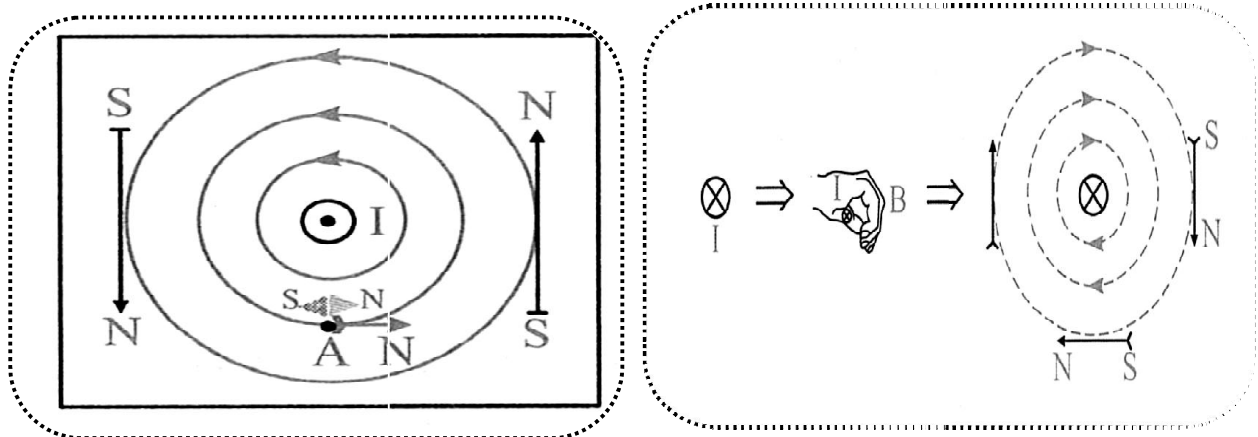
روشن نگاه ؛ ساعتگرد ، S ، میره توش نه ساعتگرد ، N ، نمیره توش



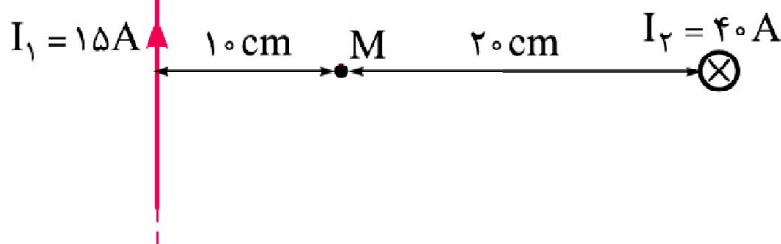
تذکر: قطب های سیملوله گاهی اوقات (مثل شکل رو به رو) دو قطب هم نام خواهند بود این اتفاق وقتی می افتد که جهت جریان در سیملوله از ابتدا تا انتها یکسو نباشد مثلاً در شکل رو به رو ابتدا جریان رو به پایین و سپس رو به بالا می باشد بنابراین باید دو بار جهت میدان را تعیین کرد

راه دوم: روشن نگاه ؛ علاوه بر روشی که در تصویر نشان داده شده می توان یکبار از نقطه ی A به داخل لوله نگاه کنیم جریان ساعتگرد است پس اینجا S است بار دیگر از B به داخل لوله نگاه کنیم باز همین جریان ساعتگرد است پس اینجا هم S است

♥ **نکته:** اگر سیم راست حامل جریان ، عمود بر صفحه باشد. خطوط میدان مغناطیسی به صورت دایره هایی ساعتگرد یا پاد ساعتگرد خواهد بود میدان مغناطیسی در هر نقطه اطراف این سیم ، خطی مماس بر این دایره ها خواهد بود

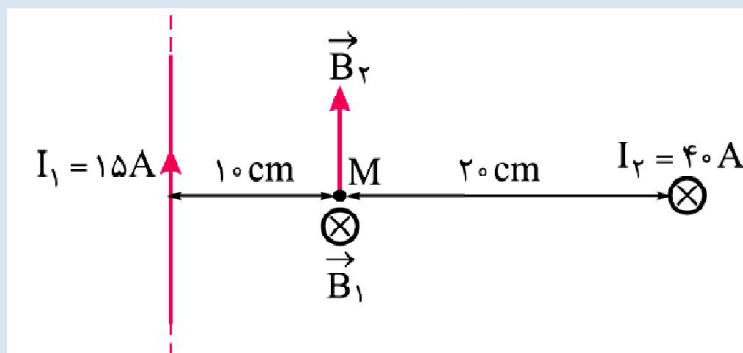


مثال ۵) در شکل مقابل از دو سیم راست و بلند که اولی بر روی صفحه و دومی عمود بر صفحه است جریان های $I_1 = 15A$ و $I_2 = 40A$ و در نقطه ی M خالق میدانهایی با اندازه ی $B_1 = 0.2G$ و $B_2 = 0.3G$ خواهند بود اندازه ی میدان مغناطیسی برآیند ناشی از این دو سیم در نقطه M چند گوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A})$



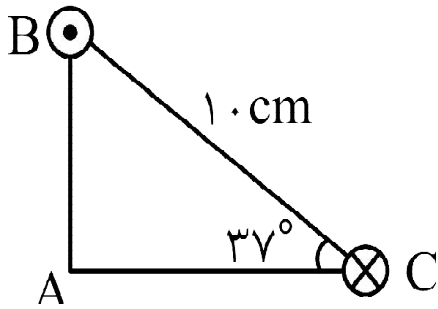
- (۱) ۰/۵
(۲) ۵
(۳) ۰/۷
(۴) ۷

اندازه ی هر یک از میدان ها را در نقطه ی M حساب میکنیم
برای این میدان ها جهت مشخص می کنیم
و در انتها آنها را برآیند می گیریم



$$B = \sqrt{(0.3)^2 + (0.2)^2} = 0.37G$$

مثال ۶) احتمالی کنکور ۹۹؛ مشابه تجربی ۹۴ و ۹۵ و خارج ریاضی ۹۵ و ۹۱:



دو سیم طویل حامل جریان الکتریکی در نقطه ی A میدانهای $B_B = 2G$ ، $B_C = 0.1G$ را

خلق کرده اند میدان برایند در این نقطه کدام است ؟

- ۰/۲(۱) ۰/۱(۲) $\frac{\sqrt{5}}{10}(۳)$ ۰/۲(۴)

$$\left. \begin{array}{l} B_B = 2G \rightarrow \\ B_C = 0.1G \uparrow \end{array} \right\} \rightarrow \uparrow \rightarrow B = \sqrt{(0.2)^2 + (0.1)^2} = \frac{\sqrt{5}}{10} G$$

مثال ۱۰ تا ۱۶ فقط ویژه داوطلبان رشته ریاضی می باشد داوطلبان رشته تجربی اینها را نخوانند

مثال ۱۰) ویژه داوطلبان رشته ریاضی؛ سیمی به طول ۳۱۴ سانتیمتر و مقاومت الکتریکی ۲ اهم، را به صورت سیم پیچی مسطحی به شعاع ۵ سانتیمتر در می آوریم. اگر این سیم را از ابتدا و انتها به اختلاف پتانسیل ۸ ولت وصل کنیم، اندازه میدان مغناطیسی در مرکز سیم پیچ مسطح چند گوس است ؟

- ۱/۶ $16\pi(۴)$ $1/6(۲)$ $\pi(۳)$

نکته: اگر طول اولیه سیمی را داند که سیم حلقه یا سیملوله با آن درست شده داریم: $L' = N \times 2\pi R$ با این رابطه می توان به کمک طول اولیه سیم، شعاع حلقه ها و یا تعداد حلقه ها را یافت

$$B = \frac{\mu_0 IN}{2R} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{I \times N}{2 \times 0.05}$$

$$V = RI \rightarrow 8 = 2I \rightarrow I = 4A$$

$$L' = N \times 2\pi R \xrightarrow{R=0.05} N = 10$$

$$\rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{4 \times 10}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 1/6\pi \times 10^{-4} T = 1/6\pi G$$

مثال ۱۱) ویژه رشته ریاضی؛ بیشتر از ریاضی ۹۶؛ با سیم روکش داری به طول ۱۰۰ متر، پیچیده ی مسطح دایره ای به شعاع R ساخته ایم.

الف) چند سانتیمتر باشد تا اگر جریان $I = 10A$ از پیچه عبور دهیم، میدان مغناطیسی در مرکز آن $T = 2/5 \times 10^{-3}$ باشد؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A}$)

ب) احتمالی ۹۹ ویژه رشته ریاضی؛ اگر با همان سیم، پیچه ی مسطحی با شعاع $2R$ بسازیم و همان جریان قبلی از آن عبور کند

میدان مغناطیسی چند برابر حالت قبل می شود ؟

$$B = \frac{\mu IN}{2R} \rightarrow 2/5 \times 10^{-3} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times N}{2R}$$

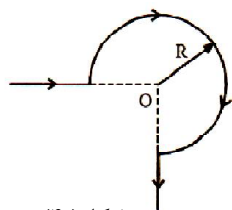
$$L = N \times 2\pi R \rightarrow 100 = N \times 2\pi R \rightarrow N = \frac{100}{2\pi R}$$

$$\rightarrow 2/5 \times 10^{-3} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times \frac{100}{2\pi R}}{2R} \rightarrow 25 = \frac{1}{R^2} \rightarrow R = \frac{1}{5} m \times 100 = 20cm$$

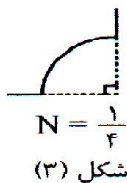
ثابت می ماند بنابراین با دو برابر شده شعاع $L' = N \times 2\pi R$ با باز کردن سیم و ساخت پیچه ی جدید طول کل سیم یعنی تعداد حلقه ها نصف می شود و برای میدان داریم؛

$$\overset{\times 1}{L} = N \times \overset{\times 1}{2\pi} \overset{\times 2}{R} \rightarrow N \times \frac{1}{2} \xrightarrow{B = \frac{\mu IN}{2R}} B \times \frac{1}{4}$$

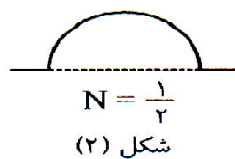
نکته ویژه رشته ریاضی : برای یک سیم لوله تعداد حلقه ها می تواند بزرگتر و یا کوچکتر از ۱ باشد



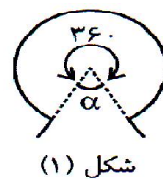
شکل (۴)



شکل (۳)



شکل (۲)



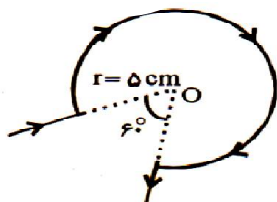
شکل (۱)

مثال (۱۲) ویژه رشته ریاضی :

حلقه ای ناقص با مقاومت الکتریکی ۲ اهم ، مطابق شکل به مولدی به نیروی محرکه

۱۲ ولت و مقاومت درونی ۱ اهم متصل می کنیم اندازه میدان مغناطیسی ناشی از این حلقه ی ناقص

در مرکز مدار شکل مقابل چند گوس است ؟ ($\pi \approx 3$)



تعداد حلقه را به کمک تناسب حساب کنید سپس به کمک روابط فصل قبل جریان را بیابید

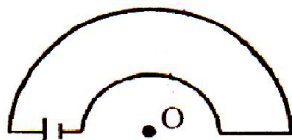
$$\left. \begin{array}{l} 1 \rightarrow 360 \\ N \rightarrow 300 \end{array} \right| \rightarrow N = \frac{300}{360} = \frac{5}{6}$$

$$N = \frac{5}{6}$$

$$I = \frac{E}{R_t + r} = \frac{12}{2 + 1} = 4 \text{ A}$$

$$B = \frac{\mu_0 I N}{2R} \rightarrow B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4 \times \frac{5}{6}}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-5} \text{ T} = 0.4 \text{ G}$$

مثال (۱۴) ویژه رشته ریاضی : سیم یکنواختی را به شکل مقابل در آورده و به مولدی متصل می کنیم میدان در نقطه O :



(۲) درون سواست

(۱) صفر است

(۴) اظهار نظر قطعی میسر نیست

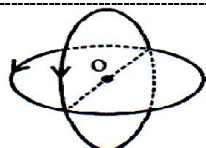
(۳) برون سواست

اول جهت جریان را روی نیم حلقه ها مشخص کنید. جریان در نیم حلقه بزرگ ساعتگرد است پس ؛ میدان مغناطیسی ناشی از نیم حلقه

بزرگتر در نقطه O ، درون سو می باشد جریان در نیم حلقه کوچک پادساعتگرد است پس ؛ میدان مغناطیسی ناشی از نیم حلقه کوچکتر در نقطه O ،

برون سو می باشد حال باید میدان ناشی از این دو نیم حلقه را مقایسه کنیم. چون در نیم حلقه ی کوچکتر ، شعاع کوچکتر است

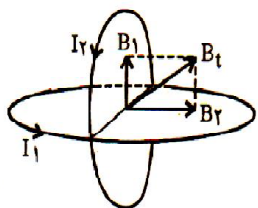
پس میدان ناشی از آن بزرگتر است (چون میدان با شعاع رابطه ی عکس دارد)



مثال (۱۶) ویژه رشته ریاضی ؛ دو حلقه هم اندازه و هم مرکز به شعاع ۵ سانتیمتر طوری قرار دارند که بر هم عمودند

و از هر يك جريان ۱۰۰ آمپر می گذرد. میدان در مرکز حلقه ها چند گوس است ؟ ($\pi = 3$)

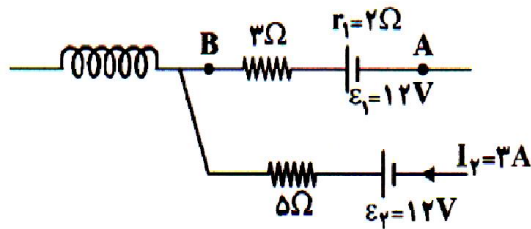
نکته : هر وضعیتی دو حلقه نسبت به هم داشته باشند میدان های آنها هم همان وضعیت را دارند



$$\left. \begin{array}{l} B_1 = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 1}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 4\pi \times 10^{-4} \text{ T} = 12 \text{ G} \\ B_2 = \frac{\mu_0 I N}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 1}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 4\pi \times 10^{-4} \text{ T} = 12 \text{ G} \end{array} \right| \rightarrow B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{12^2 + 12^2} = 12\sqrt{2} \text{ G}$$

نکته مهم : در سوالات مربوط به مغناطیس هر وقت آثاری از فصل مقاومت دیدین (مثل مولد مثل مقاومت ، ولت سنج و ...)

باید بدونید که اینها فقط برای این هستند که به عنوان گام صفر به شما **جریان** را بدهند



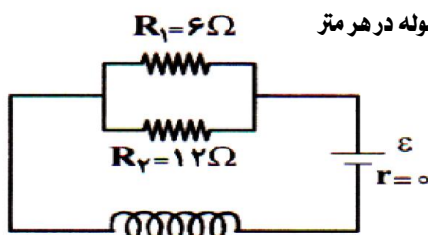
مثال ۱۹) سراسری ریاضی ۸۸ و ریاضی ۸۴ :
شکل مقابل قسمتی از یک مدار الکتریکی است. اگر پتانسیل نقطه B ، از پتانسیل نقطه A ،
۲ ولت بیشتر باشد اگر ۱۰ دور در واحد طول داشته باشد میدان مغناطیسی ناشی از سیملوله
را چند گاوس است ؟

ابتدا جریان AB و سپس به کمک قانون گره ها ، جریان سیم لوله را حساب می کنیم

$$V_A + 12 - 2I_1 - 3I_1 = V_B \xrightarrow{V_B - V_A = 2} 12 - 5I_1 = 2 \Rightarrow I_1 = 2A$$

$$I_t = I_1 + I_2 \rightarrow I_t = 2 + 3 = 5A$$

$$B = \frac{\mu_0 IN}{L} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{IN}{L} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{5 \times 10}{1} = 6 \times 10^{-5} T = 0.6 G$$



مثال ۲۰) سراسری ریاضی ۸۸ و ریاضی ۸۵ : در شکل روبه رو ، توان مصرفی مقاومت اول ۲۴ وات می باشد. اگر سیملوله در هر متر
۱۰۰۰ دور حلقه داشته باشد میدان مغناطیسی حاصل در داخل سیملوله چند گاوس است ؟ ($\pi = 3$)

۲۴(۴) ۲/۴(۳) ۳/۶(۲) ۳۶(۱)

به کمک فرمول توان ، جریان مقاومت اول را پیدا می کنیم. سپس به کمک روش ((این مال اون و اون مال این)) جریان مقاومت ۱۲ اهمی را می یابیم
در انتها با جمع این دو جریان ، جریانی که وارد سیملوله می شود را پیدا می کنیم حال با داشتن جریان ، و تعداد حلقه ها و طول سیملوله ، میدان
مغناطیسی ناشی از آن را پیدا می کنیم

نکته : اگر حلقه ها به هم چسبیده باشند و هیچ فاصله ای بین آنها نباشد میتوان به جای طول سیملوله نوشت : $L = Nd$ منظور از d ، ضخامت

یا قطر سیم می باشد **نتیجه مهم :** در حالتی که حلقه ها در سیملوله بهم چسبیده هستند ، میدان ناشی از آن به تعداد حلقه ها

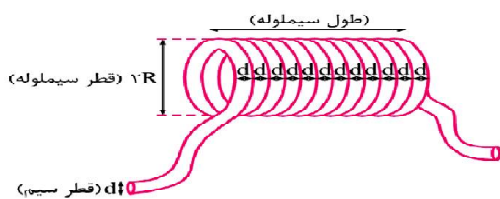
$$B = \frac{\mu_0 IN}{L} \xrightarrow{L=Nd} \frac{\mu_0 I}{d} \text{ (چون } N \text{ صورت با } N \text{ مخرج ساده می شوند)}$$

مثال ۲۱) یک ردیف سیم روی استوانه ای به گونه ای می پیچیم که حلقه ها در کنار هم و به هم

چسبیده قرار گیرند. شدت جریانی که از سیم ها می گذرد، ۱۰۰ آمپر است. اگر میدان درون

سیم لوله 100π گاوس باشد. قطر سیم چند میلیمتر بوده است ؟

۴۰(۴) ۴(۳) ۲۰(۲) ۲(۱)



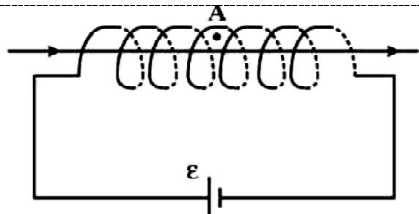
$$B = \frac{\mu_0 IN}{L} \xrightarrow{L=Nd} \frac{\mu_0 I}{d} \rightarrow 100\pi \times 10^{-4} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100}{d} \Rightarrow d = 0.04 m = 4 mm$$

مثال ۲۲) **احتمالی ۹۹٪**؛ سیم روکش دار سیم لوله ی حامل جریان را باز کرده و با آن سیم لوله دیگری می سازیم که شعاع حلقه های آن سه برابر قبلی است. اگر همان جریان از سیم لوله ی جدید عبور کند میدان مغناطیسی درون آن چند برابر می شود؟ (در هر دو حالت حلقه ها به هم چسبیده اند)

۱) تغییر نمی کند ۲) ۲ برابر ۳) $\frac{1}{2}$ برابر می شود ۴) ۹ برابر می شود

در حالتی که حلقه ها در سیملوله بهم چسبیده اند، میدان ناشی از آن به تعداد حلقه ها بستگی ندارد (چون N صورت با N مخرج ساده می شوند)

$$B = \frac{\mu_0 IN}{L} \xrightarrow{L=Nd} B = \frac{\mu_0 I}{d}$$

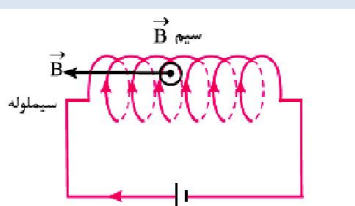


مثال ۲۳) خارج ریاضی ۹۴: در شکل زیر، میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست در نقطه ی A ۲ میلی تسلا است و میدان ناشی از سیم لوله، هم در این نقطه ۲ میلی تسلا است. میدان مغناطیسی برآیند در نقطه ی A چند میلی تسلا است؟

۱) صفر ۲) ۲ ۳) $2\sqrt{2}$ ۴) ۴

میدان هر کدامو حساب کن. جهت بده و برآیند بگیر. میدان بر هم عمودند.

$$B_{\text{کل}} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(2 \times 10^{-3})^2 + (2 \times 10^{-3})^2} = 2 \times 10^{-3} \sqrt{2} \text{ T} = 2\sqrt{2} \text{ mT}$$



✓ **نیروی مغناطیسی**: هرگاه در کنار میدان مغناطیسی (یا یکی از خالقان میدان مغناطیسی)، سیم حامل جریان الکتریکی (یا بار الکتریکی متحرک) قرار گیرد **نیروی مغناطیسی** به آن وارد می شود.

گام صفر؛ برای اینکه نیروی وارد بر سیم (یا بار) محاسبه یا تعیین جهت شود گام صفر این است که اندازه و جهت میدان در آن نقطه مشخص گردد (میدان پیش نیاز نیروی مغناطیسی است)		
نیروی وارد بر سیم حامل جریان	نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک	نیرو
$F_B = BIL \sin \theta$	$F_B = qBV \sin \theta$	فرمول
بیل سینا	کبری بیوه شد سینا	رمز
قانون دست راست باز کف دست؛ میدان چهار انگشت؛ جریان انگشت شست؛ نیرو	برای بار مثبت؛ قانون دست راست باز برای بار منفی؛ دست چپ باز کف دست؛ میدان چهار انگشت؛ سرعت انگشت شست؛ نیرو	تعیین جهت نیرو
۱) منظور از θ زاویه بین میدان مغناطیسی و جریان سیم (یا سرعت بار) است اگر جریان سیمی (یا حرکت باری) موازی خطوط میدان باشد نیروی مغناطیسی وارد بر آن صفر خواهد بود و اگر عمود بر خطوط قرار گیرد نیروی وارد بر آن بیشینه می باشد ۲) نیروی و شتاب مغناطیسی همواره بر سرعت بار (یا جریان سیم) و میدان مغناطیسی آنها عمود است ۳) شتاب هایی که بر سرعت عمودند اندازه ی سرعت را تغییر نمیدهند بلکه فقط جهت آن را عوض می کنند بنابراین هنگامی که یک بار الکتریکی وارد میدان مغناطیسی می شود نیرو و شتاب مغناطیسی منجر به تغییر جهت حرکت بار می شوند اما اندازه ی سرعت آن را تغییر نمی دهند		چند تذکر مهم

یادآوری مهم؛	پروتون	الکترون	آلفا (He^{+2})	بتا (عین الکترون)
علامت بار	مثبت	منفی	مثبت	منفی
اندازه ی بار	$+1/6 \times 10^{-19}$	$-1/6 \times 10^{-19}$	$+2 \times 1/6 \times 10^{-19}$	$-1/6 \times 10^{-19}$

مثال ۲۴) ریاضی ۹۵ و مشابه خارج ریاضی ۹۵: پروتونی تحت زاویه ۹۰ درجه، نسبت به یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $20mT$ حرکت می کند و نیروی مغناطیسی $N \times 10^{-16} / 28$ به آن وارد می شود انرژی جنبشی پرتون چند الکترون ولت است؟ ($m_p = 1/7 \times 10^{-27} kg$)

۲/۵(۱) ۵(۲) ۸/۵(۳) ۱۷(۴)

$$((F = qVB \xrightarrow{V} K = \frac{1}{2} m V^2))$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$B = 20 \times 10^{-3} T$$

$$F = 1/28 \times 10^{-16}$$

$$K = ?$$

$$m_p = 1/7 \times 10^{-27} kg$$

$$\rightarrow F = qVB \rightarrow 1/28 \times 10^{-16} \rightarrow V = \frac{1/28 \times 10^{-16}}{1/6 \times 10^{-19} \times 20 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^4$$

$$\rightarrow K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times 1/7 \times 10^{-27} \times (4 \times 10^4)^2 j \Rightarrow K = \frac{\frac{1}{2} \times 1/7 \times 10^{-27} \times 16 \times 10^8}{1/6 \times 10^{-19}} = 8/5 e$$

نکات فیزیکی: با توجه به فرمول نیرو، سرعت را به دست می آوریم و در فرمول انرژی جنبشی جایگذاری میکنیم هر وقت انرژی بر حسب ((الکترون ولت)) خواسته شود، باید در انتها آن را بر $1/6 \times 10^{-19}$ تقسیم کنیم

♥ **نکته ی اخلاقی؛ آقای کاظم قلم چی میگوید:** دانش آموزی که در تمرین منزل محاسبات را تا رسیدن به جواب نهایی پیگیری نکند، سر جلسه ی کنکور اتفاقی که برایش می افتد اینکده ((حل سوال را میداند اما به جواب آخر نمی رسد))

♥ **نکته ی محاسباتی؛** هر وقت گزینه ها اعداد یکسان با تفاوت در اعشار و صفر نبودند (مثلا این جوری ۰/۲، ۲، ۲۰، ۲۰۰ نبودند) کل صفر ها و ممیز ها را پاک کن و سوالو حل کن

$$V = \frac{128}{16 \times 2} = 4 \rightarrow K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times 17 \times (4)^2 j \Rightarrow K = \frac{\frac{1}{2} \times 17 \times 16}{16} = 8/5 eV$$

مثال ۲۵) خارج تجربی ۹۶ + سوالات تکمیلی؛ در شکل روبه رو میدان مغناطیسی به صورت افقی

و در جهت غرب به شرق و مقدار آن $500G$ است. سیم افقی است و جریان $I = 25A$ و در جهت شمال شرقی از آن عبور می کند. اگر $L = 80cm$ و زاویه بین سیم و میدان 37° درجه باشد.

نیروی مغناطیسی وارد بر این قسمت سیم، چند نیوتن و به کدام جهت است؟

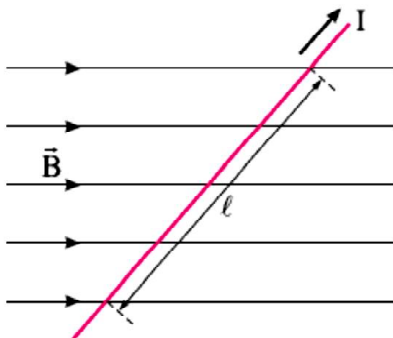
(۱) $0/8$ ، قائم روبه پایین (۲) $0/6$ ، قائم روبه پایین

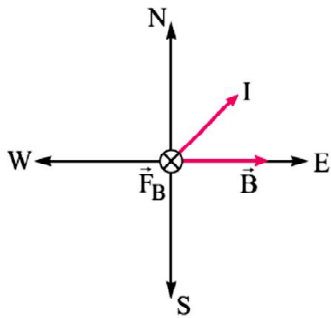
(۳) $0/8$ ، قائم روبه بالا (۴) $0/6$ ، قائم روبه بالا

سوال تکمیلی؛ الف) در این حالت زاویه ی بین سیم و نیرو و زاویه بین سیم و میدان چند درجه است؟

ب) حداقل چند درجه سیم را بچرخانیم تا نیروی وارد بر سیم کمترین گردد؟

ج) حداقل چند درجه سیم را بچرخانیم تا نیروی وارد بر سیم بیشترین گردد؟





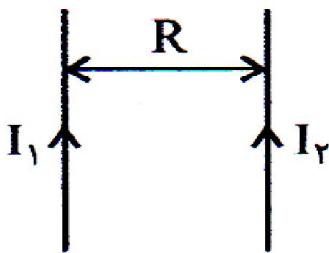
$$F = B \times I \times L \times \sin \theta$$

$$\rightarrow F = (500 \times 10^{-4}) \times 25 \times 0.8 \times \sin 37^\circ = 500 \times 10^{-4} \times 25 \times 0.8 \times 0.6 = 0.6 N$$

الف) نیروی مغناطیسی همواره بر سیم و میدان عمود می باشد
 ب) اگر سیم در راستای خطوط میدان قرار گیرد و با آن موازی گردد نیروی مغناطیسی کمینه یا صفر می گردد
 ج) اگر سیم عمود بر خطوط میدان قرار گیرد نیروی مغناطیسی بیشینه می گردد
 برای این منظور باید سیم را ۳۷ درجه به صورت ساعتگرد بچرخانیم
 برای این منظور باید سیم را ۵۳ درجه به صورت پادساعتگرد بچرخانیم

مثال ۲۷) مشابه ریاضی ۹۵، تجربی ۹۲ و ۸۷ و خارج ریاضی ۹۲ و خارج تجربی ۹۰:

دو سیم راست و موازی، با جریان های هم جهت در مجاورت هم قرار دارند جهت نیروی بین دو سیم را تعیین کنید

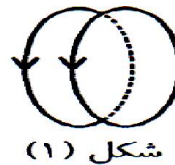


برای محاسبه ی اندازه و جهت نیروی وارد بر سیم اول

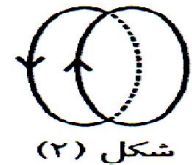
باید اندازه و جهت میدان و جریان را در محل آن سیم تعیین کرد

برای دو شکل اگر **جریان ها موافق** باشد نیروی مغناطیسی **جاذبه**

و اگر **مخالف** هم باشند نیروی مغناطیسی **دافعه** خواهد بود



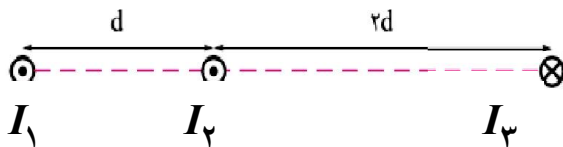
شکل (۱)



شکل (۲)

مثال ۲۸) در شکل روبه روزه سه سیم مطابق شکل جریان عبور می کند.

نیروی وارد به سیم دوم در چه جهتی وارد می شود؟



♥ راه دوم و سریعتر برای تعیین جهت میدان؛ دقت کنید این راه ویژه دو سیم موازی است



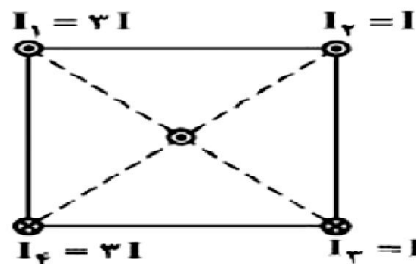
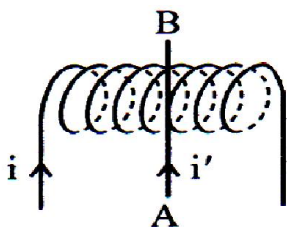
جریان سیم اول و سیم دوم **موافق الجهد** است پس سیم اول، سیم دوم را **جذب** می کند

جریان سیم سوم و سیم دوم **مخلاف الجهد** است پس سیم سوم سیم دوم را **دفع** می کند

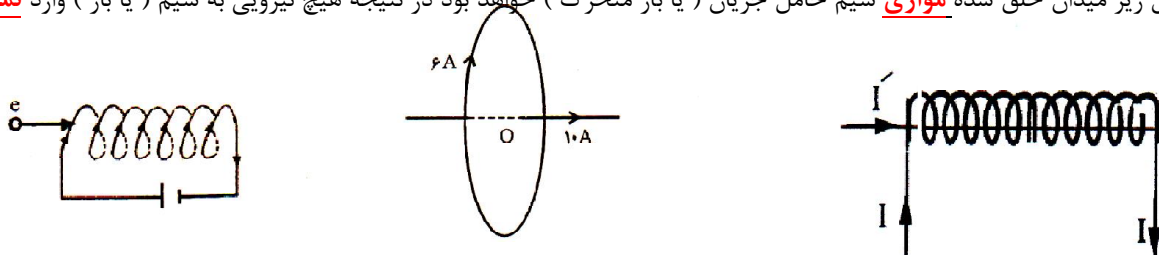
بنابراین؛ جهت نیروی وارد بر سیم دوم به سمت چپ خواهد بود ←

مثال ۲۹) ریاضی ۹۴ و ۹۱ و خارج تجربی ۹۳ و ۸۸:

جهت و اندازه نیروی وارد بر سیم راست یا بار را تعیین کنید

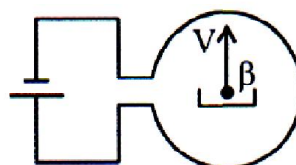
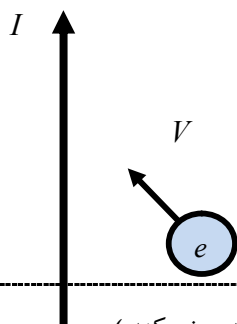


در هر سه شکل زیر میدان خلق شده **موازی** سیم حامل جریان (یا بار متحرک) خواهد بود در نتیجه هیچ نیرویی به سیم (یا بار) وارد **نمی شود**



مثال (۳۰) سراسری ریاضی ۹۳ و تجربی ۸۹ : يك الكترون و يك پتا با سرعت V به طرف سیم راست و سیم حلقه ی حامل جریانی پرتاب می شود
الف) مسیر حرکت این دو ذره را مشخص کنید ؟

ب) اندازه و بردار سرعت و شتاب در نقاط مسیر چگونه تغییر میکنند ؟



اندازه ی سرعت این ذرات در میدان مغناطیسی تغییر (میکند - نمیکند) و بردار سرعت آنها تغییر (میکند - نمیکند) ☒

اندازه ی شتاب این ذرات در میدان مغناطیسی تغییر (میکند - نمیکند) و بردار شتاب آنها تغییر (میکند - نمیکند) ☒

اندازه ی انرژی جنبشی و تکانه ی این ذرات در میدان مغناطیسی تغییر (میکند - نمیکند) ☒

احتمالی ۹۹: بررسی نت های ترکیبی: در بعضی از تست های ترکیبی علاوه بر نیروی مغناطیسی، نیروی دیگری

هم وجود دارد (مثل نیروی وزن، یا نیروی الکتریکی یا نیروی مرکزگرا)

و شما معمولاً باید نیروی مغناطیسی را با نیروی دوم مساوی قرار دهید

(۱) حرکت بار در میدان الکتریکی	(۲) حرکت بار در میدان مغناطیسی	(۳) سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی	(۴) ذره ای به جرم m در فضا
$F_e = Eq$	$F_B = qVB \sin\alpha$	$F_B = BIL \sin\alpha$	mg

بریده ای از تست های کنکور:

ترکیب ۲ و ۴: باری به جرم m ، وارد میدان مغناطیسی شده و به صورت مستقیم با سرعت ثابت حرکت می کند $\uparrow qVB = \downarrow mg$

ترکیب ۳ و ۴: سیمی به جرم m بین قطب های آهن ربا به حال تعادل قرار دارد $\uparrow BIL = \downarrow mg$

ترکیب ۱ و ۴: باری به جرم m ، در میدان الکتریکی به حال سکون قرار دارد $\uparrow Eq = \downarrow mg$

ترکیب ۱ و ۲: باری وارد میدان الکتریکی مغناطیسی می شود و به صورت مستقیم با سرعت ثابت حرکت می کند $qVB = Eq$

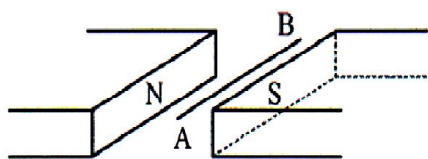
به ترکیب ویژه رشته ریاضی:

مثال ۲۲) مطابق شکل سیم طویلی که **جرم هر متر آن ۴ گرم** است در میدان مغناطیسی وسیعی به شدت ۲ تسلا

به حال **تعادل** قرار دارد جهت جریان و شدت آن در سیم کدام است ؟

۱) ۰٫۰۲ آمپر از A به B ۲) ۰٫۰۲ آمپر و از B به A

۳) ۲ آمپر از A به B ۴) ۲ آمپر و از B به A



$$\uparrow F = \downarrow mg \rightarrow BIL \sin = mg$$

$$2 \times I \times 1 = 4 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow I = 2 \times 10^{-2} \text{ A}$$

سیم جرم دارد (سریع باید تو دلت بگی یه نیرویی به نام mg داریم اینجا که جهتش رو به پایینه) بعد که میبینی سیم ما ازش جریان میگذره و در کنار یک میدان مغناطیسی به حال تعادل قرار داره باید بگی یه نیرویی به نام $F = BIL \sin$ داریم و چون بحث تعادله، این نیرو با mg اندازه اش

برابره ولی خلاف جهت با اونه. یعنی رو به بالاست (راستی از کجا فهمیدیم اینجا میدان مغناطیسی و نیروی مغناطیسی هست ؟

آهن ربا به این بزرگی داره داد میزنه که من خالق میدان هستم و چون سیم AB حامل جریان بهش نیرو وارد میکنم

طبق قانون دست راست برای اینکه نیرو رو به بالا و میدان به سمت قطب S باشد. جهت جریان (۴ انگشت دست راست) باید از B به A باشد

مثال ۲۳) **احتمالی کنکور ۹۹**؛ ذره ای به جرم $۰/۵$ گرم با بار $۰/۰۲۵$ میکرو کولن و با سرعت ۱۰^6 متر بر ثانیه

در خلاف جهت محور x حرکت می کند. جهت و شدت میدان مغناطیسی را طوری بیابید که این ذره در راستای افق

با همان سرعت به حرکت خود ادامه دهد و منحرف نشود ؟

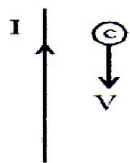
هنگامی حرکت یک ذره ی جرم دار، **مستقیم الخط** و **یکنواخت** خواهد بود که برآیند نیرو های وارد بر آن صفر باشد یعنی نیروی مغناطیسی که اینجا داریم با mg برابر است و جهتش رو به بالا خواهد بود برای این منظور میدان باید برون سو باشد

$$F = mg \rightarrow qBVSin = mg \rightarrow 0.025 \times 10^{-6} \times 10^6 \times B = 0.5 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow B = 0.2 \text{ T}$$

✓ ترکیب نیروی مغناطیسی با نیروی الکتریکی

نوع نیرو	اندازه نیرو	تعیین جهت	تعیین جهت
بار الکتریکی	$F_e = Eq$	نیرو برای بارهای مثبت	نیرو برای بارهای منفی
در یک میدان الکتریکی	ای کیوسان	در جهت خطوط میدان	در خلاف جهت خطوط میدان
بار الکتریکی	$F_B = qBVSin$	قانون دست راست	قانون دست چپ
در میدان مغناطیسی	کبری بیوه شد سینا		

نوع نیرو	راستای نیرو	کار	شتاب ناشی از میدان منجر به	به بار ساکن وارد می شود ؟
نیروی مغناطیسی	عمود بر میدان و سرعت	میدان صفر است	چون عمود بر حرکت است اندازه سرعت را عوض نمیکند و فقط منجر به تغییر مسیر حرکت می شود	خیر
نیروی الکتریکی	هم راستا با میدان و سرعت	میدان صفر نیست	اندازه ی سرعت را تغییر می دهد ولی راستای حرکت را تغییر نمی دهد	بله



مثال ۲۴) الکترونی با سرعت V ، به صورت موازی یک سیم و در خلاف جهت جریان آن حرکت می کند . اندازه V و جهت میدان الکتریکی در اطراف این سیم ، برای اینکه الکترون از مسیر خود منحرف نشود ، کدام گزینه خواهد بود ؟

- (۱) $\vec{E} \rightarrow, \frac{E}{B}$ (۲) $\vec{E} \leftarrow, \frac{E}{B}$ (۳) $\vec{E} \rightarrow, \frac{B}{E}$ (۴) $\vec{E} \leftarrow, \frac{B}{E}$

$$qVB = Eq \rightarrow VB = E \rightarrow V = \frac{E}{B}$$

$$B \otimes \longrightarrow F_B \leftarrow \longrightarrow F_e \rightarrow \longrightarrow E \leftarrow$$

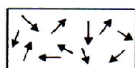
ابتدا به کمک سیم راست در محل الکترون میدان مغناطیسی ایجاد می کنیم (درون سو)
به کمک میدان مغناطیسی و جهت حرکت بار منفی و قانون دست چپ جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار را تعیین می کنیم (سمت چپ).
برای عدم انحراف بار نیروی الکتریکی باید نیروی الکتریکی در خلاف جهت نیروی مغناطیسی به آن وارد گردد (راست)
برای تعیین جهت میدان الکتریکی چون بار منفی است میدان الکتریکی در خلاف جهت نیروی وارد بر بار می باشد (به سمت چپ)

✓ بررسی مطالب مفصلی کتاب :

- مواد از نظر خاصیت مغناطیسی
- ۱- غیرمغناطیسی (دوقطبی مغناطیسی ندارند)
 - ۲- مغناطیسی (دوقطبی مغناطیسی دارند)
- نرم (آهن، کبالت و نیکل خالص)
سخت (فولاد و آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل)
پارامغناطیس (حوزه‌ی مغناطیسی ندارند)



دو قطبی مغناطیسی: کوچکترین ذره تشکیل دهنده ی آهن ربا ، خود نیز آهن ربا هستند ، که آنها را دو قطبی مغناطیسی می نامند



مواد پارامغناطیس: در این مواد دو قطبی مغناطیسی به طور نامنظم توزیع شده اند

و در میدان های مغناطیسی قوی ، خاصیت مغناطیسی به دست می آورند و در صورت حذف میدان این خاصیت را از دست می دهند مثل فلزات قلیایی ، آلومینیوم ، اکسیژن ، اکسید ازت و



مواد فرومغناطیس: در این مواد دو قطبی های مغناطیسی در قسمت های جداگانه به نام حوزه های مغناطیسی هم جهت می باشند

اما سوی آنها در حوزه های مختلف متفاوت می باشد (مثل آهن ، کبالت ، نیکل)

فرومغناطیس نرم: این مواد به آسانی در میدان مغناطیسی آهن ربا می شوند و با حذف میدان خاصیت آهن ربایی خود را از دست می دهند مثل آهن

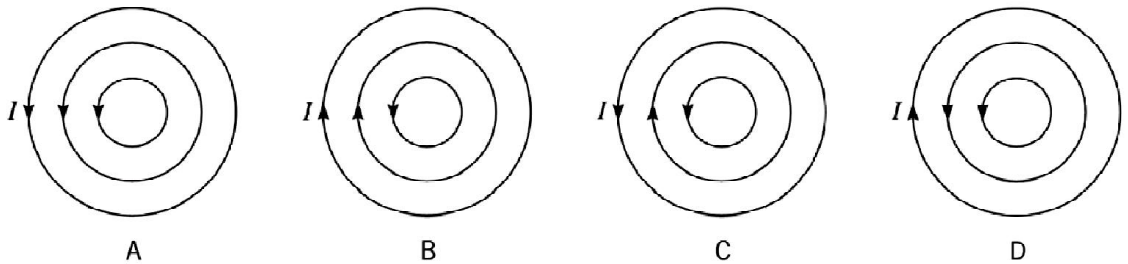
فرومغناطیس سخت : این مواد در میدان مغناطیسی آهن ربا می شوند ولی با حذف این میدان این خاصیت را در خود حفظ می کنند. مثل فولاد

نکته : خاصیت مغناطیسی در آهن بیشتر از فولاد است ولی در آهن موقتی و در فولاد دائمی می باشد

بررسی	فرو مغناطیس نرم	فرو مغناطیس سخت
کاربرد آنها چیست ؟	به عنوان هسته ی آهنی در سیملوله ی آهن ربا (آهن ربای الکتریکی) استفاده می کنند	آهن ربای دائمی (مثلا در بلندگوها و موتور های الکتریکی و یخچالها و ژنراتورها) استفاده می کنند
در میدان خارجی چگونه اند ؟	حجم حوزه های هم سو به راحتی رشد می کند و ماده به آسانی آهن ربا می شود	حجم حوزه ها به سختی تغییر میکند و ماده به سختی آهن ربا می شود
با حذف میدان خارجی چگونه اند ؟	به سرعت خاصیت آهن ربایی خود را از دست می دهند	خاصیت آهن ربایی خود را حفظ می کنند
اگر آهن ربا شوند ؟	از نوع غیر دائمی خواهند بود	از نوع دائمی خواهند بود
از چه جنسی هستند ؟	آهن ، کبالت ، نیکل (به صورت خالص) هستند	فولاد و آلیاژ های آهن ، کبالت و نیکل هستند (فولاد = آهن + ۲ درصد کربن)

چند سوال باحال برای مغناطیس برای تمرین بیشتر:

مثال ۳۵) ویژه رشته ریاضی؛ سه حلقه ی هم مرکز با شعاع های R و $2R$ و $3R$ ، حامل جریان الکتریکی یکسان، خالق میدان مغناطیسی می باشند کدام گزینه به درستی اندازه ی میدان در مرکز این شکل ها را مقایسه میکند؟

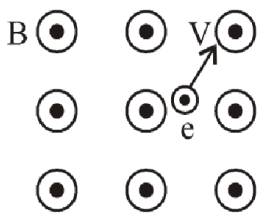


$$B_A > B_C > B_B > B_D \quad (۲)$$

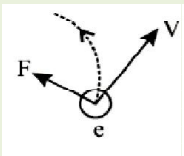
$$B_A > B_B > B_C > B_D \quad (۱)$$

$$B_A > B_C > B_D > B_B \quad (۳)$$

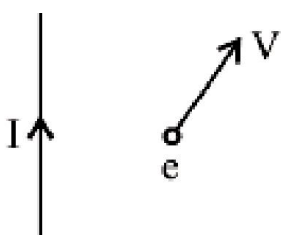
$$B_A > B_D > B_C > B_B \quad (۴)$$



مثال ۳۶) در شکل رو به رو الکترونی با سرعت V در مسیری عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت برون سویی در حرکت است کدام شکل قسمتی از مسیر حرکت الکترون را نشان می دهد؟



اگر کف دست چپ (چون بار منفی است) را به طرف بیرون صفحه و ۴ انگشت دست چپ را در جهت سرعت قرار دهیم انگشت شست دست چپ جهت نیروی و جهت انحراف بار را نشان می دهد بنابراین گزینه ۲ صحیح می باشد

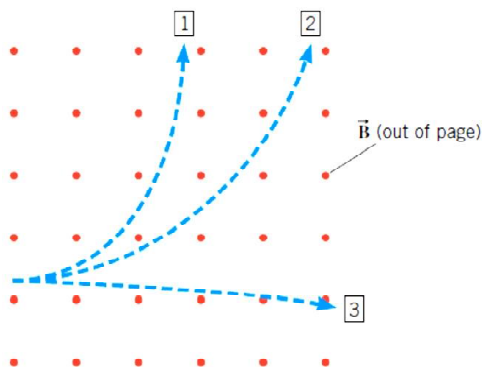


مثال ۳۷) **احتمالی ۹۹٪** مطابق شکل مجاور یک سیم حامل جریان الکتریکی، الکترونی پرتاب می شود کدام شکل قسمتی از مسیر حرکت الکترون را نشان می دهد؟



مثال ۳۸) منبع خارجی ترجمه شده *CUTNELL* ؛

سه بار الکتریکی با جرم یکسان مطابق شکل در یک میدان مغناطیسی یکنواخت که برون سو می باشد با تندی یکسان ، در یک جهت از یک نقطه پرتاب می شوند کدام گزینه به درستی اندازه ی بار الکتریکی را در این سه ذره مقایسه کرده است ؟



$$(1) \quad q_1 > q_2 > q_3$$

$$(2) \quad q_1 > q_3 > q_2$$

$$(3) \quad q_2 > q_1 > q_3$$

$$(4) \quad q_3 > q_2 > q_1$$

گزینه ی ۱ ؛

مثال ۳۹) خارج ریاضی ۹۷ ؛ بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $B = 0.6\vec{i} + 0.8\vec{j}$ است

از سیم راستی، جریان ۵۰ آمپر در جهت $\vec{j}$ می گذرد. نیروی مغناطیسی وارد بر 20cm از این سیم که در این

میدان قرار دارد ، چند نیوتون است جهت این نیرو کدام است ؟

$$\otimes, 1.0 (4)$$

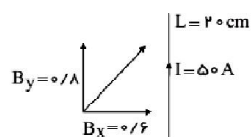
$$\leftarrow, 1.0 (3)$$

$$\otimes, 6 (2)$$

$$\leftarrow, 6 (1)$$

$$B = 0.6\vec{i} + 0.8\vec{j}$$

$$F = B_x IL \sin \alpha \Rightarrow F = 0.6 \times 50 \times 0.2 \times 1 \Rightarrow F = 6\text{N}$$



با قانون دست راست مشخص می شود که این نیرو درون سو $\otimes$ است.

مثال ۴۰) منبع خارجی ترجمه شده ؛

شکل زیر مسیر حرکت یک بار منفی را در چهار میدان مغناطیسی نشان می دهد

جهت میدان مغناطیسی به ترتیب در منطقه یک تا چهار

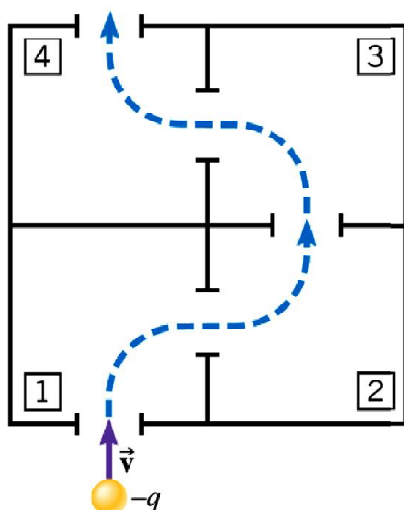
به ترتیب از راست به چپ چگونه است ؟

$$(1) \quad \text{درون سو} - \text{درون سو} - \text{برون سو} - \text{برون سو}$$

$$(2) \quad \text{درون سو} - \text{برون سو} - \text{برون سو} - \text{درون سو}$$

$$(3) \quad \text{درون سو} - \text{برون سو} - \text{درون سو} - \text{برون سو}$$

$$(4) \quad \text{برون سو} - \text{درون سو} - \text{درون سو} - \text{برون سو}$$

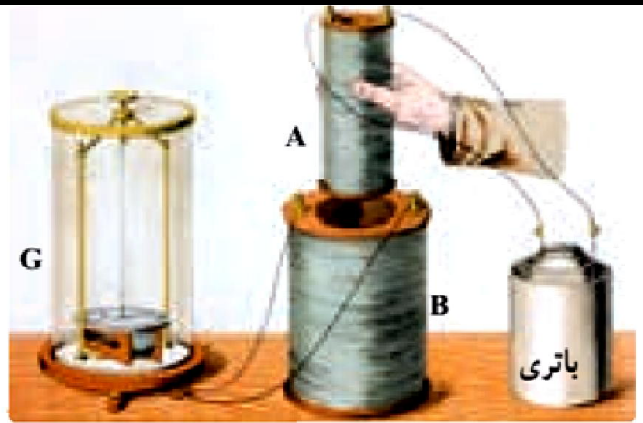


جزوه ک همایش مبحث اها ، ویژه کنکور ۹۹

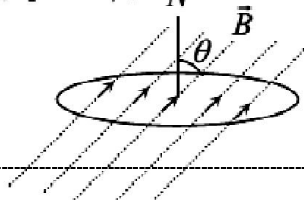
زیر نویس مهم از کتاب درسی :

این زیر نویس خودش میتونه به تست باشه اینو جدی بگیرید واسه همین روی جلد جزوه این تصویر گذاشتم

نکته مهم ؛ فاراد، برای پی بردن به پدیده القای الکترومغناطیسی، به جای آهنربای دائمی، از آهنربای الکتریکی (سیملوله A که به باتری وصل شده است) استفاده کرد. فاراد مشاهده کرد: که با عبور آهنربا از درون سیملوله B و تغییر میدان مغناطیسی در محل این سیملوله، عقربه گالوانومتر منحرف می شود.



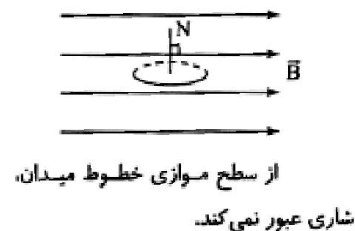
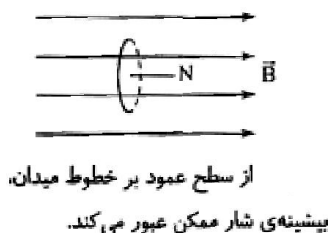
نیم خط عمود بر صفحه



شار مغناطیسی به حاصلضرب اندازه میدان در سطح عمود بر خطوط میدان

را شار مغناطیسی گوئیم $\phi = BACos\theta$ واحد شار ، ویر می باشد

منظور از θ در رابطه ی فوق متمم زاویه ی بین میدان و سطح می باشد



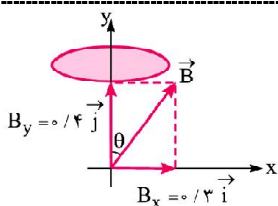
مثال (۱) شار مغناطیسی کمیتی اگر صفحه ای عمود بر خطوط میدان قرار بگیرد. شار گذرنده از آن

- (۱) عددی - کمینه (۲) برداری - کمینه (۳) عددی - بیشینه (۴) برداری - بیشینه

مثال (۲) سراسری ریاضی ۹۲: بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $B = 0.3i + 0.4j$ است

و پیچه ای با ۲۰ حلقه به مساحت ۲۰۰ cm^۲ که سطح آن موازی محور x و عمود بر محور y است

در این میدان قرار دارد شار مغناطیسی عبوری از آن چند ویر است ؟



از آنجاییکه سطح حلقه موازی x و عمود بر محور y مطابق شکل رو به رو می باشد بنابراین شاری از میدان روی محور x نخواهیم داشت ولی تمامی میدان روی محور y در شار عبوری از آن وجود

خواهد داشت $\phi = BACos\theta = 0.4 \times 200 \times 10^{-4} = 0.08$ اگر میدان از قبل داده شده باشد

تعداد حلقه های یک پیچه در شار عبوری از آن پیچه تاثیری ندارد

مثال ۲) تمرین منزل ؛ از يك سیملوله ۵۰ حلقه ای به طول $28/6 \text{ cm}$ جریان الکتریکی ۵ آمپر می گذرد . اگر قطر حلقه ها $D = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \text{ cm}$ باشد .

شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله چند ویر است ؟ $(\mu_r = 4\pi \times 10^{-7})$

چون خطوط میدان درون سیملوله بر سطح حلقه ها ی آن عمود است پس شار بیشینه است

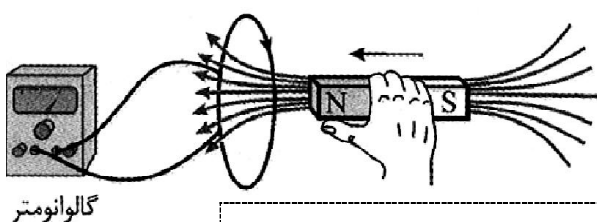
و $\theta = 0$ در نتیجه $\cos\theta = 1$ می باشد وقتی میدان مغناطیسی رو نمیدن : خودتون باید زحمت بکشین ایجادش کنید پس :

$$N = 50$$

$$A = \pi R^2 = \pi \left(\frac{2}{\sqrt{\pi}} \right)^2 \times 10^{-4} \rightarrow \varphi = \frac{\mu_r IN}{L} A \cos\theta = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times 50}{6/28 \times 10^{-2}} \times 4 \times 10^{-4} \times 1 \Rightarrow \varphi = 2 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

$$\cos\theta = 1$$

✓ تغییر شار و قانون القای الکترومغناطیسی فارادی :



هرگاه شار مغناطیسی گذرنده از مدار بسته ای تغییر کند ، نیرو محرکه ای در آن القا می شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار (آهنگ تغییر شار یعنی نسبت

تغییر شار به زمان) $\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ متناسب است

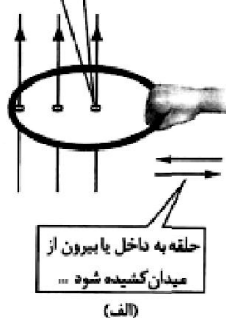
تغییر شار در حالت کلی :

معادله ی شار زمان یا اندازه ی شار را در دو لحظه می دهند

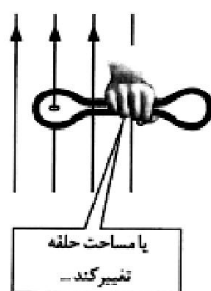
$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$$

تغییر شار ناشی از تغییرات میدان	تغییر شار ناشی از تغییر سطح	تغییر شار ناشی از تغییر زاویه بین سطح و خط عمود بر میدان
$\Delta\phi = (\Delta B) A \cos\theta$	$\Delta\phi = (\Delta A) B \cos\theta$	$\Delta\phi = BA (\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$

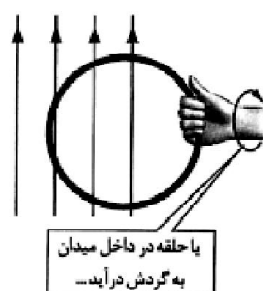
جریان الکتریکی زمانی در
حلقه القا می شود که ...



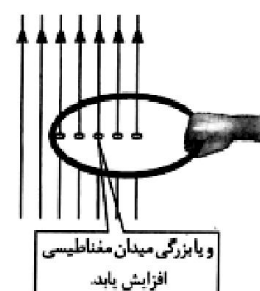
(الف)



(ب)



(پ)

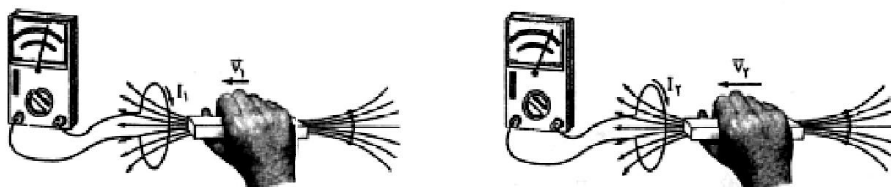


(ت)

روش های مختلف برای القای جریان الکتریکی در حلقه ای که در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته است.

$$\varphi \xrightarrow{\varphi_2 - \varphi_1} \Delta\varphi \xrightarrow{-N \frac{d\varphi}{dt}} \varepsilon \xrightarrow{\frac{\varepsilon}{R}} I \xrightarrow{I \times t} q$$

نیروی محرکه ی القایی متوسط	جریان القایی متوسط	بار القایی متوسط	توان القایی
$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$	$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow I = -\frac{N \Delta\phi}{R \Delta t}$	$q = I \Delta t \Rightarrow q = -\frac{N \Delta\phi}{R}$	$P = \frac{\varepsilon^2}{R} \Rightarrow I = \frac{-N^2 (\frac{\Delta\phi}{\Delta t})^2}{R}$



با افزایش سرعت انتقال آهن ربا ، عقربه ی گالوانومتر بیشتر منحرف می شود .
این افزایش سرعت گرچه بار القایی را تغییر نمیدهد جریان و نیرو محرکه ی القایی را افزایش می دهد

مثال (۴) مشابه سراسری ریاضی ۸۹ و تجربی ۸۷ : معادله ی شار عبوری از حلقه ای به صورت $\phi = -t^3 + 3t^2 + 1$ مطلوبست :
بزرگی (یا اندازه ی) نیروی محرکه القایی متوسط در ثانیه دوم چند ولت است ؟

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\phi_2 - \phi_1}{2 - 1} \right| = \left| \frac{5 - 3}{1} \right| = 2$$

مثال (۷) مشابه ریاضی ۹۴ و ۹۵ : حلقه ای به قطر 20 cm در يك میدان مغناطیسی یکنواخت طوری قرار دارد که خطوط میدان بر سطح حلقه عمود است
اگر مقاومت الکتریکی حلقه 2 اهم باشد . میدان مغناطیسی با آهنگ چند تسلا بر ثانیه تغییر کند
تا جریان 0.2 آمپر در حلقه القا شود ؟ ($\pi = 3$) $0.2(1) \quad 0.8(2) \quad 2.0(3) \quad 8(4)$

چون معادله ϕ را نداریم برای ساخت $\Delta\phi$ باید فرمول شار را بازش کنیم

♥ چون از ما ((آهنگ ، تغییر میدان می خواد)) یعنی $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ را می خواد این جوری می نویسیم $\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \times A \times \cos\theta$
((خطوط میدان بر سطح حلقه عمود است)) یعنی شار بیشینه است و بیخیال کوسینوس شو . چون $\cos\theta = 1 \leftarrow \theta = 0$

$$I = \frac{\varepsilon_m}{R} \quad \varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N \left(\frac{\Delta B \times A \times \cos\theta}{\Delta t} \right) \rightarrow |I| = \frac{N \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \times A \times \cos\theta \right)}{R} = 0.2 = \frac{1 \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \times \pi (0.1)^2 \times 1 \right)}{3} \rightarrow 0.6 = 0.3 \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = 2.0$$

مثال (۸) تمرین منزل ؛ يك قاب به مساحت 20 cm^2 دارای 100 حلقه است و در میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت 0.2 T طوری قرار دارد

که خطوط میدان با سطح قاب زاویه ی 37° می سازند. در مدت 0.1 ثانیه قاب طوری دوران می کند که

این زاویه به 30° می رسد. اندازه ی نیروی محرکه ی القایی در آن چند ولت است ؟

$0.4(1) \quad 0.2(3) \quad 0.2(2) \quad 0.4(4)$

در اینجا تغییر شار به دلیل تغییر زاویه بین قاب و خط عمود بر میدان می باشد . در زاویه دقت کنید

((زاویه قاب و میدان در ابتدا ۳۷ درجه است)) یعنی $\theta = 90 - 37 = 53$ $\cos 53 = 0.6$

((زاویه قاب و میدان در انتها ۳۰ درجه می رسد)) یعنی $\theta = 90 - 30 = 60$ $\cos 60 = 0.5$

$$\bar{\varepsilon} = -N \left(\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right)$$

$$\Delta \phi = BA (\cos \theta_f - \cos \theta_i)$$

$$\rightarrow \bar{\varepsilon} = \left| -N \times \frac{BA (\cos \theta_f - \cos \theta_i)}{\Delta t} \right|$$

$$\rightarrow \bar{\varepsilon} = \left| -100 \times \frac{0.2 \times 20 \times 10^{-4} (\cos 60 - \cos 53)}{0.1} \right| \Rightarrow \bar{\varepsilon} = \left| \frac{0.2 \times 20 \times (0.5 - 0.6)}{1} \right| = 0.2$$

مثال ۹) خارج ریاضی ۹۶ ، تجربی ۹۵ و ۹۴ ، خارج ریاضی ۸۸ و ۸۹ ریاضی ۸۸ : نمودار تغییرات میدان مغناطیسی بر حسب زمان ،

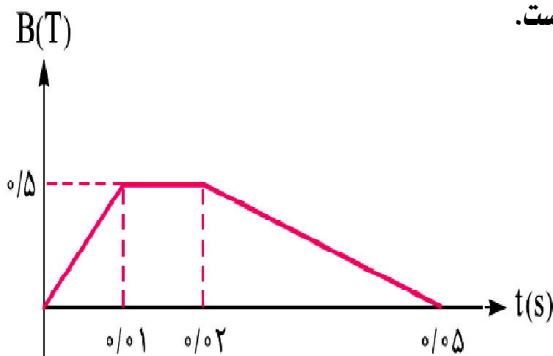
که بر یک حلقه ی دایره ای به شعاع 10 cm و مقاومت 5Ω عمود است ، مطابق شکل مقابل است .

الف) نیروی محرکه القایی متوسط در بازه ی زمانی $t_1 = \frac{1}{2.2}$ تا $t_2 = \frac{2}{1.1}$

ب) نیروی محرکه القایی در لحظه ی $t = \frac{3}{1.1} \text{ s}$

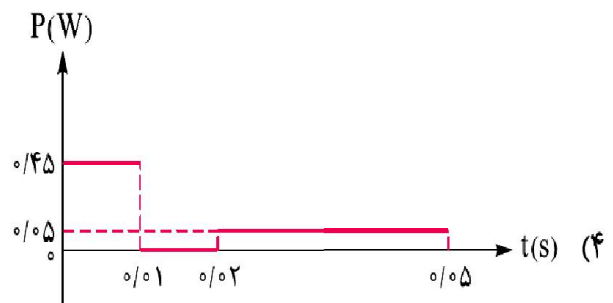
ج) نمودار نیرو و محرکه بر حسب زمان را رسم کنید

د) نمودار آهنگ تولید انرژی گرمایی بر حسب زمان در این حلقه کدام است ؟ ($\pi = 3$)



♥ گام صفر ((تبدیل نمودار میدان زمان به نمودار شار زمان است)) برای این منظور فقط کافیست که اندازه میدان را در مساحت حلقه ضرب کنید

$$\phi = BA \cos \theta \xrightarrow{\cos \theta = 1} \phi = BA$$



$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{0.15 - 0}{0.1 - 0} \right| = 1.5 \text{ V}$$

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{0.15 - 0.15}{0.2 - 0.1} \right| = 0$$

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{0 - 0.15}{0.5 - 0.2} \right| = 0.5 \text{ V}$$

$$\rightarrow P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \begin{cases} \frac{1.5^2}{5} = 0.45 \\ \frac{0^2}{5} = 0 \\ \frac{0.5^2}{5} = 0.05 \end{cases}$$

یافتن جهت جریان القایی

کمی وقتی پسری به دنبال دختری می آید
دخترک می گوید پرو (جریان القایی مخالفه جریان اصلی)

کمی وقتی پسری از دختری دور می شود
دخترک می گوید پیا (جریان القایی موافقه جریان اصلی)

همه ی اینها، انگار پسر داره میاد
(شار داره زیاد می شه)
دختر میگه پرو
(جریان القایی کاری میکنه شار کم بشه)

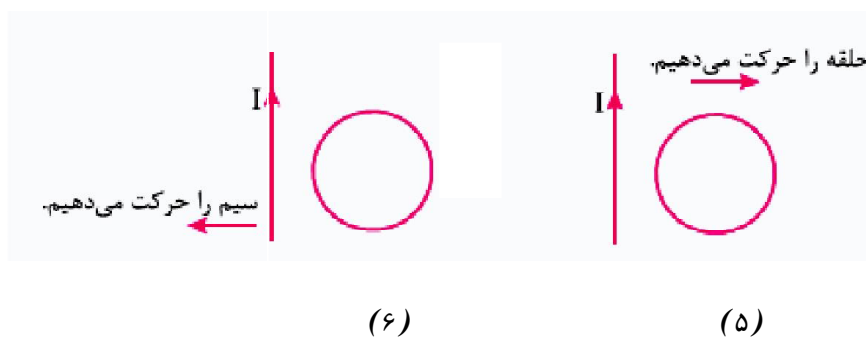
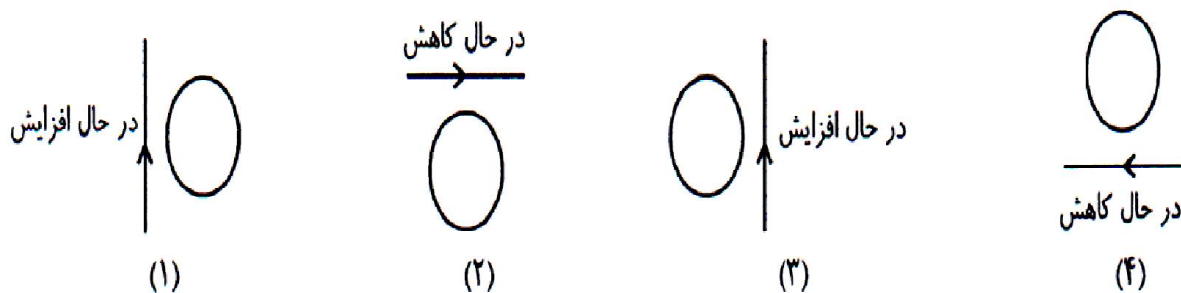
(۱) زیاد شدن جریان اصلی

(۲) کم شدن مقاومت رنوستا

(۳) بسته شدن کلید

(۴) نزدیک کردن دو شکل

مثال (۱۲) مشابه تجربی ۹۳ و تمرین کتاب درسی: در هر شکل جهت جریان القایی را تعیین کنید



مثال ۱۳) خارج ریاضی ۹۵ با بررسی سوالات بیشتر؛

در شکل روبه رو

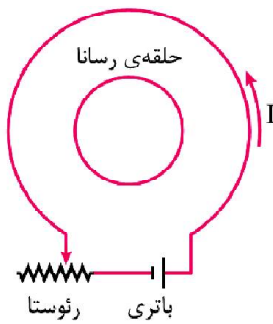
اگر لغزنده ی رئوس در حال حرکت به سمت چپ باشد

میدان و شار ناشی از حلقه ی بزرگ در حال

و جهت جریان القایی در حلقه ی کوچک

و نیروی بین دو حلقه از نوع

و به صورت است.



مقاومت رئوس در حلقه ی بزرگ در حال افزایش است پس جریان و میدان و شار در این حلقه در حال کاهش است (پس رک داره میره)

جهت جریان القایی در حلقه ی کوچکتر موافق جهت حلقه ی بزرگ (یعنی پادساعتگرد) خواهد بود

نیروی بین دو حلقه در این حین از نوع جاذبه ی مغناطیسی می باشد و این جاذبه به صورت موقتی است زیرا با متوقف شدن لغزنده ی رئوس،

تغییرات شار ناشی از حلقه ی بزرگ به صفر می رسد در نتیجه نیروی محرکه و جریان القایی در حلقه ی کوچک نخواهیم داشت

مثال ۱۴) تمرین منزل؛ خارج ریاضی ۹۴:

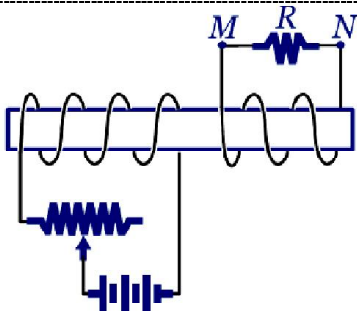
در شکل زیر دو سیملوله روی یک هسته ی آهنی و جدا از هم پیچیده شده اند.

لغزنده ی رئوس را از نقطه ای که ثابت مانده بود در مدت t به سمت چپ، حرکت می دهیم

اگر جریان القایی عبوری از مقاومت R قبل از حرکت لغزنده، I_1 و ضمن حرکت

لغزنده، I_2 باشد و بعد از حرکت و سکون لغزنده I_3 .

باشد در مورد این جریان ها توضیح دهید



قبل از شروع حرکت؛ وقتی لغزنده در سمت راست مقاومت ساکن است:

شار ناشی از سیملوله سمت چپ (پس رک) ثابت است پس هیچ جریانی در سیملوله سمت راست القا نمی شود پس $I_1 = 0$ است

در حین حرکت رئوس؛ وقتی لغزنده به سمت چپ می لغزد:

مقاومت سیملوله سمت چپ در حال کاهش است پس شار در این سیملوله در حال افزایش است (پس رک داره میاد)

جهت جریان القایی در سیملوله سمت راست بر خلاف سیملوله سمت چپ خواهد بود. جریان در حلقه های سیملوله سمت چپ رو به بالاست

پس جریان در حلقه های سیملوله سمت راست رو به پایین و در مقاومت R از M به N خواهد بود

بعد از حرکت؛ وقتی لغزنده در سمت چپ مقاومت ساکن است:

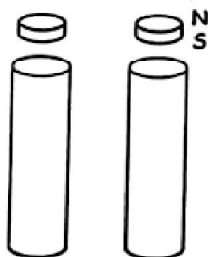
شار ناشی از سیملوله سمت چپ (پس رک) ثابت است پس هیچ جریانی در سیملوله سمت راست القا نمی شود پس $I_3 = 0$ است

مثال ۱۵) بیشتر از تمرین کتاب درسی + تست ریاضی ۶۹؛

یک آهن ربا و یک آهن که ظاهرا مشابهند، مطابق شکل، داخل دو لوله ی مسی، بدون آنکه با دیواره

تماس داشته باشند، سقوط می کنند. سرعت و زمان حرکت آهن ربا هنگام خروج از لوله،

نسبت به سرعت آهن چگونه است؟



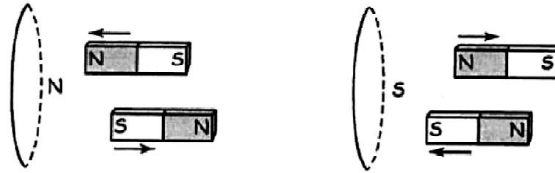
۱) کمتر، کمتر ۲) بیشتر، بیشتر

۳) کمتر، بیشتر ۴) بیشتر، کمتر

مثال ۱۶) با توجه به جهت حرکت آهن ربا جهت جریان القایی را در هر يك از حلقه های زیر تعیین کنید

یادآوری مهم: ♥ در مورد حلقه ها یادتونه که نرفته،

ساعتگرد (سه S) میدان میوه توش نه ساعتگرد (نه N) میدان نمیره توش

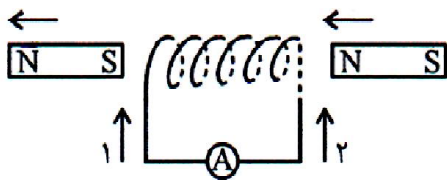


(الف) نزدیک کردن قطب N به حلقه، مانند دور کردن قطب S از آن، قطب N را در حلقه القا می کند.

(ب) دور کردن قطب N از حلقه، مانند نزدیک کردن قطب S به آن، قطب S را در حلقه القا می کند.

دقت کنید از ارون طرفی که آهن ربا هست باید به حلقه نگاه کنید

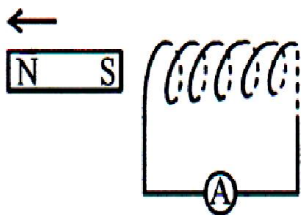
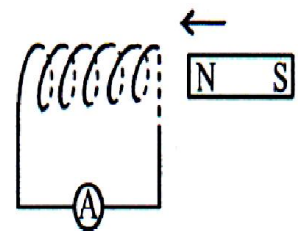
مثال ۱۷) خارج ریاضی ۹۰ و ریاضی ۸۵:



يك آهن ربا مطابق شکل از سمت راست يك سیم لوله وارد و از سمت چپ آن خارج می شود. جهت جریان القایی در هنگام ورود و خروج به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۱) ۱ و ۲ ۲) ۲ و ۱ ۳) ۲ و ۱ ۴) ۲ و ۲

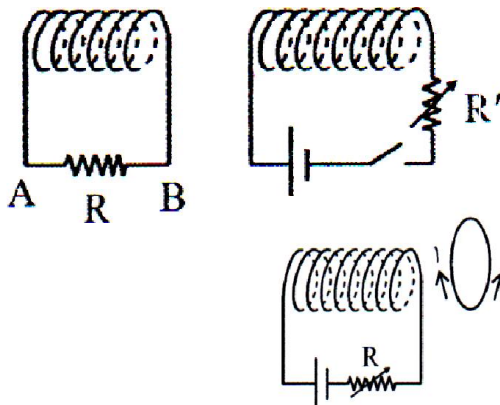
وقتی آهن ربا نزدیک میشه، قطب ها طوری در سیملوله القا میشن که آهن ربا را دفع کنن. برای این منظور قطبی از سیملوله که در مجاورت آهن ربا قرار داره هم نام با آن خواهد بود تا مخالفتش را با ورود آهن ربا نشان دهد بنابراین جریان القایی مطابق (۲) خواهد بود



وقتی آهن ربا نزدیک دور میشه، قطب ها طوری در سیملوله القا میشن که آهن ربا را جذب کنن. برای این منظور قطبی از سیملوله که در مجاورت آهن ربا قرار داره ناهم نام با آن خواهد بود تا مخالفتش را با خروج آهن ربا نشان دهد بنابراین جریان القایی مطابق (۱) خواهد بود بنابراین گزینه ۳ صحیح می باشد

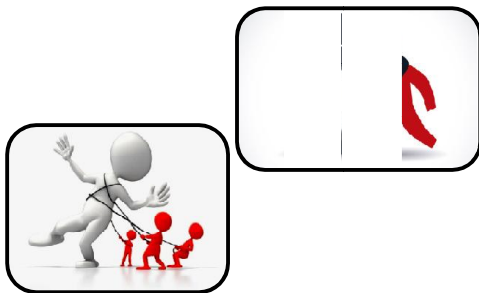
مثال ۱۸) ریاضی ۹۰ و ۸۸ و خارج تجربی ۸۴ و تمرین ۹ پایان فصل کتاب درسی:

الف) با سیملوله سمت راست چه کنیم تا در سیملوله سمت چپ جریان مقاومت از A به B باشد



ب) مقاومت رنوستا را کم میکنیم جهت جریان القایی در حلقه مطابق (۱) است یا (۲)

نوع دوم ، چند مثال ساده ولی مهم ؛ (حلقه ی تنها ؛ مجرد مجرد)



در این جا دیگه دختر پسری وجود نداره فقط و فقط میدان در حلقه عوض میشه

اگر میدانی کم شد دلت براش بسوزه

عین خودشو ایجاد کن مثلا درون سو کم شد در حلقه درون سو ایجاد کن

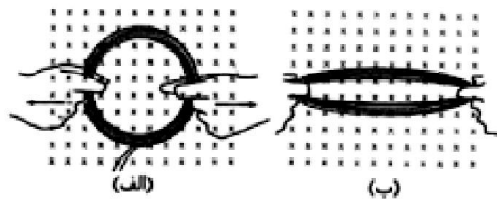
اگر میدان زیاد شد حسودی کن

برعکسشو ایجاد کن ، مثلا درون سو زیاد شد در حلقه برون سو ایجاد کن

مثال ۱۹) پیچه ای از چند دور سیم نازک مسی تشکیل شده و مطابق شکل (الف)

در یک میدان مغناطیسی یکنواخت درون سو قرار دارد . اگر مطابق شکل (ب) پیچه را

از دو سمت آن بکشیم جریان القایی در کدام جهت و تا چه زمانی در پیچه برقرار می شود ؟



(۱) ساعتگرد - تا زمان ثابت شدن حلقه

(۲) ساعتگرد - به صورت دائمی

(۳) پادساعتگرد - تا زمان ثابت شدن حلقه

(۴) پادساعتگرد - به صورت دائمی

هر چه حلقه را بکشیم تا از حالت دایره ای به حالت بیضی تبدیل گردد مساحت آن کاهش می یابد و میدان کمتری از آن عبور می کند

برای جبران این کمبود جهت جریان القایی در حلقه ساعتگرد خواهد بود تا در حلقه میدان درون سو ایجاد کند

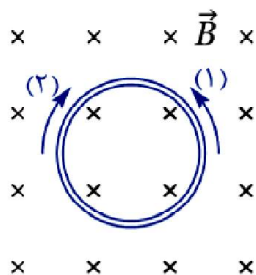
به طور خلاصه ((میدان درون سو کم شده ؛ درون سو ایجاد کن))

اما این جریان القایی موقتی خواهد بود زیرا با ثابت شدن مساحت حلقه ، تغییر شار و نیروی محرکه و جریان القایی در حلقه به صفر می رسد

مثال ۲۰) حلقه ای عمود بر یک میدان مغناطیسی که معادله ی آن صورت $B = -2t + 4$ می باشد

در لحظه ی صفر جهت این میدان درون سو می باشد از لحظه ی صفر تا لحظه ی $t = 4s$ شدت

جریان القایی در حلقه به کدام جهت خواهد بود ؟



(۱) مطابق جریان (۱) (۲) اول مطابق جریان (۱) سپس مطابق جریان (۲)

(۳) مطابق جریان (۲) (۴) اول مطابق جریان (۲) سپس مطابق جریان (۱)

طبق معادله ی داده شده پس از دو ثانیه میدان درون سو به صفر می رسد بنابراین از لحظه ی صفر تا لحظه ی $t = 2s$ میدان درون سو کاهش می یابد

بنابراین جریان القایی در حلقه مطابق فلش (۲) یعنی ساعتگرد می باشد تا در حلقه میدان درون سو ایجاد کند

از لحظه ی $t = 2s$ تا $t = 4s$ جهت میدان عوض شده و افزایش می باید (میدان برون سو زیاد می شه) بنابراین جریان القایی در حلقه باز هم

مطابق فلش (۲) ساعتگرد می باشد تا هم چنان در حلقه میدان درون سو ایجاد کند بنابراین گزینه ۳ صحیح می باشد

این مدل ویژه رشته ریاضی است ؛ از مثال ۲۲ تا مثال ۲۶

نوع سوم نیرو محرکه القایی : فرار کردن یک ضلع حلقه در میدان مغناطیسی

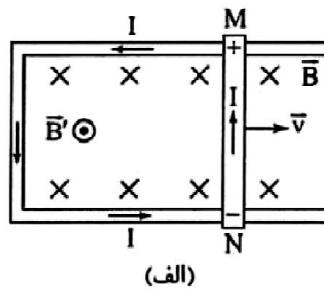
در حرکت یک ضلع از قاب درون میدان یا ورود و خروج یک قاب از میدان ، نیرو محرکه ای درون

آن القا می شود که از رابطه ی $\mathcal{E} = VBL \sin \alpha$ به دست می آید

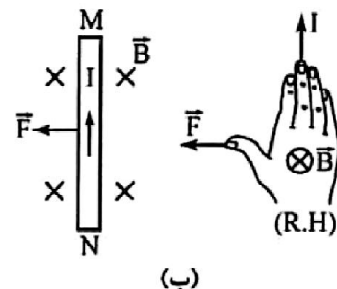
که منظور از α زاویه قاب و میدان است



ول کن بابا لا مصعب



(الف)



(ب)



برای تعیین جهت جریان القایی در حلقه دو راه حل وجود دارد از حسادت و دلسوزی استفاده کنید

مثلا در شکل بالا با حرکت میله به سمت راست ، میدان درون سو زیاد می شود (حسودی کن) بنابراین باید در حلقه میدان برو سو ایجاد کنی

یعنی جریان القایی در مستطیل پاد ساعتگرد و در میله رو به بالا خواهد بود



اگر این حلقه درون میدان ساکن $V = 0$ باشد و یا حرکتش به گونه ای باشد که میدان درون آن تغییر نکند

باشد نیرو محرکه و توان و جریان القایی در این مدار صفر می باشد



اگر در هنگام ورود و یا خروج از این میدان حرکت سرعت ثابت باشد اولاً ؛ داریم $V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ثانیاً ؛ $\mathcal{E} = VBL \sin \alpha$ و توان و جریان و نور

لامپ درون در این حلقه ثابت می باشد اگر حرکت شتاب ثابت و تند شونده باشد $\mathcal{E} = VBL \sin \alpha$ در حال افزایش و در نتیجه توان و جریان و نور

لامپ درون در این حلقه زیاد می شود اگر حرکت شتاب ثابت و کند شونده باشد $\mathcal{E} = VBL \sin \alpha$ در حال کاهش و در نتیجه توان و جریان و نور

لامپ درون در این حلقه کم می شود



نکته ؛ اگر هواپیمایی وارد میدان مغناطیسی شد اولاً ؛ فاصله ی دو نقطه ی انتهای بالهای هواپیما برابر L ،

ثانیاً ؛ منظور از α زاویه ی بین خط واصل دو بال و خطوط میدان است

مثال ۲۲) خارج تجربی ۹۵ و ۸۶ و ریاضی ۸۷ و ۸۵ : یک میله ی فلزی به طول ۳۰ سانتی متر در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به سرعت ثابت

در راستای عمود بر خطوط میدان در مدت ۲ ثانیه ، ۴ متر جا به جا می شود

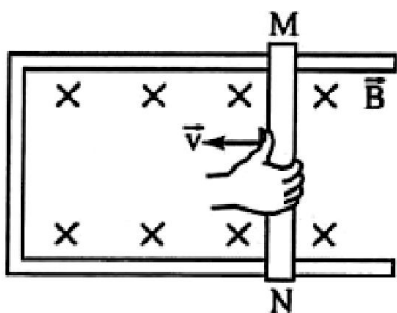
و میله نیز بر خطوط میدان عمود است . اگر اندازه ی میدان مغناطیسی ۰/۵ تسلا باشد ،

الف) نیروی محرکه القا شده در این میله چند میلی ولت است ؟

ب) اندازه و جهت جریان در میله ی MN را تعیین کنید

ج) اگر درون میله MN مقاومتی ۳ اهمی می باشد توان گرمایی در آن چند وات است ؟

د) $V_M - V_N$ چه قدر خواهد بود ؟



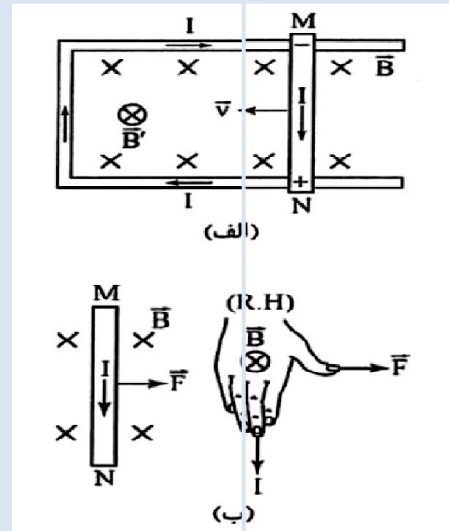
برای تعیین جهت جریان در این میله ، باید از حس دلسوزیت استفاده کنی میدان درون سوی بیچاره در حال کم شدن است و تو باید به دلدش برسی و در حلقه میدان درون سو ایجاد کنی بنابراین جهت جریان در حلقه ی مستطیلی به صورت ساعتگرد خواهد بود
راه دوم برای تعیین جهت جریان ؛ استفاده از قانون دست راست می باشد
لطفا حواستون باشه که جهت انگشت شست که نشان دهنده ی نیرو می باشد بر خلاف جهت حرکت میله می باشد

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4}{2} = 2$$

$$\varepsilon = VBL \sin \alpha = 2 \times 0.5 \times \frac{30}{100} = 0.3 \text{ V} = 30 \text{ mV}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.3}{3} = 0.1 \text{ A}$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(0.3)^2}{3} = \frac{9 \times 10^{-4}}{3} = 3 \times 10^{-4} \text{ W}$$



(د) پتانسیل نقطه ی N از پتانسیل نقطه ی M ، 30 میلی ولت بیشتر است
(اقا مگه جهت جریان از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر نیست؟؟ پس چرا پتانسیل N بیشتر شد؟؟)
باید دقت کنید نکته ی ظریفی اینجا وجود دارد و آن اینست که این میله همچون یک باتری می ماند و در درون یک باتری
جریان از پتانسیل کمتر به سمت پتانسیل بیشتر خواهد بود بنابراین $V_M - V_N = -30 \text{ mV}$

$$B = 0.5 \text{ T}$$

مثال ۲۴) ریاضی ۹۲ :

مطابق شکل یک سیم پیچ مربعی شکل ، با 20 دور سیم که طول هر ضلع آن 40 سانتیمتر است .

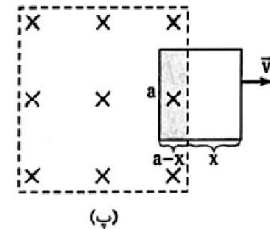
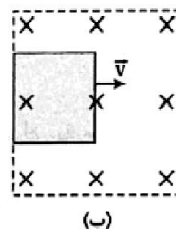
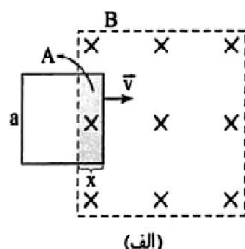
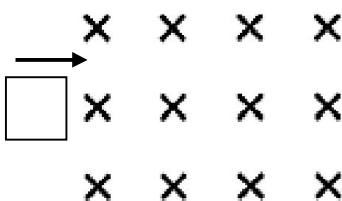
با سرعت 3 متر بر ثانیه در یک میدان مغناطیسی درون سوبه بزرگی 0.5 تسلا میشود

مطلوبست یافتن اندازه نیروی محرکه و جهت جریان القایی :

(الف) در لحظه ای که 30 سانتیمتر از حلقه وارد میدان شده باشد ؟

(ب) در لحظه ای که که کاملاً وارد میدان شده و 10 سانتیمتر از انتهای آن هم درون میدان قرار دارد ؟

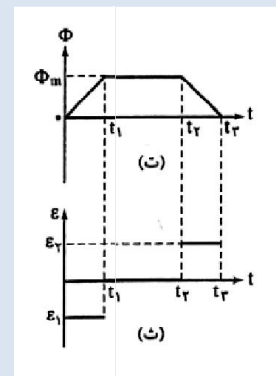
(ج) رسم نمودار شار زمان و نیرو محرکه زمان از لحظه ی ورود تا خروج کامل را برای این حلقه رسم کنید



$$t = 0, t = t_1 \rightarrow \varepsilon = N \times VBL \sin \alpha = 20 \times 3 \times 0.5 \times \frac{40}{100} = 12 \text{ V}$$

$$t = t_1, t = t_2 \rightarrow \varepsilon = N \times VBL \sin \alpha = 0$$

$$t = t_2, t = t_3 \rightarrow \varepsilon = N \times VBL \sin \alpha = 20 \times 3 \times 0.5 \times \frac{40}{100} = 12 \text{ V}$$



در هنگام ورود که میدان درون سو زیاد می شود ما حسودی میکنیم و در حلقه میدان برو سو ایجاد می کنیم و جریان القایی پاد ساعتگرد می شود در بازه ی زمانی $t = t_1$ تا $t = t_2$ که حلقه کاملاً از سر و ته در درون میدان حرکت می کند و حرکتش نه باعث ورود و نه باعث خروج می شود نیروی محرکه ی القایی و جریان القایی نداریم

در هنگام خروج میدان درون سو کم می شود ما دلمان می سوزد و در حلقه میدان درون سو ایجاد می کنیم و جریان القایی ساعتگرد می شود

مثال ۲۵) سوالات تکمیلی خیلی خوب ؛ يك حلقه ی مسی با سرعت ثابت از موقعیت (۱) تا موقعیت (۲)

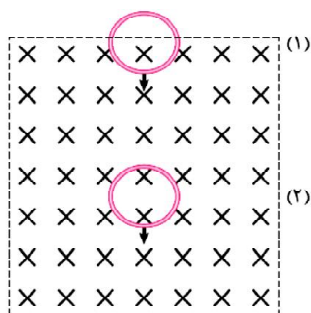
از يك میدان مغناطیسی یکنواخت مطابق شکل روبه رو عبور می کند . اگر جریان القا شده در حلقه در موقعیت (۱) تا (۲) به ترتیب I_1, I_2, I_3 باشد ، کدام يك از موارد زیر درست است ؟

(۱) I_3 و $I_2 = 0$ ساعتگرد

(۲) I_2 و $I_1 = 0$ ساعتگرد

(۳) I_1 ساعتگرد و I_3 ساعتگرد

(۴) I_1 ساعتگرد و I_3 پاد ساعتگرد



در موقعیت (۱) ؛ حلقه در حال ورود به میدان مغناطیسی می باشد ← میدان مغناطیسی درون سو ، در حلقه در حال افزایش است ← پس باید جهت جریان القایی در حلقه به شکلی باشد که در آن میدان برون سو ایجاد کند ← جهت جریان القایی در حلقه ، پاد ساعتگرد می باشد
در موقعیت (۲) ؛ میدان مغناطیسی حلقه تغییری نمیکند ← جریان القایی نخواهیم داشت ← $I_2 = 0$
در موقعیت (۳) ؛ حلقه در حال خروج از میدان مغناطیسی می باشد ← میدان مغناطیسی درون سو ، در حلقه در حال کاهش است ← پس باید جهت جریان القایی در حلقه به شکلی باشد که در آن میدان درون سو ایجاد کند ← جهت جریان القایی در حلقه ، ساعتگرد می باشد

مثال ۲۶) منبع ترجمه شده ؛ احتمالی ۹۹ رشته ی ریاضی ؛

با توجه به شکل مقابل سه حلقه با سرعت ثابت به طور یکنواخت وارد میدان مغناطیسی درونسوی برابر B می شود. کدام گزینه نیروی محرکه

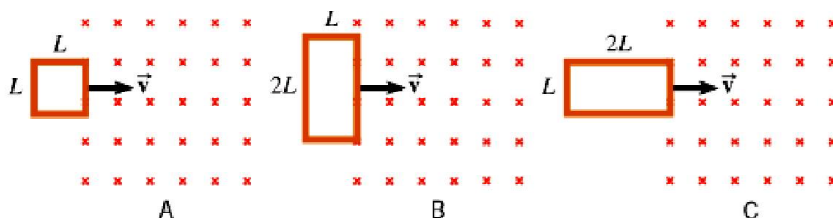
القایی را درست مقایسه می کند؟

(۱) $\varepsilon_A = \varepsilon_B = \varepsilon_C$

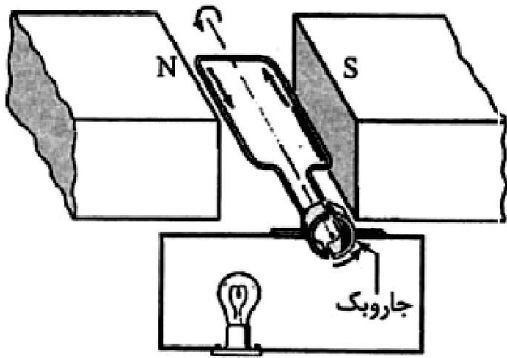
(۲) $\varepsilon_A > \varepsilon_B > \varepsilon_C$

(۳) $\varepsilon_A < \varepsilon_B < \varepsilon_C$

(۴) $\varepsilon_A = \varepsilon_C < \varepsilon_B$



✓ نوع چهارم نیروی محرکه ی القایی : نیروی محرکه القایی متناوب :

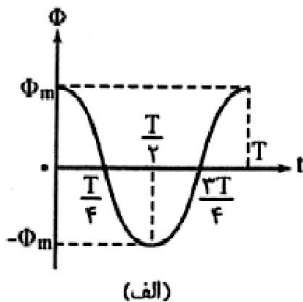


در اثر دوران قاب در یک میدان مغناطیسی ، و تغییر زاویه قاب و میدان نیروی محرکه متناوب و جریان القایی متناوب ایجاد می گردد

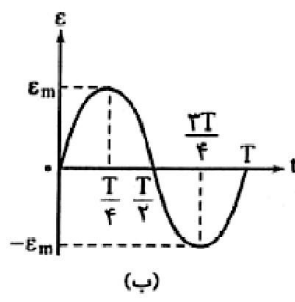
♥ کلماتی که اشاره به ((گردش قاب درون میدان)) و ((دوره تناوب)) و ((بسامد یا بسامد زاویه ای)) و ((جریان متناوب)) و ((می چرخد)) می کند مربوط به این قسمت می باشد

$\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1$	
$\varphi = \frac{\varphi_m}{BA} \cos(\omega t)$	$\frac{\varphi}{\varphi_m} = \cos \omega t$
$\varepsilon = \frac{\varepsilon_m}{NBA\omega} \sin(\omega t)$	$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_m} = \sin \omega t$
$I = \frac{I_m}{R} \sin(\omega t)$	$\frac{I}{I_m} = \sin \omega t$
$P = \frac{(NBA\omega \sin \omega t)^2}{R}$	$\frac{P}{P_m} = \sin^2 \omega t$

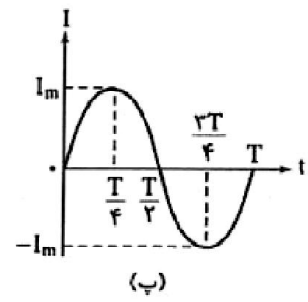
✓ در این نیرو محرکه همواره پیشینه شدن شار ، کمینه (یا صفر شدن) نیرو محرکه و جریان القایی را به دنبال دارد



(الف)



(ب)



(پ)

مثال ۲۷) متن کتاب درسی :

کدام يك از گزینه های زیر در مورد جریان متناوب نادرست است ؟

- ۱) افزایش و کاهش ولتاژ متناوب AC، بسیار آسان تر از ولتاژ مستقیم DC است
- ۲) در مولد های صنعتی ، پیچها ساکن اند و آهن ربای الکتریکی در آنها می چرخد
- ۳) بیشتر وسایل خانگی و سامانه های توزیع برق ، با جریان متناوب کار می کنند
- ۴) متداول ترین روش تولید جریان متناوب ، تغییر اندازه ی مساحت است

مثال ۲۰) ریاضی ۹۴ ؛ با کمی تغییر: پیچه ای دارای ۲۰۰ حلقه است و در میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت زاویه ای ثابتی حول یکی از قطرهایش که عمود بر میدان مغناطیسی است، می چرخد. اگر بیشینه ی شار عبوری از سیملوله ۰/۰۵ میلی و بر و بیشینه نیروی محرکه ی القا شده در پیچه ۳ ولت باشد. دوره ی چرخش پیچه چند ثانیه است؟

$$(۱) \frac{1}{150} \quad (۲) \frac{\pi}{150} \quad (۳) \frac{1}{300} \quad (۴) \frac{\pi}{300}$$

کلید واژه ی ((سرعت زاویه ای)) و ((می چرخد)) و ((دوره ی تناوب)) هر کدام به تنهایی دلیل محکمی برای استفاده از روابط زیر هستند

$$\left. \begin{aligned} \varphi_m &= BA = 5 \times 10^{-5} \\ \varepsilon_m &= NBA\omega \end{aligned} \right| \rightarrow 3 = 200 \times (5 \times 10^{-5}) \omega \rightarrow \omega = 300 \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} T = \frac{\pi}{150}$$

مثال ۲۱) در لحظه ای که شار عبوری از یک پیچه $\frac{1}{3}$ شار بیشینه می باشد. جریان القایی متناوب چه کسری از جریان القایی بیشینه خواهد بود؟

کلید واژه ی ((متناوب)) به تنهایی دلیل محکمی برای استفاده از روابط زیر هستند

$$\left. \begin{aligned} \frac{\varphi}{\varphi_m} &= \cos \omega t = \frac{1}{3} \\ \frac{I}{I_m} &= \sin \omega t = ? \end{aligned} \right| \rightarrow \sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1 \rightarrow \sin^2 \omega t + \frac{1}{9} = 1 \rightarrow \sin^2 \omega t = \frac{8}{9} \rightarrow \sin \omega t = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

نوع چهارم نیروی محرکه خودی القایی ((یا خودالقایی)) :

هرگاه جریانی که از یک سیملوله (یا یک پیچه) می گذرد تغییر کند (چگونه؟ با باز و بسته کردن کلید و یا تغییر مقاومت رنوستا)

در آن نیرو محرکه ای بوجود می آید که با تغییر جریان مخالفت می کند این پدیده را خود القاوری و آن سیملوله را خود القا می نامند.

که نیروی محرکه از رابطه $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt} \rightarrow \varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$ به دست می آید. این نیرو محرکه مادامی وجود دارد که جریان اصلی تغییر کند

بعد از اینکه تغییرات جریان اصلی متوقف شد. نیروی محرکه ی خودالقایی هم از بین می رود

و انرژی ذخیره شده در سیملوله از رابطه $U = \frac{1}{2} LI^2$ برای یافتن جهت جریان خودالقایی در سیملوله (یا سیم پیچ) : اگر جریان اصلی مدار زیاد شد،

جریان خودالقایی در خلاف جهت آن و اگر جریان اصلی کم شد جریان خودالقایی در خلاف جهت آن خواهد بود

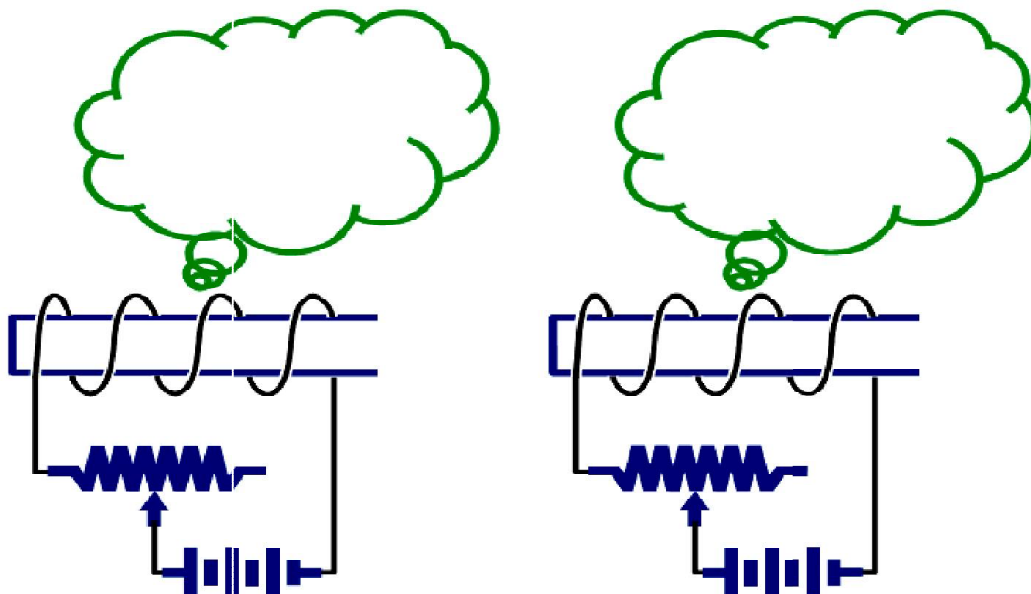
♥ اگر ضریب خودالقایی را ندادند چنین می گوئیم : کامران مو سفید دو بار ناله کرد $L = \frac{k\mu N^2 A}{l}$

	نیروی محرکه خودالقایی متوسط
	نیروی محرکه خودالقایی لحظه ای
	ضریب خودالقایی
	انرژی ذخیره شده در سیملوله

مثال ۳۲) در مدار روبه رو ، جهت جریان خود القایی را در هر حالت بیابید .

(الف) تیغه ی رنوستا را به سمت چپ می بریم (حسادت با خود)

(ب) کلید را قطع می کنیم (دلسوزی برای خود)



مثال ۳۳) احتمالی ۹۹ ؛

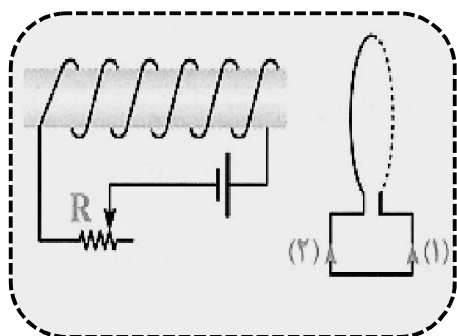
در مدار روبه رو تیغه ی رنوستا به تدریج به سمت راست می آید

جهت جریان القایی در حلقه در جهت و نیرو محرکه خودالقایی

در سیم لوله در نیرو محرکه مولد عمل می کند

۱) ۱- جهت ۲) ۲- جهت

۳) ۱- خلاف جهت ۴) ۲- خلاف جهت



مثال ۳۶) احتمالی ۹۹ ؛ قلم چی ۹۶ :

سیم روکش دار سیم لوله ی حامل جریانی را باز کرده و با آن سیم لوله دیگری می سازیم که شعاع حلقه های آن ۲ برابر قبلی است .

اگر همان جریان از سیم لوله ی جدید عبور کند در صورتی که در هر دو حالت حلقه ها به هم چسبیده باشند مطلوبست بررسی تغییرات کمیت های زیر

۱) ضریب خودالقایی ۲) انرژی ذخیره شده در سیم لوله ۳) میدان مغناطیسی ۴) شار مغناطیسی بیشینه

$$L = \frac{k \mu_0 N^2 A}{l} \quad l = Nd \rightarrow \frac{k \mu_0 N^2 A}{Nd} \rightarrow L = \frac{k \mu_0 N^2 \pi R^2}{d} \rightarrow L \times 2$$

$$R \times 2 \rightarrow N \times \frac{1}{2}$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow{L \times 2} U \times 2$$

$$B = \frac{\mu_0 IN}{L} \xrightarrow{L = Nd} B = \frac{\mu_0 IN}{Nd} \rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{d} \times 1$$

$$\phi = BACos\theta \rightarrow \phi = BACos\theta \rightarrow \phi = \frac{\mu_0 I}{d} \times \pi R^2 \times 1 \xrightarrow{R \times 2} \phi \times 4$$

مثال ۳۷) خارج و داخل ریاضی ۹۵ و خارج ریاضی ۹۴ :

سیمولوله ای بدون هسته ی آهنی ، دارای ۲۰۰ حلقه است و از آن جریان الکتریکی ۲ آمپر می گذرد . اگر طول سیمولوله ۲۵ سانتیمتر و مساحت هر حلقه ی آن ۱۰cm^2 باشد ، انرژی ذخیره شده در سیمولوله چند میلی ژول است ؟

$$\left(\mu_r = 12 / 5 \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}} \right) \quad ۱۰(۲) \quad ۰/۴(۳) \quad ۱(۴)$$

سیمولوله بدون هسته است بنابراین در فرمول ضریب خودالقایی $L = \frac{k \mu_r N^2 A}{l}$ ، ضریب $k = 1$ برابر یک است

$$K = 1$$

$$N = 200$$

$$I = 2$$

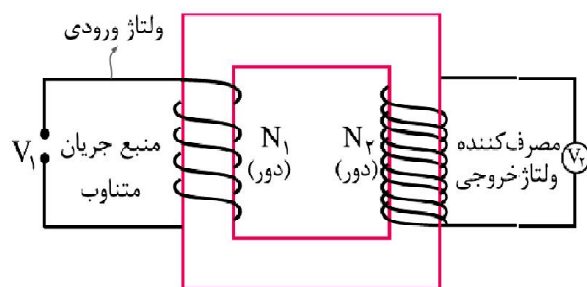
$$l = 25\text{cm}$$

$$A = 10\text{cm}^2 \times 10^{-4} = 10^{-3} \text{m}^2$$

$$\rightarrow L = \frac{k \mu_r N^2 A}{l} = \frac{1 \times 12 / 5 \times 10^{-7} \times 4 \times 10^4 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-4}$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \rightarrow U = \frac{1}{2} (2 \times 10^{-4}) \times 2^2 = 4 \times 10^{-4} \text{J} = 0.4 \text{mj}$$

مبدل (ترانسفورماتور) (اما به تازگی به کتاب اضافه شده) اینک در **کنکور ۹۸** تو یکی از رشته ها ارزش سوال بیاد . زیاده



یکی از امتیاز های توزیع توان الکتریکی AC بر DC آن است که

افزایش و کاهش ولتاژ در آن بسیار **آسان تر** است .

یکی از کاربرد های **القای متقابل** ، دسترسی به ولتاژ مورد نیاز است . برای این کار از

وسیله ای به نام مبدل استفاده می کنیم ساختمان مبدل از دو پیچه

با تعداد دور های متفاوت تشکیل شده است . پیچه ها به دور یک

هسته ی آهنی (فرومغناطیس نرم) پیچیده شده و نسبت به هسته عایق بندی شده اند

برای یک مبدل که مقاومت پیچه های آن قابل صرف نظر کردن است

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}, \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}, \quad P_1 = P_2$$



نام گذاری مبدل ها بر اساس مقایسه **تعداد دور آنها** (یا مقایسه اندازه ولتاژ آنها) صورت می گیرد

نتیجه ۱ : اگر تعداد دور های مدار ثانویه ، بیشتر از تعداد دور های مدار اولیه باشد :

ولتاژ خروجی بزرگتر از ولتاژ ورودی ، اما جریان خروجی کوچکتر از جریان ورودی می گردد . این مبدل را **افزاینده** می نامند

نتیجه ۲ : اگر تعداد دور های مدار ثانویه ، کمتر از تعداد دور های مدار اولیه باشد :

ولتاژ خروجی کوچکتر از ولتاژ ورودی ، اما جریان خروجی بزرگتر از جریان ورودی می گردد . این مبدل را **کاهنده** می نامند

♥ نکته ۱ : در انتقال توان در فاصله های دور ، قبل از انتقال توان از نیروگاهها ، به کمک **مبدل های افزایشنده**

ولتاژ را **افزایش** و جریان را **کاهش** می دهند چرا ؟ چون منجر به کاهش تلفات (RI^2) و استفاده از

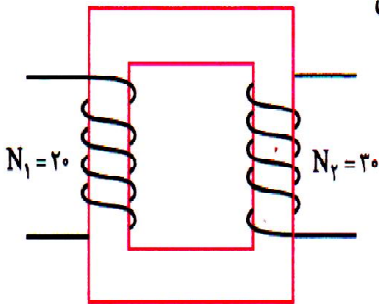
سیم های نازک تر و صرفه جویی در مواد اولیه می شود و در انتهای مسیر ، به کمک **مبدل های کاهنده** ،

ولتاژ را **کاهش** و جریان را **افزایش** می دهند

نکته ۲ : نیروی محرکه القا شده در **هر حلقه ی** مدار اولیه ، برابر با **هر حلقه** مدار ثانویه است

نکته ۳ : در **مبدل های آرمانی** که مقاومت پیچه ها قابل چشم پوشی و بازده ۱۰۰ درصد است . توان ورودی و خروجی برابر است $P_1 = P_2$

- مثال ۴۲) در يك مبدل آرمانی جریان در پیچه ی ثانویه از پیچه ی اولیه بیشتر است . در مورد این مبدل به سوالات زیر پاسخ دهید
- الف) این مبدل کاهنده است یا افزایش دهنده ؟
- ب) تعداد حلقه های پیچه دوم نسبت به پیچه اول بیشتر است یا کمتر ؟
- ج) ولتاژ را زیاد می کند یا کم ؟
- د) توان الکتریکی پیچه ها زیاد می شود یا کم ؟



- مثال ۴۳) يك مبدل آرمانی را مطابق شکل رو به رو كه تعداد پیچه های ثانویه آن از پیچه های اولیه بیشتر است در نظر بگیرید
- الف) بیشینه ولتاژ در مدار ثانویه چند برابر بیشینه ولتاژ مدار اولیه بیشتر است ؟
- ب) توان خروجی چند برابر توان ورودی است ؟
- ج) بیشینه جریان در مدار ثانویه چند برابر بیشینه جریان مدار اولیه است ؟
- د) نیروی محرکه القا شده در هر حلقه ی مدار اولیه ، چند برابر هر حلقه مدار ثانویه است ؟
- و) دو لامپ مشابه به این دو سیملوله وصل میکنیم . کداميك پرنور تر خواهند بود ؟

مثال ۴۵) ریاضی ۹۶ + نتیجه ی تکمیلی ؛ در محل يك نیروگاه برق ، ولتاژ $V = 10^4$ توسط مبدل A به $V = 4 \times 10^5$ تبدیل می شود و پس از انتقال به يك شهر توسط مبدل B این ولتاژ به $V = 5 \times 10^3$ تبدیل می شود . اگر نسبت تعداد سیم پیچ ثانویه به اولیه در مبدل A برابر K_A و در مبدل B برابر K_B باشد $\frac{K_A}{K_B}$ کدام است ؟ (۱) ۲۰ (۲) ۸۰۰ (۳) ۱۲۰۰ (۴) ۳۲۰۰

نسبت ولتاژ ثانویه به ولتاژ اولیه در مبدل متناسب است با نسبت تعداد سیم پیچ ها

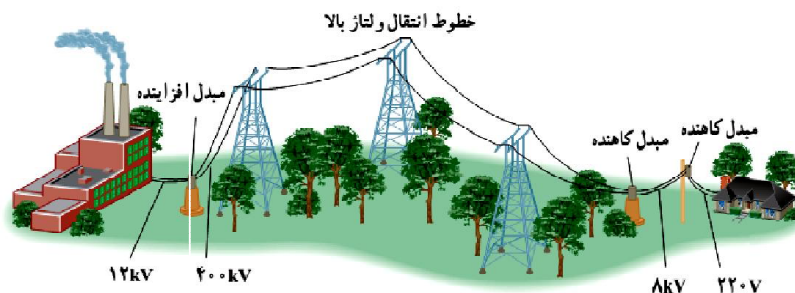
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = K_A \rightarrow K_A = \frac{4 \times 10^5}{10^4} = 40$$

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{N_3}{N_2} = K_B \rightarrow K_B = \frac{5 \times 10^3}{4 \times 10^5} = \frac{1}{80}$$

$$\rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{40}{\frac{1}{80}} = 3200$$

نتیجه ی مهم ؛ از تولید برق در نیروگاه تا مصرف آن (یک - دو - سه) نوع مبدل استفاده می شود که اولی از نوع (کاهنده - افزایش دهنده) می باشد یعنی ولتاژ را (زیاد - کم) و جریان را (زیاد - کم) می کند و دومی از نوع (کاهنده - افزایش دهنده) می باشد یعنی ولتاژ را یعنی ولتاژ را (زیاد - کم) و جریان را (زیاد - کم) می کند

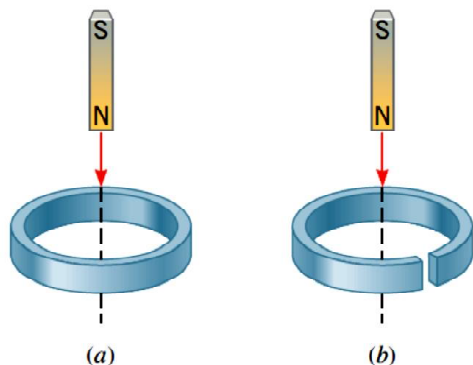
این تصویر کتاب درسی وزیر نویسنده آن را خیلی با دقت بررسی کنید شکل مهمی است



شکل ۳-۳۸ قبل از انتقال توان الکتریکی از نیروگاه ها، مبدل های افزایش دهنده، ولتاژ را تا حدود ۴۰۰ kV افزایش می دهند. در انتهای مسیر، مبدل های کاهنده، ولتاژ را کاهش می دهند تا توان الکتریکی با امنیت بیشتر به محل مصرف برسد.

چند سوال تکمیلی برای تمرین بیشتر :

به شرط خیلی مهم :



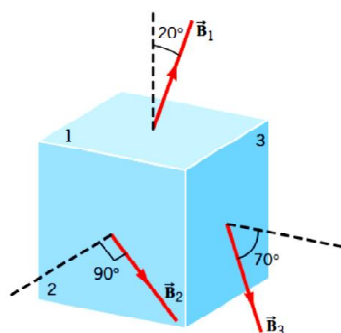
مثال ۴۶) **احتمالی ۹۹٪**؛ منبع خارجی ترجمه شده *CUTNELL* ؛

مطابق شکل دو آهن ربای مشابه به صورت هم زمان از ارتفاع یکسانی رها می شوند در شکل *a* آهن ربا از حلقه ی فلزی کامل و در شکل *b* از حلقه ی فلزی ناقص عبور می کند کدام گزینه به درستی سرعت زمین رسیدن و زمان زمین رسیدن آهن ربا را مقایسه کرده است ؟

$$V_a < V_b, t_a > t_b \quad (۲) \quad V_a = V_b, t_a = t_b \quad (۱)$$

$$V_a < V_b, t_a < t_b \quad (۴) \quad V_a > V_b, t_a < t_b \quad (۳)$$

گزینه ی ۲؛ اگر در همین سوال حلقه ی کامل پلاستیکی بود جواب چه می شد ؟ گزینه ۱



مثال ۴۷) منبع خارجی ترجمه شده *CUTNELL*؛ مطابق شکل در سه وجه مکعب وضعیت خط

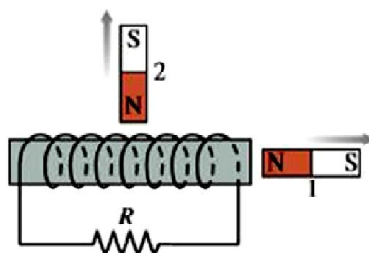
میدان مغناطیسی نشان داده شده است اگر اندازه میدان $B_1 = B_2 = B_3$ با هم برابر باشد

کدام گزینه اندازه ی شار عبور از این سه وجه را به درستی مقایسه کرده است ؟

$$\Phi_1 > \Phi_2 > \Phi_3 \quad (۲) \quad \Phi_2 > \Phi_1 > \Phi_3 \quad (۱)$$

$$\Phi_1 > \Phi_3 > \Phi_2 \quad (۴) \quad \Phi_2 > \Phi_3 > \Phi_1 \quad (۳)$$

مثال ۴۸) منبع خارجی ترجمه شده *JUNSON*؛ با حرکت کدام آهنربا در سیملوله جریانی القایی بوجود می آید ؟



(۱) آهنربای ۱

(۲) آهنربای ۲

(۳) هر دو آهنربا

(۴) هیچکدام

5. Referring to Figure 23.58, what are the directions of the currents in coils 1, 2, and 3 (assume that the coils are lying in the plane of the circuit): (a) When the switch is first closed? (b) When the switch has been closed for a long time? (c) Just after the switch is opened?

(مثال ۴۹)

