

فصل اول سال سوم (الکتریسته ساکن)

قانون کولن: دو ذره باردار که در فاصله ای از هم باشند بهم نیرو وارد می کنند که از رابطه زیر

$$F = K \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

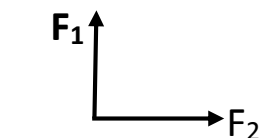
بدست می آید:

$$k = 9 \times 10^9$$

بار الکتریکی بر حسب کولن: q

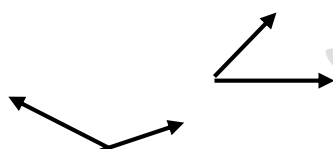
فاصله بر حسب متر: R

بردار برآیند در نیروها:



$$F_t = F_1 \sqrt{2}$$

زاویه ۹۰ درجه باشد و $F_1 = F_2$



$$F_t = F_1 \sqrt{3}$$

زاویه ۶۰ درجه باشد و $F_1 = F_2$

$$F_t = F_1$$

زاویه ۱۲۰ درجه باشد $F_1 = F_2$

اگر هم جهت باشند با هم جمع $F_t = F_1 + F_2$ و اگر خلاف جهت باشند $F_t = F_1 - F_2$

توجه مهم: اگر بار بر حسب میکروکولن μC و شعاع بر حسب سانتی متر بود خود

اعداد را جایگذاری کرده و فرمول اینگونه می شود:

$$F = 90 \times \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

بهش میگیرم راه حل ۹۰

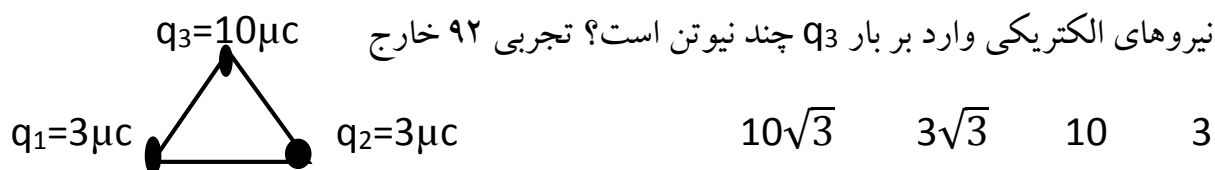
تست ۱: دو بار الکتریکی نقطه q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصله ۳ متری هم قرار دارد. نیروی دافعه

$0/02N$ به یکدیگر وارد می کنند q_1 چند میکروکولن است؟ تجربی ۹۱ خارج

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad 0/02N = 9 \times 10^9 \frac{5q_1 q_1}{3^2}$$

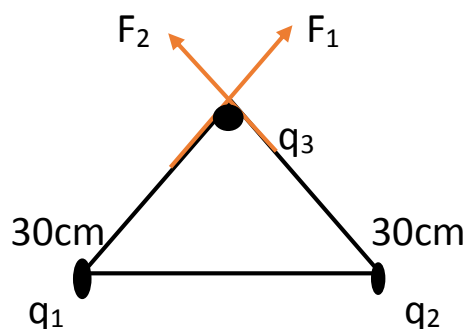
$$5q_1^2 \times 10^9 = 2 \times 10^{-2} \Rightarrow q_1^2 = 4 \times 10^{-12} \Rightarrow q_1 = 2 \mu C$$

تست ۲: سه بار الکتریکی در ۳ راس مثلث متساوی اضلاع به ضلع ۳۰cm قرار دارد برآیند



پاسخ: در ابتدا باید نیروهایی که به بار سوم وارد می شوند را رسم کنیم سپس برآیند نیروها را حساب کنیم در مثلث متساوی اضلاع هر سه زاویه ۶۰ درجه و ضلع ها برابر هستند

همون راه حل ۹۰

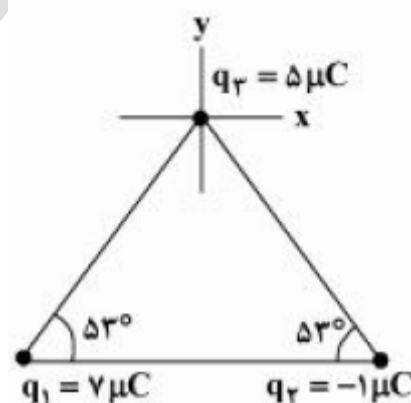


$$F_1 = F_2 = 90 \times \frac{10 \times 3}{900} = 3N$$

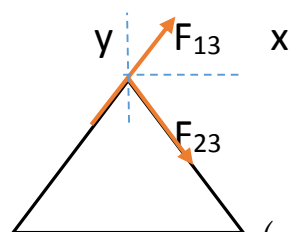
زاویه هم که ۶۰ درجه هست بین F_1 و F_2 پس $F_t = F_1 \sqrt{3} = 3\sqrt{3}$

تست ۳: سه ذره باردار مطابق شکل زیر در سه راس یک مثلث ثابت شده اند اگر خط واصل q_1 و q_2 موازی محور x باشد بردار برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 زاویه چند درجه با محور x میسازد؟ $\sin 53 = 0.8$ $k = 9 \times 10^9$ تجربی خارج ۹۶

صفر ۳۷ ۴۵ ۵۳



پاسخ: این سبک سوالات که باید بردار تجزیه شود به خورده مشکله هست برای بچه های تجربی

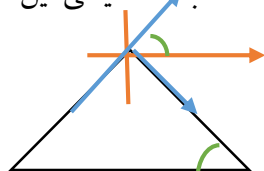


ابتدا نیروهایی که به بار q_3 وارد می شود را رسم می کنیم

اگر نیروی $F_{23} = F$ بگیریم مبینیم که $F_{13} = 7F$ هست

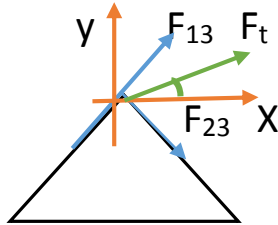
(اگر شک دارید بشنید اعداد رو ضرب کنید می بنید هفت برابره)

قبل حل سوالات شاید بیشتر بچه ها این اشتباه رو بکنند که بگند محور x با خط پایین موازی هست یه خط مورب اومده اینا رو قط کرده پس زاویه های تند ایجاد شده باهم برابر هست و زاویه رو ۵۳ انتخاب کنند یعنی این:



اون زویه های سبز ۵۳ درجه هستن

اما این جواب اشتباه هست مگه دو تا نیرو باهم برابر هستن که شما بردار براینده رو دقیقا وسط دو نیرو انتخاب کردید اگر برابر بود دو نیرو جوابتون درسته به همین اسونی ولی در اینجا باید تجزیه بردار صورت چون محور براینده به این شکل است:



فرمول بدست آوردن زاویه

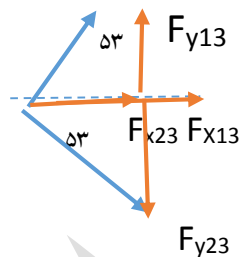
$$\text{Tan}\alpha = \frac{F_y}{F_x}$$

مولفه عمودی

مولفه افقی

زاویه با رنگ سبز

$$\sin 53 = 0.8 \quad \cos 53 = 0.6$$



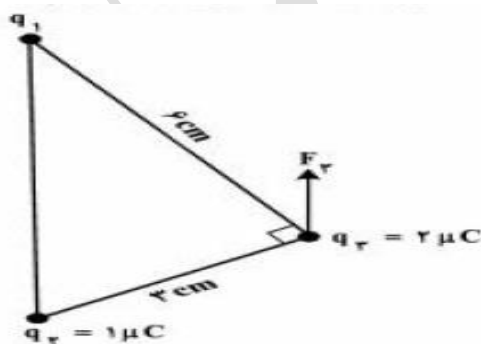
$$F_y = F_{y13} - F_{y23} = 7F \times \sin 53 - F \times \sin 53 = 4/8F$$

$$F_x = F_{x23} + F_{x13} = 7F \times \cos 53 + F \times \cos 53 = 4/8F$$

$$\text{Tan}\alpha = \frac{F_y}{F_x} = \frac{4/8F}{4/8F} = 1 \rightarrow \alpha = 45$$

اینجور سوالات اگر دانش آموز از قبل حل کرده باشه جوابش از مثلث سومی به پایین هست که فقط دو خط راه حل رفتیم و زیاد وقت گیر نیست بقیه توضیحات اضافی بود برای فهم بهتر

تست 3*: در شکل زیر سه بار در سه راس مثلث قائم الزاویه هستن اگر F_3 براینده نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 موازی محور خط واصل q_1 و q_2 باشد F_3 چند نیوتن است؟



سوال کنکور ۹۶ تجربی یکی از ۵ سوال سخت کنکور پارسال این سوال دقیقا مثل سوال قبله ولی هنوز سخت تر چون شما مقدار بار q_1 رو ندارید بدون توضیح بخاد حل شه یه صفحه جواب میشه پس سبک سوالات سخت در کنکور سراسری این قسمت رو بشناسید که به چه شکلی بوده ارزش حل ندارد بگذرید

تذکر: اگر دوبر الکتريکی غيرهمنام در فاصله ای از هم قرار داشته باشند برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 زمانی صفر است که بار q_3 روی خط واصل دوبر **خارج** دوبر نزدیک به باری قرار داشته باشد که **اندازه کمتری** دارد.

مثال: دوبر الکتريکی $+1\mu\text{C}$ و $-25\mu\text{C}$ در فاصله ۶ سانتی متری از هم قرار دارد در چه فاصله ای از دوبر برآیند نیروهای وارد بر بار $q_3=2\mu\text{C}$ صفر است؟



برای اینکه برآیند نیروها در q_3 صفر باشند باید $F_{13} = F_{23}$ باشند تا وقتی از هم کم میشوند صفر

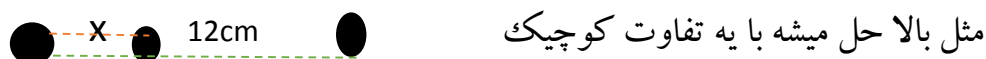
$$F_{13} = F_{23} \quad \text{بشه}$$

$$\frac{\cancel{k}q_1q_3}{r_{13}^2} = \frac{\cancel{k}q_2q_3}{r_{23}^2} \quad \frac{1}{x^2} = \frac{25}{(6+x)^2} \quad \xrightarrow{\text{جذرمیگیریم}} \quad \frac{1}{x} = \frac{5}{6+x}$$

$$6+x=5x \quad 4x=6 \quad x=1/5$$

تذکر: اگر دوبر همنام در فاصله ای از هم قرار داشته باشند زمانی برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر می شود که بار q_3 روی **خط واصل** دوبر نزدیک به باری قرار داشته باشد که **اندازه کمتری** دارد.

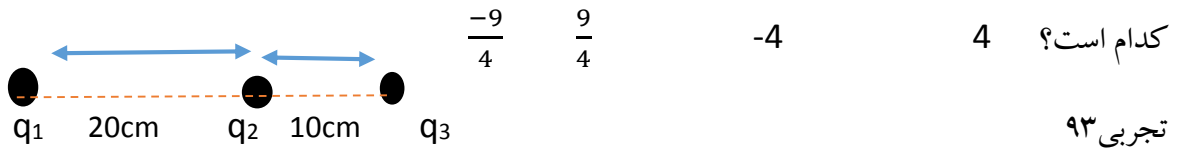
مثال ک دوبر الکتريکی $q_1 = -3\mu\text{C}$ و $q_2 = -12\mu\text{C}$ در فاصله ۱۲ سانتی متری از هم قرار دارند در چه فاصله ای از دوبر برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر است؟



$$Q_1 = -3\mu\text{C} \quad Q_3 \quad Q_2 = -12\mu\text{C} \quad 4$$

$$F_{13} = F_{23} \quad \frac{\cancel{k}q_1q_3}{r_{13}^2} = \frac{\cancel{k}q_2q_3}{r_{23}^2} \quad \frac{\cancel{3}}{x^2} = \frac{\cancel{12}}{(12-x)^2} \quad \xrightarrow{\text{جذرمیگیریم}} \quad \frac{1}{x} = \frac{2}{12-x}$$

تست ۴: در شکل روبرو برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای نقطه ای برابر صفر است. $\frac{q_3}{q_2}$ کدام است؟



تجربی ۹۳

پاسخ: با توجه به اینکه $\frac{q_3}{q_2}$ مورد سوال هست پس نیروها به بار q_1 وارد می شوند در واقع روی q_1 تعادل وجود دارد از کجا فهمیدیم که نیروها به q_1 وارد می شوند؟ چون اگر مسایل بالا رو نگاه کنید وقتی به یک بار نیرو وارد میشه اون بار دیگه خط میخوره و داخل سوال اصلا جایگذاری نمی کردیم

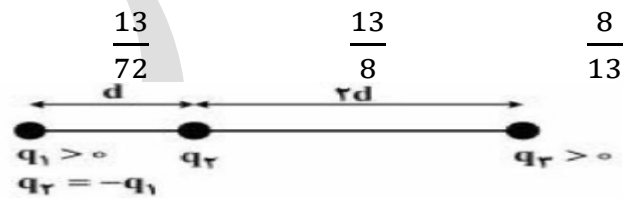
و از اونجایی هم q_1 خارج دوبار q_2 و q_3 هست پس دوبار **ناهمنام** هستن

$$F_{31} = F_{21} \quad \frac{k|q_1q_3|}{r_{31}^2} = \frac{k|q_2q_1|}{r_{21}^2} \quad \frac{|q_3|}{30^2} = \frac{|q_2|}{20^2} \rightarrow \frac{|q_3|}{|q_2|} = \frac{900}{400}$$

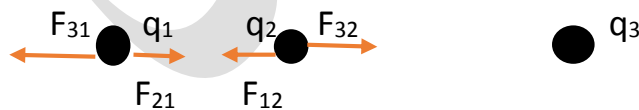
$$\frac{q_3}{q_2} = -\frac{9}{4}$$

تست ۵: سه بار نقطه ای مطابق شکل زیر ثابت شده اند اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار

q_1 هم اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟ تجربی خارج ۹۵



پاسخ: این سوال درعین اسون بودن ولی یکی از تست های زمان بر هست که پیشنهاد میشه حل نشه



$$\left\{ \begin{array}{l} F_{p1} = \frac{Kq_1q_p}{d^p} \xrightarrow{q_1=q_2} F_{p1} = \frac{Kq_p^p}{d^p} \rightarrow F_T = \frac{Kq_p}{d^p} (q_p - \frac{q_p}{q}) \\ F_{wp1} = \frac{Kq_1q_{wp}}{9d^p} \quad F_T = F_{21} - F_{31} \end{array} \right. \rightarrow F_T = F_T' \rightarrow 13q_{wp} = 74q_p \rightarrow \frac{q_{wp}}{q_p} = \frac{74}{13}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{ip} = \frac{Kq_1q_p}{d^p} \xrightarrow{q_1=q_2} F_{ip} = \frac{Kq_p^p}{d^p} \rightarrow F_T' = \frac{Kq_p}{d^p} (\frac{q_{wp}}{13} - q_p) \\ F_{wp} = \frac{Kq_{wp}q_p}{14d^p} \quad F_T' = F_{32} - F_{12} \end{array} \right.$$

تست ۶: دوبار الکتریکی نقطه ای برابر، در فاصله ثابتی از هم قرار دارند به یکدیگر نیروی F وارد می کنند و اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی کم کرده و همان مقدار را بر بار دیگری اضافه می کنیم نیرویی که بهم وارد می کنند چند F می شود؟ تجربی ۸۸

$$\frac{16}{15} \quad \frac{15}{16} \quad 4 \quad 1$$

پاسخ: بار برابر هست $q_1=q_2=q$ $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = K \frac{q^2}{r^2}$ حالت اول

$$F = K \frac{(q - 0/25q)(q + 0/25q)}{r^2} = k \frac{(q^2 - \frac{1}{16}q^2)}{r^2} = \frac{15}{16} \frac{q^2}{r^2} k = \frac{15}{16} F$$

حالت دوم $q_1 = q - 0/25q$ $q_2 = q + 0/25q$

توی حالت بالا اونجا اتحاد مزدوج زدیم و اینکه جای $0/25 = \frac{1}{4}$ نوشتیم

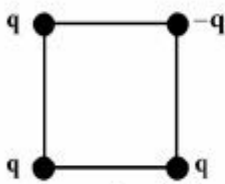
میدان الکتریکی:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kq}{r^2}$$

فرمول میدان الکتریکی:

توجه: تمام نکاتی که در نیرو داشتیم در میدان هم صادق است

- چهار بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر در رأس‌های یک مربع به ضلع $a\sqrt{2}$ قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی محوری که از مرکز مربع می‌گذرد و بر سطح آن عمود است و در فاصله a از مرکز مربع قرار دارد، کدام است؟ (ثابت کولن k)

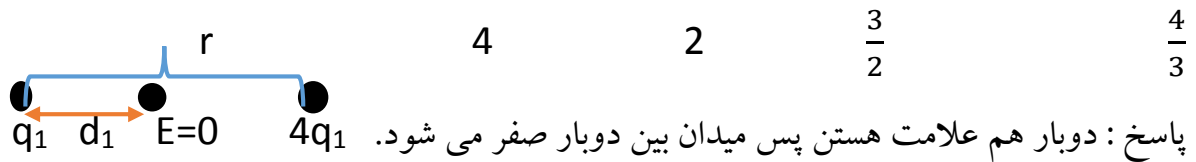


$$\frac{2kq}{a^2} \quad (۲) \quad \frac{kq}{a^2} \quad (۱)$$

$$\frac{\sqrt{2}kq}{2a^2} \quad (۴) \quad \frac{2\sqrt{2}kq}{a^2} \quad (۳)$$

پاسخ: این سوال مربوط به کنکور ۹۵ هست که در این سال ما نه سوال نسبتاً سخت در کنکور داشتیم که از این نه سوال سه سوال سخت ترین سوالات کنکور شناخته شد یکی از این سه سوال همین سوال هست و هیچ کس نتوانست بخاطر همین سه سوال در کنکور ۹۵ فیزیک رو ۱۰۰ بزنه حتی تک رقمی ها بنده حقیر هم اعتراف میکنم نیمساعت روی حل سوال موندم تا بفهمم چطور حل میشه 😊 نوشتن جوابش تقریباً یک صفحه همراه با توضیحش میشه که بخيال شدیم ازش

تست ۷: دوبار نقطه ای q_1 و $q_2=4q_1$ در فاصله r از هم قرار دارند میدان الکتریکی ناشی از دوبار در فاصله d_1 از بار q_1 برابر صفر است اگر فاصله دوبار از هم ۲ برابر شود میدان الکتریکی برآیند در فاصله d_2 از بار q_2 برابر صفر می شود. d_2 چند برابر d_1 است؟ تجربی ۹۴

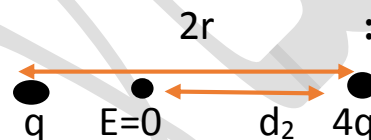


مثل نیروها حل می کنیم **حالت اول:** $E_1 = E_2$

$$\frac{q_1}{d_1^2} = \frac{4q_1}{(r-d_1)^2} \rightarrow \frac{1}{d_1} = \frac{2}{r-d_1} \rightarrow 3d_1 = r \quad d_1 = \frac{1}{3}r$$

حالت دوم:

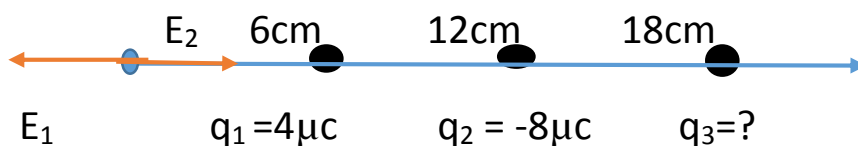
$$E_1 = E_2$$



$$\frac{q_1}{(2r-d_2)^2} = \frac{4q_1}{d_2^2} \rightarrow \frac{1}{2r-d_2} = \frac{2}{d_2} \rightarrow 4r - 2d_2 = d_2 \quad d_2 = \frac{4}{3}r$$

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{\frac{4r}{3}}{\frac{1r}{3}} = 4$$

تست ۸: بارهای الکتریکی نقطه ای $4\mu\text{C}$ و $-8\mu\text{C}$ روی محور x به ترتیب در مکان $x=6\text{cm}$ و $x=12\text{cm}$ قرار دارند بار نقطه ای چند میکروکولن را باید در مکان $x=18\text{cm}$ قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدا محور x برابر صفر شود؟ تجربی خارج ۹۴ -54 54 18 -18



پاسخ:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} = 10^7$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6}}{144 \times 10^{-4}} = \frac{1}{2} \times 10^7$$

میدان باید در مبدا صفر (نقطه ایبه) صفر بشه یعنی دو طرف هر کدوم یک اندازه میدان داشته باشه ولی E_2 نگاه کنید نصف E_1 هست پس E_3 که مجهول ما هست باید هم جهت با E_2 باشه و مقدارش هم $\frac{1}{2} \times 10^7$ باشه که انوقت با E_2 جمع بشه که دو طرف یک اندازه میدان هست

$$E_1 = 10^7 \quad E_2 = \frac{1}{2} \times 10^7$$

انوقت کم بشه صفر میشه

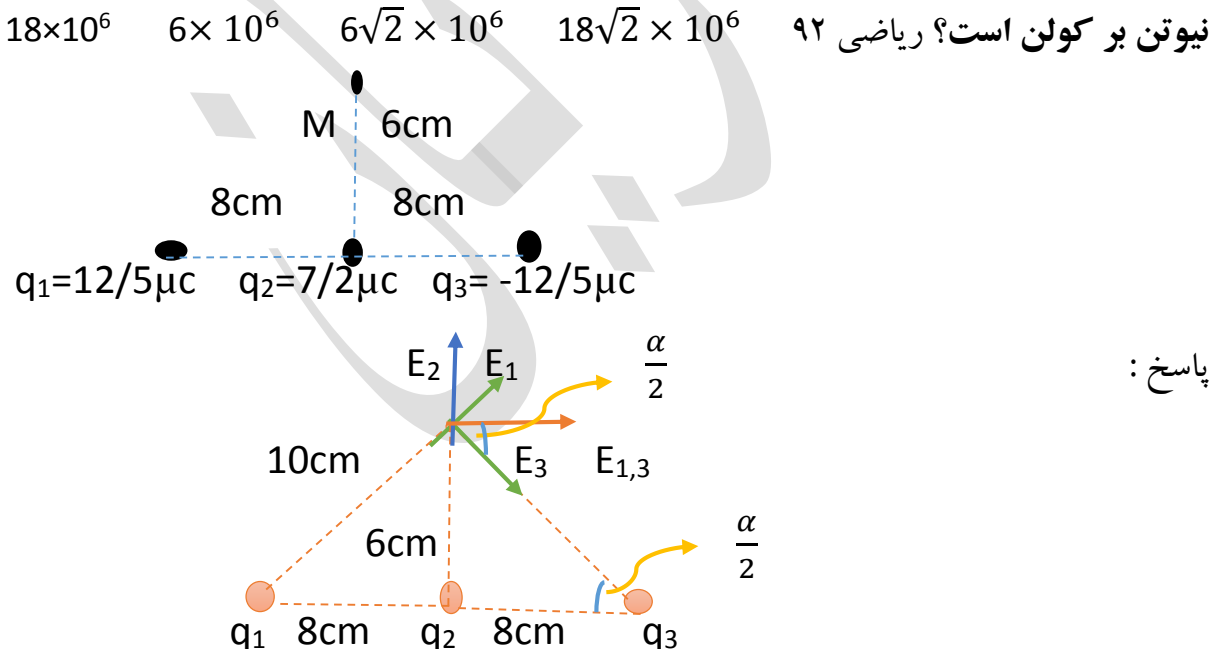
$$E_3 = \frac{1}{2} \times 10^7$$

$$E_3 = k \frac{|q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_3|}{18 \times 18 \times 10^{-4}} = \frac{1}{2} \times 10^7$$

$|q_3| = 18 \mu\text{C}$ برای اینکه جهت E_3 به این سمت شود باید بار منفی باشد $q_3 = -18 \mu\text{C}$

این سوالا اینجوری ما با توضیح ریز به ریز فرمول می نویسیم فکر نکنید خیلی طولانی هستش وقتی نوع سوال رو بلده بوده باشی از قبل که مطمئن هم بلدین چون این سبک سوال جدید نیست و با سه بار نوشتن فرمول میدان حل شده

تست ۹: سه بار نقطه ای مطابق شکل مقابل قرار دارد بزرگی میدان الکتریکی در نقطه M چند نیوتن بر کولن است؟ ریاضی ۹۲



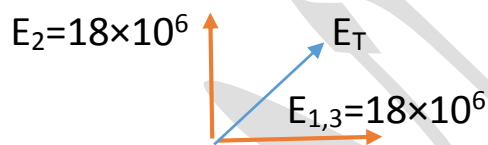
پاسخ :

$$|q_1| = |q_3| \quad \Rightarrow \quad E_1 = E_3 = \frac{9 \times 10^9 \times 12/5 \times 10^{-6}}{(0/1)^2} = \frac{9}{8} \times 10^7$$

$$E_{1,3} = 2E \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \times \frac{9}{8} \times 10^7 \times \frac{8}{10} = 18 \times 10^7$$

شاید بپرسید چطور تشخیص دادیم که $\frac{\alpha}{2}$ کجا میشه ببینید E_1, E_2, E_3 چون $E_1 = E_2$ بود دقیقا نیمساز شد از وسط دو تا میدان عبور کرد و یه خط موازی با خط پایین میشه انوقت یه خط مورب (منظور خط چینی که از بار q_3 رسم کردیم) وقتی این خط مورب دو خط موازی رو قطع زاویه های تندی که ایجاد میشه باهم برابر هستن برای همین زاویه کنار q_3 و زاویه کنار E_3 باهم برابر هستن حالا ما $\cos \frac{\alpha}{2}$ رو خواستیم که ضلع مجاورش ۸ هست به وتر ۱۰ میشه $\frac{8}{10}$

$$E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 7/2 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} = \frac{9}{5} \times 10^7 = 18 \times 10^6 \quad \text{ادامه حل :}$$



زاویه وسط نود درجه شد برابر هم هستن پس میشه $E_T = E_2 \sqrt{2} = 18\sqrt{2} \times 10^6$

درسنامه : (این قسمت درسنامه خیلی کم در تست های کنکور سوال اومده)

فرمول چگالی سطحی : $\sigma = \frac{q}{A}$ مساحت کره $A = 4\pi R^2$

$W_{\text{میدان}} = E \cdot q \cdot d \cdot \cos\theta$ کاری که نیروی میدان الکتریکی انجام می دهد

انرژی پتانسیل الکتریکی $\Delta U = -W_{\text{میدان}}$

$$\Delta V = V_B - V_A \quad \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-W_{\text{میدان}}}{q}$$

تست ۱۰ : بار الکتریکی -5 میلی کولنی از نقطه A به پتانسیل الکتریکی ۲ ولت به نقطه B منتقل می شود. اگر در این جابه جایی کار نیروی میدان الکتریکی ۵ میلی ژول باشد پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ تجربی ۹۰ ۱ ۳ ۱۰ ۳۰

$$\Delta V = \frac{-W_{\text{میدان}}}{q} = \frac{-5 \times 10^{-3}}{-5 \times 10^{-3}} = V_B - 2$$

$$V_B - 2 = 1 \quad V_B = 3$$

تست ۱۱: در یک میدان الکتریکی بار $q = -2\mu\text{C}$ از نقطه A تا B جابه جا می شود اگر انرژی پتانسیل الکتریکی در نقطه های A و B به ترتیب $0/4\text{mJ}$ و $0/6\text{mJ}$ باشد پتانسیل نقطه A برابر 20V باشد پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ تجربی خارج ۹۳

۸۰ -۸۰ ۱۲۰ -۱۲۰

$$\Delta V = \frac{\Delta V}{q} \quad V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q}$$

$$V_B - 20 = \frac{(0/6 \times 10^{-3}) - (0/4 \times 10^{-3})}{-2 \times 10^{-6}}$$

$$V_B - 20 = -100 \quad V_B = -80$$

درسنامه خازن: کولن

$C = \frac{q}{V}$ ← ظرفیت خازن

اختلاف پتانسیل (ولتاژ)

نکته: ظرفیت خازن با تغییر اختلاف پتانسیل ثابت باقی می ماند تغییر ولتاژ فقط q را تغییر می

دهد. ظرفیت خازن به مشخصات ساختمانی آن بستگی دارد. $C = \frac{q}{V}$ ثابت

$$C = \frac{K\epsilon A}{d}$$

عوامل موثر در ظرفیت خازن:

K = جنس دی الکتریک d = فاصله بین صفحات خازن A = مساحت صفحه

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_2}{d_1}$$

انرژی خازن:

$$U = \frac{q^2}{2C}$$

$$U = \frac{1}{2} CV$$

$$U = \frac{1}{2} qV$$

نکته: اگر دو صفحه یک خازن به دو سر یک مولد وصل باشد هر گونه

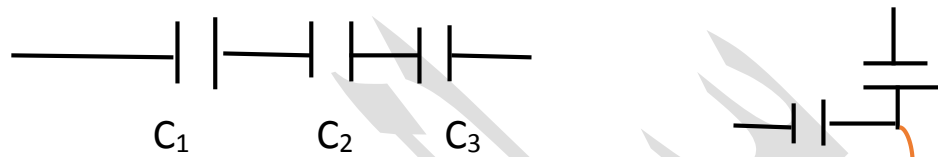
تغییر در ظرفیت V ثابت ولی q تغییر می کند

نکته: اگر دو صفحه یک خازن از دو سر یک مولد جدا کنیم با هر گونه

تغییر در ظرفیت q ثابت ولی V تغییر می کند

خازن سری یا متوالی:

یعنی خازن هایی که پشت هم باشند یا به عبارتی هر دو سر یک خازن یک سر مشترک داشته باشند به ان خازن سری می گویند. سر مشترک یعنی چی؟! 😞..... عجله نکن 😊



$$q_T = q_1 = q_2 = q_3 \dots$$

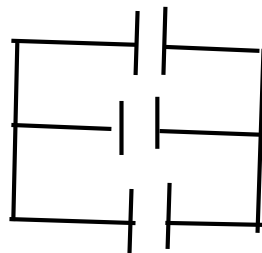
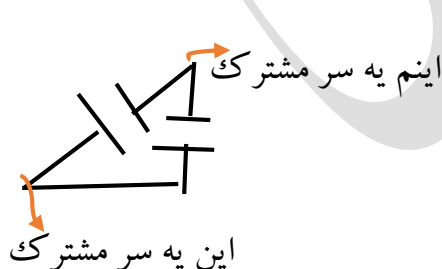
در خازن سری

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad \text{یا} \quad C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

خازن موازی:

خازن هایی که به صورت موازی یا به عبارتی دارای دو سر مشترک باشند



$$q_T = q_1 + q_2 + q_3$$

$$V_T = V_1 = V_2 = \dots$$

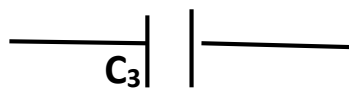
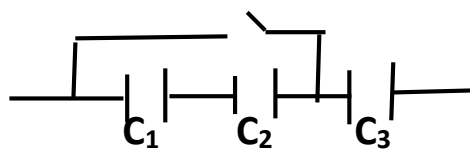
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

نکته: اتصال صفحات دو خازن باردار:

صفحات همنام + صفحه ناهمنام - استفاده می شود $V = \frac{C_1 V_1 \pm C_2 V_2}{C_1 + C_2}$ ولتاژ مشترک

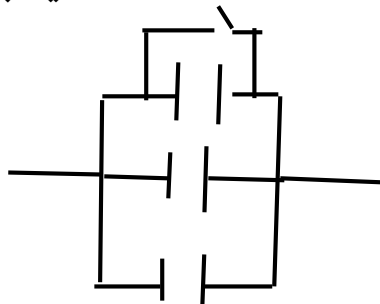
اتصال کوتاه: یعنی دو سر خازنی توسط سیمی رسانا بهم وصل شوند که باعث حذف خازن ها

از مدار می شوند



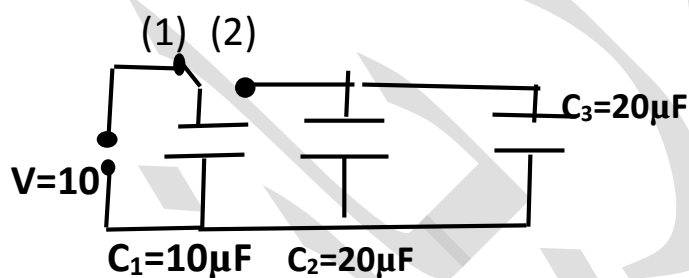
کلید باز

کلید بسته



کلید بسته سه خازن ها حذف میشوند چون موازی اند

تست ۱۲: در مدار روبرو خازن ها بدون بار هستند و ابتدا کلید در وضع 1 بسته شده و پس از شارژ خازن C_1 کلید را از وضع 1 قطع نموده و به وضع 2 می بندیم پس از برقراری تعادل بار خازن C_1 چند میکرو کولن می شود؟ تجربی ۸۹ 20 50 80 100



پاسخ: هنگامی که کلید K در وضعیت 1 قرار دارد فقط خازن C_1 در مدار قرار دارد و بار آن برابر

$$q_T = q_1 = C_1 V_1 = 10 \times 10 = 100 \mu\text{C}$$

ولی وقتی به وضعیت 2 می رویم هر سه خازن در مدار وجود دارند و خازن موازی تشکیل می

دهند ما در حالت قبل بار خازن C_1 بار کل مدار شده بود پس اینجا

$$q_T = q_1' + q_2' + q_3' \quad 100 = C_1 V' + C_2 V' + C_3 V'$$

$$100 = 10V' + 20V' + 20V' \quad 100 = 50V' \quad V' = 2$$

$$q_1' = C_1 V' = 10 \times 2 = 20 \mu\text{C}$$

تست ۱۳: دو خازن $C_1 = 3\mu F$ و C_2 را به یکدیگر وصل می کنیم ولتاژ 100 ولت را به دو سر مجموعه آنها می بندیم اگر انرژی ذخیره شده در مجموعه خازن ها برابر 25 میلی ژول باشد.

ظرفیت C_2 چند میکرو فاراد است؟ تجربی ۸۷ ۲ 5 10 20

$$U = \frac{1}{2} C_T V_T^2 \Rightarrow 25 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} C_T \times 100^2 \Rightarrow C_T = 50 \times 10^{-7} = 5\mu F$$
 پاسخ

چون به ما ولتاژ داده و اخرشم در مورد ظرفیت گفته این فرمول انرژی رفتیم

چون ظرفیت خازن معادل از ظرفیت خازن C_1 بیشتر بوده پس خازن ها موازی وصل شده اند

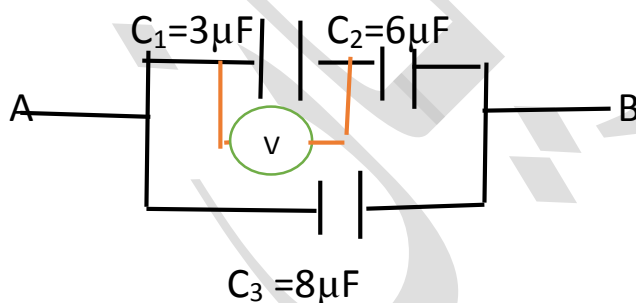
$$C_T = C_1 + C_2 \Rightarrow 5 = 3 + C_2 \Rightarrow C_2 = 2\mu F$$
 می توان نوشت:

توجه: اگر ظرفیت خازن معادل از ظرفیت تک تک خازن ها کمتر باشد انوقت خازن ها سری

بسته شده اند

تست ۱۴: در مدار روبرو بار ذخیره شده در خازن C_3 برابر با 2400 میکرو کولن است ولت

سنج چند ولت را نشان می دهد؟ تجربی ۹۱ ۱۰ ۲۰ ۱۰۰ ۲۰۰



پاسخ: از ما خواسته ولتاژ که روی خازن C_1 بسته هست رو بدست بیاریم خب فرمول اینه

$$q_1 = C_1 V_1 \quad \text{ما مقدار } q_1 \text{ رو نداریم بار خازن } C_3 \text{ رو داده پس ولتاژ شو بدست بیاریم}$$

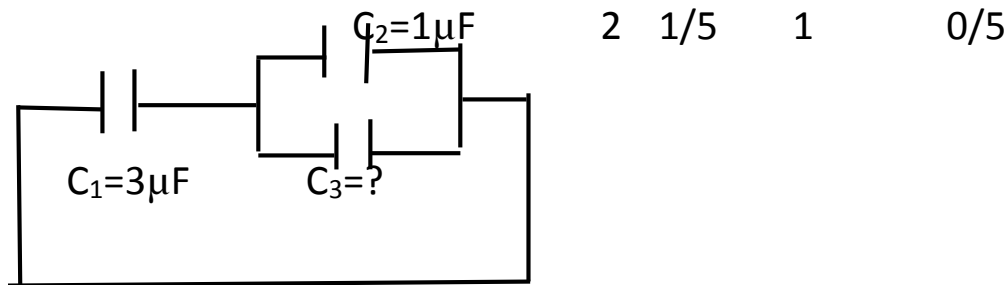
$$q_3 = C_3 V_3 \quad 2400\mu c = 8 \times V_3 \Rightarrow V_3 = 300$$

ولتاژ در اینجا چون خازن شاخه پایین با خازن های شاخه بالا موازی میشه پس شاخه بالا هم

$$C_{1,2} = \frac{3 \times 6}{6 + 3} = 2\mu F \quad \text{ولتاژ 300 هست } V_{1,2} = 300$$

$$q_{1,2} = C_{1,2} V_{1,2} = 2 \times 300 = 600 \Rightarrow q_{1,2} = q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow 600 = 3 \times V_1 \Rightarrow V_1 = 200$$

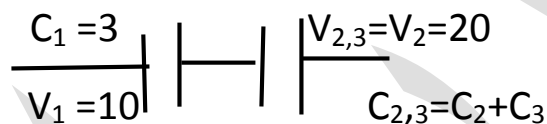
تست ۱۵: در مدار روبرو انرژی ذخیره شده در خازن C_1 برابر 150 میکروژول و بار ذخیره شده در خازن C_2 برابر 20 میکرو کولن است. C_3 چند میکروفاراد است؟ تجربی 90



پاسخ: $V_1 = 10$ $150 = \frac{1}{2} \times 3 \times V_1^2$ $U_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2$

از روی بار خازن C_2 هم می شود ولتاژ دو سر خازن های C_2 و C_3 رو بدست آورد چون اتصال

موازیه $V_2 = 20$ $20 = 1 \times V_2$ $q_2 = C_2 V_2$

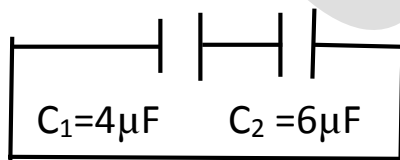


$q_1 = q_{2,3} = 3 \times 10 = 30$ $q_{2,3} = V_{2,3} \times C_{2,3}$ $30 = 20 \times C_{2,3}$

$C_{2,3} = 1/5$ $C_{2,3} = C_2 + C_3$ $C_3 = 0/5$

تست ۱۵: در شکل زیر بین صفحات خازن C_2 هوا است اگر فضای بین صفحات این خازن را از عایقی به ثابت دی الکتریک $K=2$ پر کنیم بار الکتریکی ذخیره شده در این خازن چند برابر می

شود؟ تجربی 92 $\frac{5}{4}$ $\frac{5}{6}$ $\frac{5}{8}$ $\frac{5}{11}$



پاسخ: قبل دی الکتریک $q_T = 2/4V$ $q_T = C_T V$ $C_T = 2/4$

بعد دی الکتریک $k_1 = 1$ (عایق هوا) $k_2 = 2$ $C = \frac{K \epsilon A}{d}$

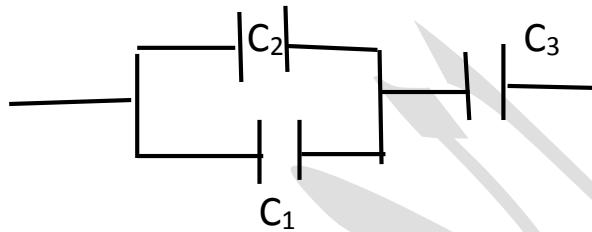
$c'_2 = 12$ $\frac{c'_2}{6} = 2$ $\frac{c'_2}{c_2} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{2}{1}$

$$C_1 = 4\mu F \quad C_2' = 12\mu F \quad C_T' = 3\mu F$$

$$q_T' = C_T' V \quad q_T' = 3V \quad \frac{q_T'}{q_T} = \frac{3V}{2/4V} = \frac{5}{4}$$

تست ۱۶: سه خازن به ظرفیت های $C_1 = C$ و $C_2 = 2C$ و $C_3 = 3C$ طوری به یکدیگر وصل شده اند که ظرفیت معادل آنها $\frac{3}{2}C$ است بار خازن C_2 چند برابر بار خازن C_1 است؟ ۹۲ خارج

پاسخ: کاملاً مشخصه که C_1 و C_2 موازیه با C_3 سری چون اگر غیر این باشه مقاومت معادل چیزی



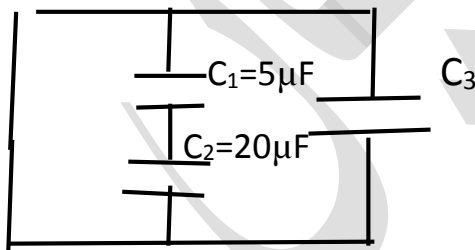
که گفت همیشه

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{2C}{C} = 2$$

تست ۱۷: در مدار رو برو بار ذخیره شده در خازن C_1 ، $80\mu C$ و انرژی ذخیره شده

در خازن C_3 ، $1/2mJ$ ظرفیت معادل خازن ها چند میکروفاراد است؟ ۴ ۵ ۶ ۱۰

تجربی خارج ۹۲



پاسخ: از بار خازن ها می تونیم ولتاژ رو بدست بیاریم بعدش از ولتاژ و انرژی خازن C_3 میشه

ظرفیت خازن C_3 بدست بیاریم و اخرشم ظرفیت معادل

$$q_2 = q_1 = 80\mu C \quad \begin{array}{l} Q_1 = C_1 V_1 \rightarrow 80 = 5V_1 \rightarrow V_1 = 16 \\ Q_2 = C_2 V_2 \rightarrow 80 = 20V_2 \rightarrow V_2 = 4 \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} V_T = V_1 + V_2 = 20$$

گام دوم محاسبه ظرفیت خازن سوم با داشتن ولتاژ است

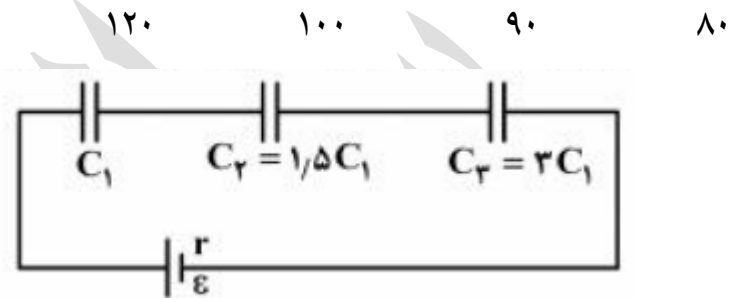
$$U_3 = 1/2mJ = 1/2 \times 10^{-3} \quad V_3 = V = 20 \quad U_3 = \frac{1}{2} C_3 V^2$$

$$1/2 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} C_3 \times 400 \Rightarrow C_3 = 6 \mu\text{F}$$

حالا که ظرفیت هر سه خازن داریم بریم حساب کنیم ظرفیت معادل رو

$$C_{1,2} = \frac{5 \times 20}{25} = 4 \Rightarrow C_T = C_{1,2} + C_3 = 4 + 6 = 10$$

تست ۱۸: در مدار روبرو اگر انرژی خازن ذخیره شده در خازن C_2 برابر 30 میلی ژول باشد انرژی مجموعه خازن ها چند میلی ژول است؟ تجربی ۹۵



پاسخ: ما وقتی خازن هامون سری باشه برای انرژی از این فرمول $U = \frac{q^2}{2C}$ استفاده می کنیم

وقتی هم موازی باشه از این فرمول $U = \frac{1}{2} CV^2$

پس از رابطه اول فهمیدیم توی سری انرژی و ظرفیت رابطه عکس و توی رابطه موازی فهمیدیم رابطه مستقیم دارند بریم برای حل سوال

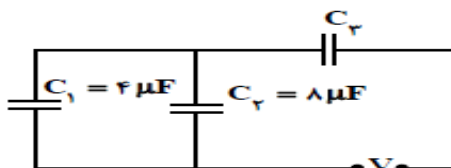
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow \frac{30}{U_1} = \frac{C_1}{1/5 C_1} \quad U_1 = 45$$

$$\frac{U_2}{U_3} = \frac{C_3}{C_2} \Rightarrow \frac{30}{U_3} = \frac{3 C_1}{1/5 C_1} \quad U_3 = 15$$

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3 = 90 \text{ mJ}$$

تست ۱۹: در مدار روبرو اگر انرژی ذخیره شده در خازن C_1 ، $\frac{2}{3}$ انرژی ذخیره شده در خازن C_3

باشد ظرفیت خازن C_3 چند میکروفاراد است؟ تجربی ۹۳ ۶ ۱۲ ۱۸ ۲۴



پاسخ: ما وقتی خازن هامون سری باشه برای انرژی از این فرمول $U = \frac{q^2}{2c}$ استفاده می کنیم

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \text{ فرمول از این موازی باشه}$$

پس از رابطه اول فهمیدیم توی سری انرژی و ظرفیت رابطه عکس و توی رابطه موازی فهمیدیم

$$\frac{U_1}{U_3} = \frac{2}{3} \quad U_3 = \frac{3}{2} U_1 \text{ مسله برای حل سوال ابتدا خوده شرط مسله}$$

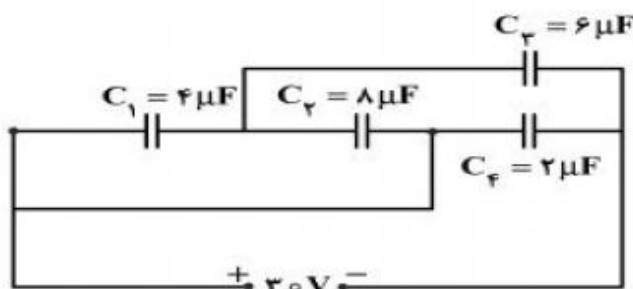
$$\frac{U_{1,2}}{U_1} = \frac{C_{1,2}}{C_1} = \frac{12}{4} \Rightarrow U_{1,2} = 3U_1 \text{ موازی اند پس رابطه مستقیم دارند } C_1, C_2$$

خازن معادل $C_{1,2}$ با خازن C_3 سری هستند رابطه عکس دارند

$$\frac{U_{1,2}}{U_3} = \frac{C_3}{C_{1,2}} \Rightarrow \frac{3U_1}{\frac{3}{2}U_1} = \frac{C_3}{12} \Rightarrow C_3 = 24$$

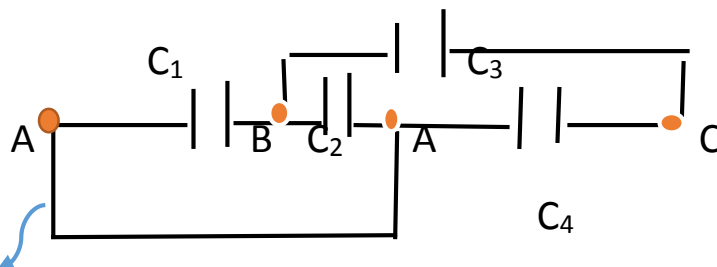
تست ۲۰: در مدار روبرو بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_3 چند برابر بار الکتریکی ذخیره

شده در خازن C_4 است؟ تجربی ۹۴ $\frac{1}{2}$ ۱ ۲ ۳



پاسخ: این سبک شکل ها که یک سیم از بالا و یک سیم از پایین خازن ها وجود دارند با حروف

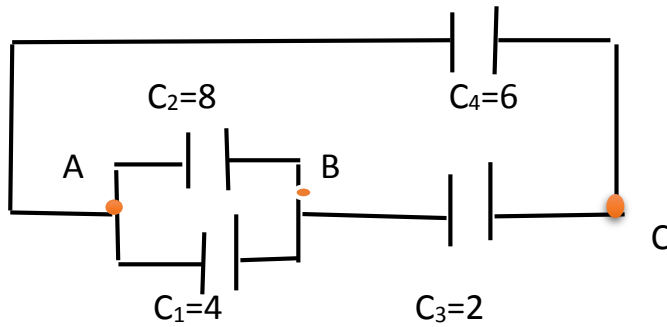
گذاری راحتتر حل می شوند خوب دقت کنید این نوع سوال از سوالات جالبه کنکوره



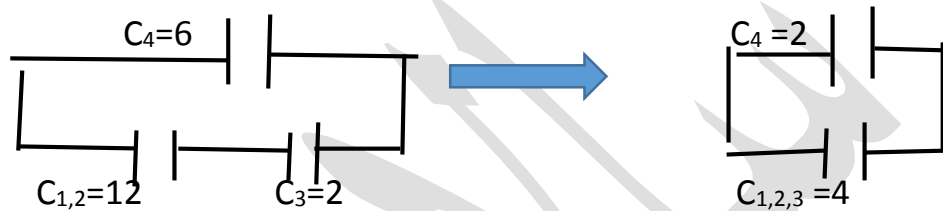
دید چیشد گفتیم چون این سیم پایین همون یه سیم هست که دو جا گره زدیم برای همین اسم هر دو گره A شد

. B و C گره جدید هست چون وسطش خازنه همیشه بگیریم خب بالایی هم یه سیم هست حالا باید بیاییم این خازن

ها رو با این حروف گذاری ها مرتب کنیم



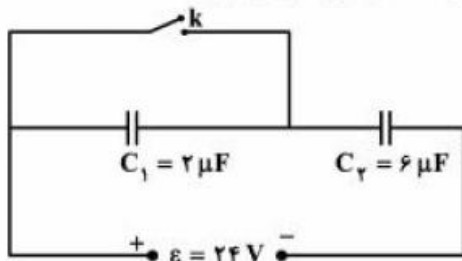
مرتب کردن رو یاد بگیرید چطوری بود گفتیم از A تا B دو تا خازن هست دو تا خازن پس میشه موازی بعد دیدیم شکل از B تا C یه خازن هست گذاشتیمش و آخر هم گفتیم از A تا C یه خازن C4 چه جوری بکشیمش که A تا C بشه گفتیم اگر یه شاخه بالا بکشیم میشه فکر کنیم دیگه فهمیدید ادامه کار چطوره



$$q_3 = q_{1,2,3} \quad \frac{q_3}{q_4} = \frac{C_{1,2,3}V}{C_4V} = \frac{4}{2} = 2$$

تست ۲۱:

- در مدار روبه‌رو، ابتدا کلید k قطع است. اگر کلید را وصل کنیم، بار خازن C_۲ چند میکروکولن افزایش می‌یابد؟



- (۱) صفر
- (۲) ۷۲
- (۳) ۱۰۸
- (۴) ۱۴۴

تجربی ۹۶ گزینه ۳ - متوسط

حالت اول: $C_T = \frac{2 \times 6}{2+6} = \frac{12}{8} \mu F$

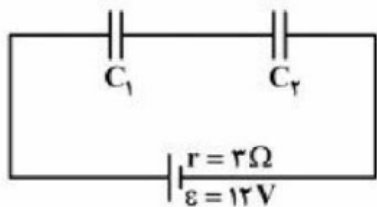
$\rightarrow q_T = 24 \times \frac{12}{8} = 36 \mu C \rightarrow q_2 = 36 \mu C$ (تساوی)

حالت دوم: حذف C_۱ در اتصال کوتاه: $q'_2 = \epsilon C_2 = 24 \times 6 = 144 \mu C$

$q'_2 - q_2 = 144 - 36 = 108 \mu C$

تست ۲۲: تجربی ۹۵ خارج

در شکل زیر، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه خازن C_1 ، ۳ برابر اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن C_2 است. اگر بار الکتریکی خازن C_2 برابر $18\mu C$ باشد، C_1 و C_2 به ترتیب چند میکروفاراد می‌باشند؟ (از راست به چپ)



۳ . ۱ (۱)

۱ . ۳ (۲)

۲ . ۶ (۳)

۶ . ۲ (۴)

$$V_1 = 3V_2 \rightarrow V_1 + V_2 = 12 \rightarrow 4V_2 = 12 \rightarrow \begin{cases} V_2 = 3 \\ q_2 = 18 \end{cases} \rightarrow C_2 = \frac{18}{3} = 6; \begin{cases} V_1 = 9 \\ q_1 = 18 \end{cases} \rightarrow C_1 = 2$$

از مبحث خازن ها یک سوال سخت و وقت گیر این چندساله اومده که کنکور ۹۴ خارج بوده و ما هم حذف کردیم یک صفحه جواب داشت ۹۶ خارج هم از اینکه نیاوردیم چون کپی ۹۶ داخل بود فقط عدد رو عوض کردن

فصل دوم (الکتریسته جاری)

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{قانون اهم:}$$

عوامل موثر در مقاومت الکتریکی رسانا: (مهمم)

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

طول L →
مساحت A →
مقاومت ویژه ρ ←

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{l_2}{l_1} \times \frac{A_1}{A_2} \quad \text{رابطه مقایسه ای:}$$

$$A = \pi r^2 \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{l_2}{l_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

نکته مهمم: اگر حجم یا جرم سیم ثابت باشد نگاه:

$$V_1 = V_2 \quad \text{یا} \quad m_1 = m_2 \rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

اگر نفهمید چي شد: حجم ثابت هست یعنی مساحت قاعده ضربدر ارتفاع که اینجا ارتفاع همون L فرض شده و یا وقتی میگی جرم ثابت جرم هم فرمولش $m = \rho V$ یا $V = \frac{m}{\rho}$ چگالی ها که ثابت هستن توی دو طرف خط خوردن باز همون $V_1 = V_2$ موند (رابطه اخر حفظ کنید بقیه چیزا دخالت نکنید 😊)

اگر حجم یا جرم ثابت باشه رابطه مقایسه ای اینجوری میشه:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \quad \text{یا} \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2$$

$$\text{یا} \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^4$$

شاید تعداد زیاد رابطه مقایسه ای ها رو دیدید ترسیدید گفتید کی اینهمه رو حفظ ولی اگر دقت کنید یه رابطه مقایسه بالا هست یدونه هم بعد گفتن نکته شد که از روش سه تا رابطه دیگه هم ساخته شد توی سه رابطه بالا جای $\frac{l_2}{l_1}$ ، جایگذاری شد که توان دو شد یا برعکسش هم هس

تست ۱: طول یک سیم فلزی 10cm و قطر مقطع آن 2mm است اگر سیم را از ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر جرم، مقاومت الکتریکی آن 16 برابر شود، طول آن چند سانتی متر می شود؟

تجربی ۹۳ 2/5 40 80 160

پاسخ: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{l_2}{l_1} \times \frac{A_1}{A_2}$ چون یک سیم است پس $\rho_2 = \rho_1$ و چون بدون تغییر جرم

یعنی جرم ثابت $m_1 = m_2$ پس $\frac{l_2}{l_1} = \frac{A_1}{A_2}$ پس رابطه ما می شود $\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2$

$$16 = \left(\frac{l_2}{10}\right)^2 \quad \text{طرفین جذر} \quad 4 = \frac{l_2}{10} \rightarrow L_2 = 40\text{cm}$$

تست ۲: دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی اند. اگر جرم سیم B، $\frac{2}{3}$ جرم A بوده و چگالی آن $\frac{1}{3}$ چگالی A باشد مقاومت ویژه سیم B چند برابر مقاومت ویژه سیم A است؟ تجربی ۹۵ 2 3 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$

این چگالی نه مقاومت ویژه

پاسخ: اطلاعات سوال اول بنویسیم $R_A = R_B$ و $L_A = L_B$ و $m_B = \frac{2}{3}m_A$ و $\rho_B = \frac{1}{3}\rho_A$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{l_B}{l_A} \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$1 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{A_A}{A_B} \rightarrow V_A = A_A L_A \rightarrow A_A = \frac{V_A}{L_A} = \frac{m_A}{L_A \rho_A}$$

$$\frac{A_A}{A_B} = \frac{m_A}{L_A \rho_A} \times \frac{L_B \rho_B}{m_B} = \frac{m_A}{\rho_A} \times \frac{\frac{1}{3}\rho_A}{\frac{2}{3}m_A} = \frac{1}{2}$$

همین رابطه برای B هم هست

$$1 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{A_A}{A_B} \rightarrow 1 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{1}{2} \rightarrow 2 = \frac{\rho_B}{\rho_A}$$

تست ۳: سیم های فلزی A، B، C قطر یکسان دارند و به ترتیب از راست به چپ مقاومت ویژه و طول آنها (L, ρ) و $(L, 0.5\rho)$ و $(2L, 1.5\rho)$ می باشد کدام رابطه بین قاومت سیم ها درست

است؟ تجربی خارج ۹۴ $R_A = 3R_C$ و $R_C = 2R_B$ $R_B = 6R_A$ و $R_A = 3R_C$

$R_A = 3R_C$ و $R_B = 2R_C$ $R_A = 6R_B$ و $R_C = 3R_A$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{l_A}{l_B} \times \frac{A_B}{A_A} \quad \text{پاسخ:}$$

چون قطرها یکسان هستن پس مساحت هم یکسان میشه دیگه برای همین خط خورد

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{3\rho}{2}}{\frac{1\rho}{2}} \times \frac{2L}{L} \quad R_A = 6R_B$$

بعد ساده کردن L و ρ ، طرفین وسطین کردیم شد اون

$$\frac{R_A}{R_C} = \frac{\rho_A}{\rho_C} \times \frac{l_A}{l_C} \quad \rightarrow \quad \frac{R_A}{R_C} = \frac{\frac{3\rho}{2}}{\rho} \times \frac{2l}{l} \quad \rightarrow \quad \frac{R_A}{R_C} = 3 \quad \rightarrow \quad R_A = 3R_C$$

تست ۴: طول سیم مسی A دو برابر طول سیم مسی B است و قطر مقطع سیم A، نصف قطر

مقطع سیم B است مقاومت الکتریکی سیم A، چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟

تجربی ۹۱

پاسخ: $\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{l_A}{l_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2$ چون هر دو سیم مسی هستن یک جنسند مساوی شد

$$L_A = 2L_B \quad \rho_A = \rho_B \quad D_A = \frac{1}{2} D_B \quad \frac{R_A}{R_B} = ?$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_A} \times \frac{2l_B}{l_B} \times \left(\frac{D_B}{\frac{1}{2}D_B}\right)^2 \quad \rightarrow \quad \frac{R_A}{R_B} = 2 \times 4 = 8$$

درسنامه:

نکته: تذکر: با افزایش دمای یک رسانا مقاومت الکتریکی طبق رابطه زیر افزایش می یابد.

$$\Delta R = R_1 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \quad \text{یا} \quad R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta \theta)$$

تغییرات مقاومت ΔR ضریب دمایی α

نکته: با افزایش دما مقاومت ویژه یک سیم رسانا نیز افزایش می یابد.

$$\rho_2 = \rho_1(1 + \alpha \Delta \theta)$$

توجه: مقاومت الکتریکی لامپ روشن بیشتر از یک لامپ خاموش است چون دمای آن بیشتر است.

توجه : نکته فقط مربوط به اجسام رسانا هست در اجسام نیمه رسانا با افزایش دما مقاومت کاهش می یابد.

تست ۵: مقاومت الکتریکی لامپ معمولی با رشته تنگستن: تجربی ۹۴

- (۱) پس از روشن شدن لامپ، کاهش می یابد
- (۲) پس از روشن شدن لامپ، به صفر می رسد
- (۳) هنگامی که لامپ خاموش است، صفر است
- (۴) هنگام روشن بودن بیشتر از هنگام خاموش بودن است

پاسخ: با افزایش دما مقاومت لامپ افزایش می یابد دمای لامپ روشن بیشتر از لامپ خاموش هست پس مقاومت لامپ روشن بیشتر از لامپ خاموشه گزینه ۴

تست ۶: روی یک لامپ رشته ای معمولی نوشته شده است. (100W, 220V) دانش آموزی

مقاومت این لامپ را با اهم سنج اندازه گیری می کند و با توجه رابطه توان $P = \frac{V^2}{R}$ به این نتیجه می رسد که توان این مقاومت با برق 220 ولت باید خیلی بیشتر از 100 وات باشد. که روی لامپ نوشته شده است پس این نوشته اشکال دارد کدام توضیح نتیجه گیری را تصحیح می کند؟

(۱) به احتمال زیاد، اهم سنج خطا داشته است

تجربی خارج ۹۱ سوال خیلی آسونه

(۲) برق خانه متناوب است و قانون اهم در آن صادق نیست

(۳) با افزایش دما رشته، مقاومت الکتریکی آن و همچنین توان مصرفی آن کاهش خواهد یافت

(۴) مقاومت الکتریکی رشته ی لامپ، وقتی که گداخته می شود بیشتر از آن خواهد بود که دانش آموز اندازه گرفته

پاسخ: گزینه ۱ اشتباه اهم سنج خطا نداشته بلکه دانش آموز اشتباه اندازه گرفته چون این مشخصات نوشته در مورد توان مربوط به لامپ روشن است و لامپ خاموش مقاومت کمتری دارد پس توانش هم انوقت خیلی بیشتر از ۱۰۰ واته باید بره مقاومت خاموش رو اندازه بگیره

گزینه ۲: اشتباه چون قانون اهم همیشه صادق

گزینه ۳: گفته با افزایش دما مقاومت و همینطور توان کاهش در صورتی که مقاومت افزایش پیدا میکند و توان کاهش پس اشتباه

گزینه ۴ جواب درست ما است چون مقاومت لامپ با افزایش دما (گداخته شدن) افزایش می یابد

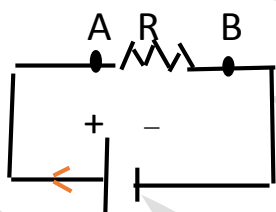
درسنامه :

تعریف مولد : اختلاف پتانسیل لازم را برای ایجاد جریان در مدار را به وجود می آورد

افت پتانسیل در مقاومت خارجی (R) : هنگامی که در جهت جریان از مقاومت R عبور کنیم

پتانسیل الکتریکی $-RI$ تغییر می کند و هنگامی که خلاف جهت جریان عبور کنیم $+RI$ تغییر

میکند



پتانسیل نقطه A تا B را بخوایم بدست آوریم

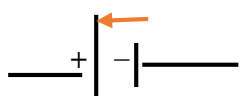
ابتدا جریان را مشخص می کنیم که به صورت قرار دادی از منفی به سمت مثبت است سپس در طول مسیر $V_A - RI = V_B$ در طول حرکت ابتدا به نقطه A رسیدیم پتانسیلش نوشتیم سپس

مقاومتی که وجود داشت افت پتانسیلش نوشتیم چون در جهت جریان ما بود شد منفی و در آخر رسیدیم به نقطه B پتانسیلش نوشتیم .

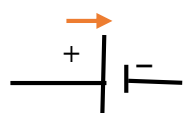
اگر همین خلاف جهت جریان رو بریم یعنی برعکس از مثبت به منفی بریم $V_B + RI = V_A$ دقیقا توضیحات بالا هست چون خلاف جهت حرکت کردیم شد +

حالا اگر شکل بالا ما مولد هم نیروی محرکه ای و مقاومتی درونی (افت پتانسیل مولد) داشته باشد

چه می شود ؟ افت پتانسیل مولد در جهت جریان $-rI$ و خلاف جهت $+rI$ (توجه مقاومت مولد r کوچیکه)



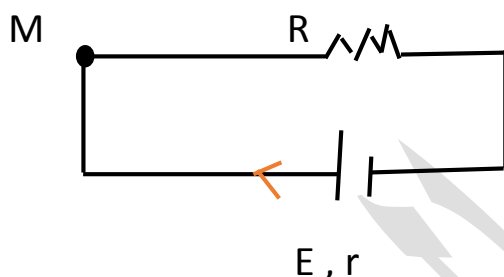
نیروی محرکه هنگامی که از قطب منفی به مثبت بریم $+E$ می شود



نیروی محرکه هنگامی که از قطب مثبت به منفی بریم $-E$ می شود

محاسبه شدت جریان مدار تک حلقه :

برای محاسبه شدت جریان الکتریکی در یک مدار تک حلقه به طور دلخواه از یک نقطه شروع اختلاف پتانسیل ها و مقاومت و نیروی محرکه هایی که در دو سر مدار در طی حرکت قرار دارند را می نویسیم تا به نقطه مورد نظر برسیم مثال زیر را ببینید:



$$V_m - RI - rI + E = V_m$$

با توجه به توضیح بالا از نقطه M شروع

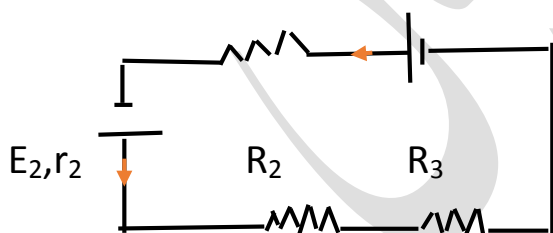
جهت جریان رو مشخص کردیم چون r و E هم داشتیم طبق توضیح صفحه قبل نوشتیم

$$-RI - rI + E = 0 \rightarrow E = RI + rI \rightarrow E = I(R + r)$$

حالا V_m ها دو طرف خط خورده

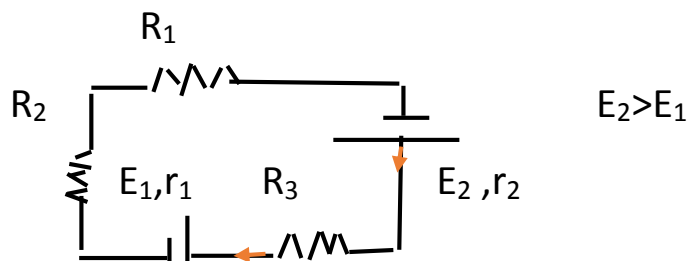
$$I = \frac{E}{r + R}$$

شدت جریان وقتی تعداد مقاومت ها و نیروی محرکه زیاد باشه :



$$I = \frac{E_1 + E_2}{\sum R + \sum r}$$

مقدار E ها جمع شد چون هم جهت بودن و مخرج تمام مقاومت ها درونی و خارجی جمع شدند



چون E ها خلاف جهت بودن از هم کم شدن و جهت جریان رو E بزرگتر برای کل مدار مشخص کرد

$$I = \frac{|E_2 - E_1|}{\sum r + \sum R}$$

اگر مثلا دوتا مولد هم جهت بودن یکی خلاف جهت هم جهت ها جمع از خلاف جهت کم و همیشه جهت جریان در این موارد رو مولد بزرگتر مشخص میکنه

نکته: اگر بخواهیم اختلاف پتانسیل مولدی که در جهت جریان قرار دارد حساب کنیم

$$V = E - rI \quad \text{اگر بخواهیم مولد که خلاف جهت جریان هست} \quad V = E + rI$$

فرمول های مهم:

U = EIt انرژی که مولد در مدت زمان t تولید می کند :

$U = R \cdot I^2 \cdot t$ انرژی که مولد در مدت زمان t مصرف می کند.

$U = (E - rI)It$ یا $U = EIt - R \cdot I^2 \cdot t$ انرژی مفید مولد

$P = RI^2$ توان مصرفی یا $P = EI \frac{v^2}{R}$ توان تولیدی مولد

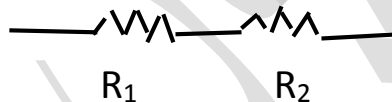
$P = VI$ یا $P = (E - rI)I$ توان مفید مولد

$R_a = \frac{V}{E} \times 100$ یا $R_a = \frac{E - rI}{E} \times 100$ بازده = $\frac{\text{توان تولیدی مولد}}{\text{توان مفید مولد}} \times 100$

مقاومت معادل:

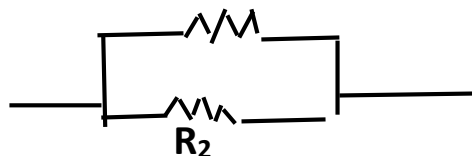
۱- **مقاومت سری (متوالی):** مقاومت هایی که پشت هم باشند یا به عبارتی یک سر مشترک

داشته باشند مثل خازن ها



در سری ها: $I_T = i_1 = i_2 = \dots$ و $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$ $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

۲- **مقاومت موازی:**



دو سر مشترک دارند

در موازی ها $R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$ یا $R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ $V_T = V_1 = V_2 = \dots$

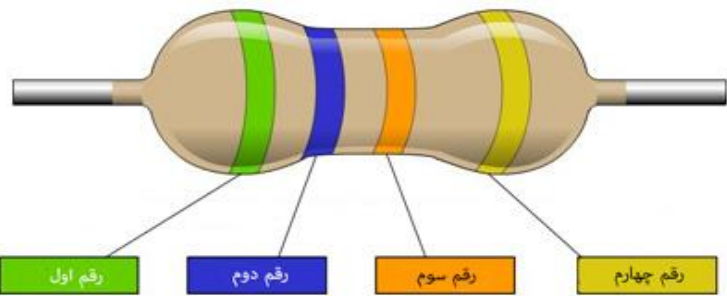
$I_T = i_1 + i_2 + \dots$

نکته : امپرسنج ایده ال : وسیله ای برای اندازه گیری شدت جریان عبوری از یک رسانا که به صورت سری یا متوالی با مصرف کننده در مدار قرار می گیرد معمولا مقاومت الکتریکی امپرسنج ها ایده ال بسیار ناچیز است.

ولت سنج ایده ال : ولت سنج وسیله ای است برای اندازه گیری اختلاف پتانسیل دو سر یک مصرف کننده که به صورت موازی با مصرف کننده در مدار قرار می گیرد مقاومت الکتریکی ولت سنج های ایده ال بسیار بالاست به طوریکه هیچ جریانی از آن عبور نمی کند.

مقاومت های کربنی :

مقدار این مقاومت ها یا روی آنها نوشته می شود. یا عمدتا به صورت کدی رنگی نشان داده می شود. که با ۴ حلقه رنگی روی آنها مشخص شده است که هر رنگ معرف عددی است



$$R = ab \times 10^n$$

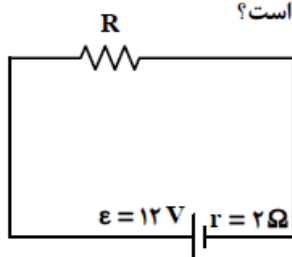
اگر مقاومت را طوری نگه داریم که در سمت راست خط نقره ای یا طلایی باشد. از سمت چپ به ترتیب اولین رنگ دهگان (a) دومین رنگ یکان (b) و سومین رنگ توان (n) می باشد.

مثال : اندازه مقاومت کربنی بالا چند اهم است؟ کدرنگ ها نارنجی = ۱، سبز = 5، ابی = 6

$$R = 56 \times 10^1$$

تست ۷:

در مدار روبه‌رو، اگر توان تلف شده در مقاومت درونی مولد برابر ۸ وات باشد، مقاومت R چند اهم است؟



تجربی ۹۳

۲ (۱)

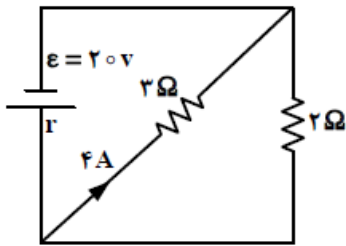
۴ (۲)

۶ (۳)

۸ (۴)

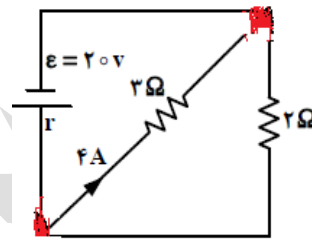
پاسخ : توان تلف شده $P = rI^2$ $R = 4$ $i = \frac{E}{R+r} \rightarrow 2 = \frac{12}{R+2} \rightarrow i^2 = 4 \rightarrow i = 2 \rightarrow 8 = 2i^2$

تست ۸: تجربی خارج ۹۳



در شکل روبه‌رو، مقاومت درونی مولد چند اهم است؟

- (۱) ۱٫۸
(۲) ۰٫۸
(۳) ۰٫۵
(۴) ۰٫۲



دو سر مشترک داره پس موازیند

$$R_T = \frac{3 \times 2}{3 + 2} = \frac{6}{5}$$

پاسخ:

در موازی ها هم ولتاژ برابر $V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 3 \times 4 = 2 \times i_2 \Rightarrow i_2 = 6$

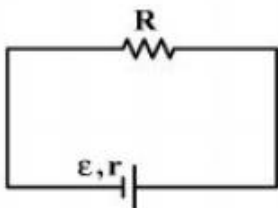
$$I_T = I_1 + I_2 = 4 + 6 = 10 \quad I = \frac{E}{r + R_T} \Rightarrow 10 = \frac{20}{r + \frac{6}{5}} \Rightarrow 10r + 12 = 20 \Rightarrow r = 0/8$$

روش دوم: در موازی ولتاژ برابر هست $V = 3 \times 4 = 12$ بدون نیاز به مقاومت معادل هم میشه

$$V = E - rI \Rightarrow 12 = 20 - 10r \Rightarrow r = 0/8$$

تست ۹:

در مدار روبه‌رو، به ازای دو مقدار متفاوت R_1 و R_2 برای R ، توان خروجی مولد یکسان است. مقاومت درونی مولد، برابر با کدام است؟ تجربی ۹۴



$$\sqrt{R_1^2 + R_2^2} \quad (2)$$

$$\sqrt{R_1 R_2} \quad (1)$$

$$\frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

$$\frac{R_1 + R_2}{2} \quad (3)$$

پاسخ: سوال میگه یکبار جای مقاومت R_1 ، یکبار دیگه جای مقاومت R_2 بزرایم توانا مصرفی

$$P_1 = P_2 \Rightarrow R_1 I_1^2 = R_2 I_2^2 \Rightarrow R_1 \left(\frac{E}{r + R_1}\right)^2 = R_2 \left(\frac{E}{r + R_2}\right)^2 \quad \text{برابر هستن}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{(r + R_1)^2} = \frac{R_2}{(r + R_2)^2} \Rightarrow \frac{R_1}{r^2 + 2rR_1 + R_1^2} = \frac{R_2}{r^2 + 2rR_2 + R_2^2}$$

$$\Rightarrow R_1 r^2 + 2rR_2 R_1 + R_1 R_2^2 = R_2 r^2 + 2rR_2 R_1 + R_2 R_1^2$$

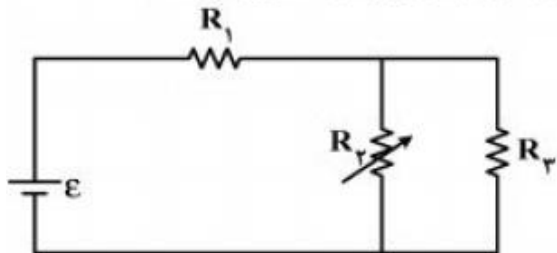
$$R_1 R_2^2 - R_2 R_1^2 = R_2 r^2 - R_1 r^2 \quad R_1 R_2 (R_2 - R_1) = r^2 (R_2 - R_1)$$

$$r^2 = R_1 R_2 \Rightarrow r = \sqrt{r_1 r_2}$$

سوال فقط ریاضی داشت تا فیزیک داشته باید ریاضیت خوب بوده باشه!!

تست ۱۰:

- در مدار روبه‌رو، مقاومت R_p را به تدریج افزایش می‌دهیم، ولتاژ دو سر آن چگونه تغییر می‌کند؟



تجربی ۹۴

(۱) ثابت می‌ماند.

(۲) افزایش می‌یابد.

(۳) کاهش می‌یابد.

(۴) بسته به مقاومت درونی مولد، ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

پاسخ: R_2 و R_3 موازی هستند ولتاژ برابر دارند ولتاژ کل برابر است با $V = V_1 + V_{2,3}$

چون R_2 و R_3 موازی باشند بعدش با R_1 سری میشه و ولتاژش جمع میشه

وقتی مقاومت R_2 زیاد بشه، مقاومت معادل هم زیاد میشه (برای خودتون با عدد گذاری امتحان

کنید) سپس طبق رابطه $I = \frac{E}{r + R_T}$ با زیاد شدن مقاومت معادل، شدت جریان کاهش می‌یابد

و طبق رابطه $V = E - rI$ با کاهش شدت جریان ولتاژ کل افزایش می‌یابد و طبق رابطه $V_1 = R_1 I$

با کاهش شدت جریان، ولتاژ V_1 هم کاهش می‌یابد پس طبق رابطه $V = V_1 + V_{2,3}$

پس برای اینکه رابطه درست شود باید $V_{2,3}$ افزایش یابد (گزینه ۲)

تست ۱۱: اختلاف پتانسیل ۱۷ ولت به دو سر یک سیم مسی به طول ۳۰ متر و شعاع مقطع ۱mm

اعمال می‌شود هنگام تولید انرژی سیم گرمایی چند وات است؟ $\pi = 3$ $\rho = 1/7 \times 10^{-8}$

پاسخ: تجربی ۹۶ خارج

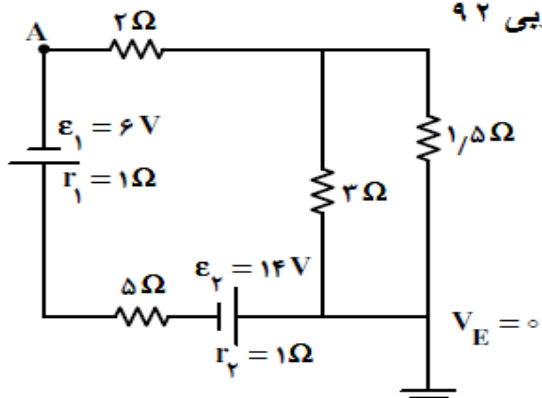
$$R = \rho \frac{L}{A} \quad R = 1/7 \times 10^{-8} \frac{30}{3 \times 10^{-3}} = 17 \times 10^{-2}$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{17 \times 17}{17 \times 10^{-2}} = 1700W$$

چون فقط V و R داریم از این فرمول رفتیم

تست ۱۲:

در مدار روبه‌رو، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟ تجربی ۹۲



- (۱) -۶
(۲) ۶
(۳) -۳۴
(۴) ۳۴

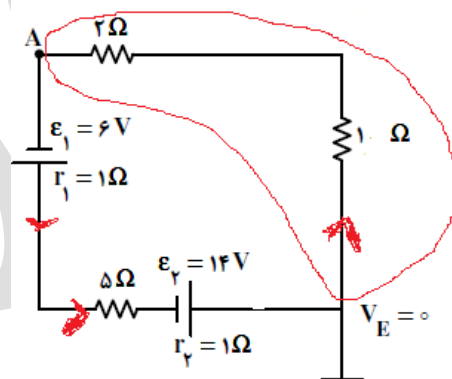
$$R_T = \frac{3 \times 1/5}{3 + 1/5} + 5 + 2 = 8$$

$$I = \frac{E_1 + E_2}{\sum R_T + \sum r} = \frac{6 + 14}{8 + 2} = 2$$

پاسخ

1/5 و 3 موازی بودن و با بقیه سری شدن در شکل زیر 3 و 1/5 پاک شدن 1

به جای انها مقاومت معادلشون 1 رو گذاشتیم

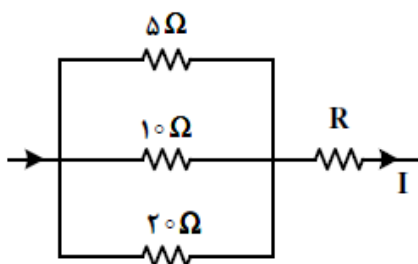


$$V_A + 2 \times 2 + 1 \times 2 = V_E = 0 \quad V_A = -6$$

از نقطه A شروع کردیم به حرکت چون خلاف جهت حرکت ما بود RI + نوشتیم

تست ۱۳:

در شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی برابر ۱۰ ولت باشد، شدت جریان I برابر چند آمپر است؟



تجربی ۹۲

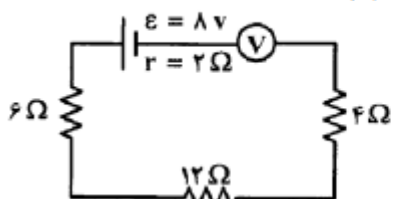
- (۱) ۰,۵
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۳,۵

پاسخ: در سری جریان ها برابر هستن پس جریان ا با جمع سه جریان که از مقاومت ها بدست می اید برابر است سه مقاومت موازی هستن و ولتاژ برابر دارند

$$\left. \begin{aligned} R_5 I_5 = V \rightarrow 5I_5 = 10 \quad I_5 = 2 \\ R_{10} I_{10} = V \rightarrow 10I_{10} = 10 \quad I_{10} = 1 \\ R_{20} I_{20} = V \rightarrow 20I_{20} = 10 \quad I_{20} = 0.5 \end{aligned} \right\} I = I_5 + I_{10} + I_{20} = 3.5$$

تست ۱۴:

۹۱ تجربی در مدار روبهرو ولتسنج ایده آل، چند ولت را نشان می دهد؟



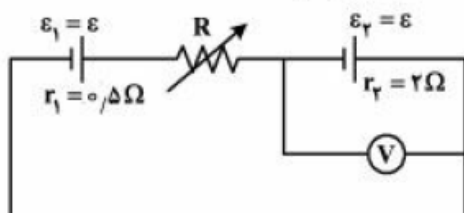
- ۸ (۱)
- ۷/۳ (۲)
- ۴ (۳)
- صفر (۴)

در نکته ها داشتیم که مقاومت ولت سنج خیلی زیاد در حدی که جریانی از ان عبور نمی کند

پس طبق رابطه $V = E - ri$ $\underline{I=0}$ $V = E = 8$

تست ۱۵:

۹۶ تجربی در مدار روبهرو، مقاومت R چند اهم شود تا ولتسنج، عدد صفر را نشان دهد؟



- ۱/۲۵ (۱)
- ۱/۵ (۲)
- ۲/۵ (۳)
- ۳ (۴)

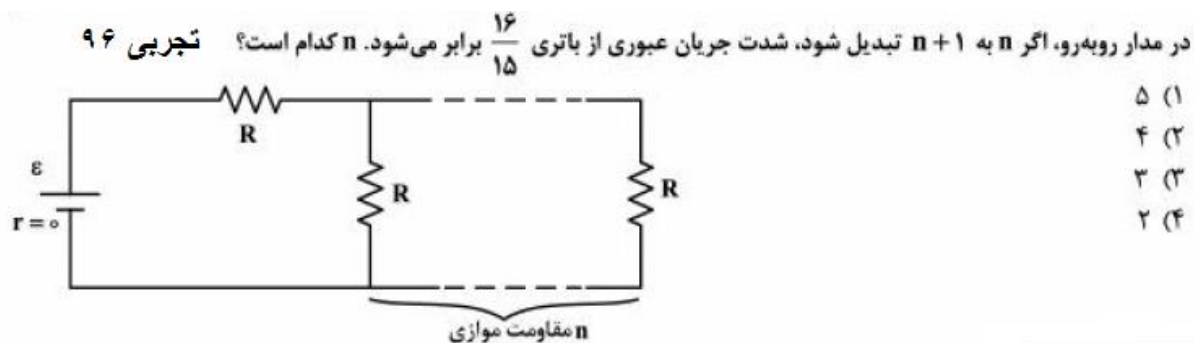
پاسخ:

از فرمول $V = E - ri$ استفاده می کنیم که مربوط به اون قسمت شکل میشه

$$0 = \cancel{\varepsilon_1} - \cancel{r_1} I - R I + \cancel{\varepsilon_2} - \cancel{r_2} I = V_0 \rightarrow 4I - 2.5I = RI$$

$$\frac{\div I}{\rightarrow} 1.5 = R$$

تست ۱۶:



پاسخ: اگر چند مقاومت مشابه به صورت موازی قرار گیرند مقاومت معادلشان از فرمول

$$\frac{R}{n}$$

تعداد مقاومت ها

حالا اگر به وقت دیدید توی سوالی چند مقاومت مشابه به صورت سری بودن مقاومت معادل

تعداد مقاومت ها $R_T = R \times n$ توی این سوال بعد موازی شدن، مقاومت ها سری شدن

$$\begin{aligned} \text{حالت اول: } R_T &= R + \frac{R}{n} = \frac{n+1}{n} R \\ \rightarrow I &= \frac{\varepsilon}{\frac{n+1}{n} R} = \frac{n\varepsilon}{(n+1)R} \\ \text{حالت دوم: } R_T &= R + \frac{R}{n+1} = \frac{n+2}{n+1} R \rightarrow I = \frac{(n+1)\varepsilon}{(n+2)R} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \text{حالت اول: } R_T &= R + \frac{R}{n} = \frac{n+1}{n} R \\ \rightarrow I &= \frac{\varepsilon}{\frac{n+1}{n} R} = \frac{n\varepsilon}{(n+1)R} \end{aligned}} \right\} \rightarrow$$

$$\frac{(n+1)\varepsilon}{(n+2)R} = \frac{16}{15} \frac{n\varepsilon}{(n+1)R} \rightarrow 17n^2 + 32n = 15(n+1)^2$$

$$\rightarrow 17n^2 + 32n = 15n^2 + 30n + 15 \rightarrow n^2 + 2n - 15 = 0$$

$$(n-3)(n+5) = 0 \rightarrow n=3 \checkmark \text{ و } n=-5 \times$$

اخرش چون n یک عدد طبیعی هست اون n منفی غیر قابل قبول شد

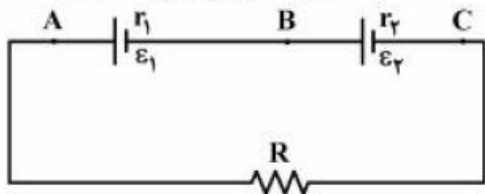
وقتی به راه حل نگاه میکنی سوالش سخت نیست اینکه فقط راه حلش بیاد تو ذهنت شاید اذیت

کنه ☺

سوال ها ۱۷-۲۲ جز سبک سوالات سخت کنکور سراسری هستن که نود درصد دانش اموزان کنار می گذارند.

تست ۱۷:

در مدار روبه‌رو، $\epsilon_1 = \epsilon_2$ و $r_1 < r_2$ است. اگر $R = r_2 - r_1$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین کدام دو نقطه برابر صفر است؟



تجربی ۹۵

- (۱) (B, A)
- (۲) (C, A)
- (۳) (C, B)
- (۴) (C, B) و (B, A)

$$I = \frac{\cancel{2\epsilon_1}}{R + r_2 + r_1} = \frac{\cancel{2\epsilon_1}}{r_2 - r_1 + r_2 + r_1} = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{r_2} \quad \text{لرزه ۳ (رد شده)}$$

$$\Delta V_{BC} : V_C - I r_2 + \epsilon_2 = V_B \rightarrow V_C - \frac{\epsilon_2 r_2}{r_2} + \epsilon_2 = V_B$$

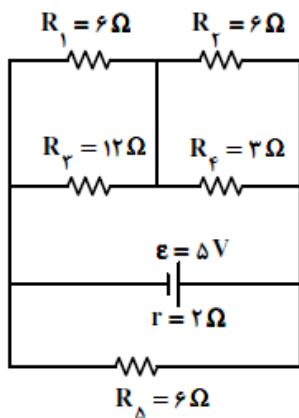
$$\rightarrow V_C = V_B \rightarrow \Delta V_{BC} = 0$$

چون لرزه ۳ (A و B) اهم علاوه بر (C و B) دارد، باید کنترل کنیم:

$$\Delta V_{AB} : V_B - I r_1 + \epsilon_1 = V_A \rightarrow V_B - \frac{\epsilon_1 r_1}{r_2} + \epsilon_1 = V_A$$

صفر نشود

تست ۱۸:



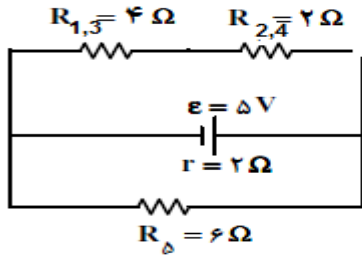
تجربی ۹۲

در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟

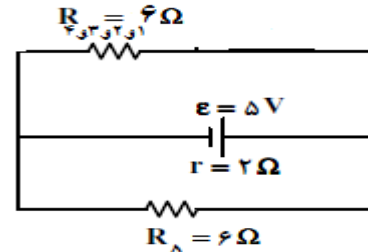
- (۱) $\frac{1}{2}$
- (۲) $\frac{1}{3}$
- (۳) $\frac{1}{6}$
- (۴) $\frac{2}{3}$

پاسخ: توان مصرفی مقاومت R_1 برابر است با $p = R_1 I_1^2$ یا فرمول $P = \frac{V_1^2}{R_1}$ که فرمول اول راه حل طولانی تری دارد پس فرمول دوم رو میریم

مقاومت های ۲ و ۴ موازی بودن و ۱ و ۳ هم موازی شدن



مقاومت ۶ اهم بالا و پایین هم موازی می شوند



$$I = \frac{5}{3+2} = 1$$

$$V_T = IR_T = 1 \times 3 = 3$$

نکته: در مقاومت های سری ولتاژ به نسبت مستقیم مقاومت تقسیم می شود یعنی مقاومت $R_{1,3}$

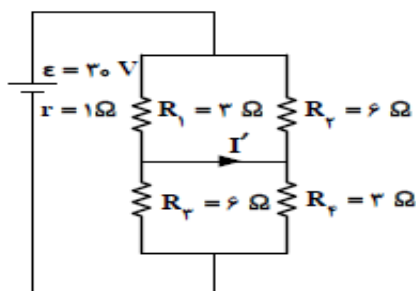
دو برابر مقاومت $R_{2,4}$ است پس ولتاژ $R_{1,3}$ هم دو برابر ولتاژ $R_{2,4}$ $V_{1,3} = 2V_{2,4}$

$$V_T = V_{1,3} + V_{2,4} \quad 3 = 2V_{2,4} + V_{2,4} \quad 3 = 3V_{2,4} \quad V_{2,4} = 1 \quad V_{1,3} = 2$$

از طرفی مقاومت 6 و 12 موازی هستند و ولتاژ آنها با ولتاژ $V_{1,3}$ برابر پس $V_1 = 2$

$$P = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{2^2}{6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

تست ۱۹: تجربی ۹۳



در مدار روبه‌رو، I' چند آمپر است؟

- ۲ (۱)
- ۴ (۲)
- ۶ (۳)
- صفر (۴)

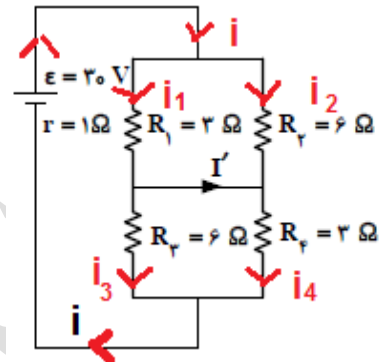
مقاومت های R_1 و R_2 باهم موازی هستند و مقاومت R_3 و R_4 نیز باهم موازی هستند

$$R_{3,4} = R_{1,2} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2$$

$$R_T = R_{1,2} + R_{3,4} = 2 + 2 = 4$$

$$I = \frac{E}{R_T + \sum r} = \frac{30}{1 + 4} = 6$$

اما قسمت مهم سوال از این به بعد هست که در واقع وقتی جریان به حلقه ها می رسد به چند شاخه تبدیل می شوند به شکل خوب توجه کنید



نکته: در مقاومت های موازی جریانی به نسبت وارون مقاومت ها تقسیم می شود. بنابراین

$$I = i_1 + i_2 \quad i_1 = 2i_2 \quad 6 = 2i_2 + i_2 \quad 6 = 3i_2 \quad i_2 = 2 \quad i_1 = 4$$

R_3 و R_2 هر دو عدد ۶ را نشان می دهند پس R_3 هم جریانش مثل R_2 بنابراین $i_3 = 2$

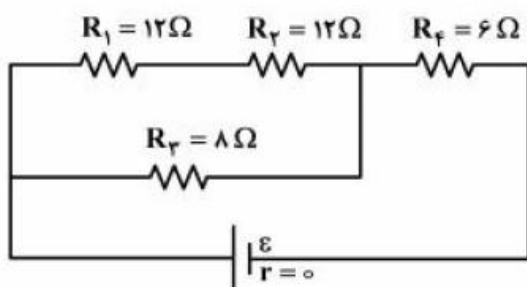
R_4 و R_1 هر دو عدد ۳ را نشان می دهند پس R_4 هم جریانش مثل R_1 بنابراین $i_4 = 4$

باز هم با توجه به شکل می شود فهمید که جریانی که از مقاومت ۱ اومده یکی رفت سمت بالا شد

$$i_1 = i + i_3 \Rightarrow 4 = i + 2 \Rightarrow i = 2 \quad \text{و دیگری شده } i_3 \text{ پس}$$

تست ۲۰: تجربی ۹۵

- در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت R_F چند برابر توان مصرفی مقاومت R_1 است؟



- ۲ (۱)
- ۴ (۲)
- ۶ (۳)
- ۸ (۴)

نکته: در مقاومت های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت تقسیم می شود. یعنی

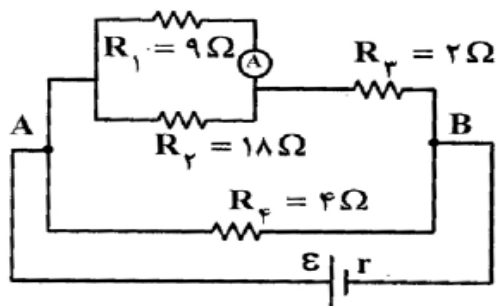
$$\left. \begin{array}{l} R_{1,2} = 24 \\ R_3 = 8 \end{array} \right\} \text{ پس } R_{1,3} = 3R_3 \Rightarrow 3I_{1,3} = I_3$$

$$I = I_{1,2} + I_3 = I_{1,2} + 3I_{1,2} = 4I_{1,2} \quad I = 4I_{1,2}$$

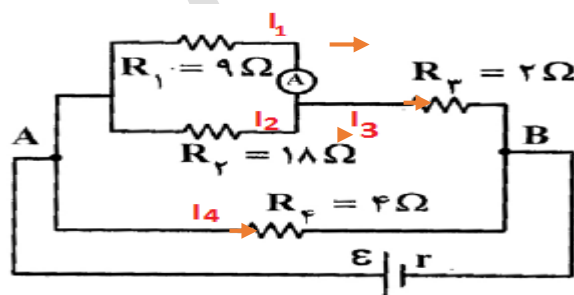
$$\frac{p_4}{p_1} = \frac{R_4 I^2}{R_1 I_{1,2}^2} = \frac{6I^2}{12\left(\frac{1}{4}I\right)^2} = 8$$

تست ۲۱: تجربی ۹۱

- در مدار روبه‌رو، اگر آمپرسنج ایده‌آل 0.5 A آمپر را نشان دهد، توان مصرفی در R_f چند وات است؟



- ۹ (۱)
- ۴/۵ (۲)
- ۳ (۳)
- ۱/۵ (۴)



پاسخ:

دو مقاومت R_1 و R_2 موازی هستند $R_1 I_1 = R_2 I_2$ $9 \times 0.5 = 18 I_2$ $I_2 = 0.25$

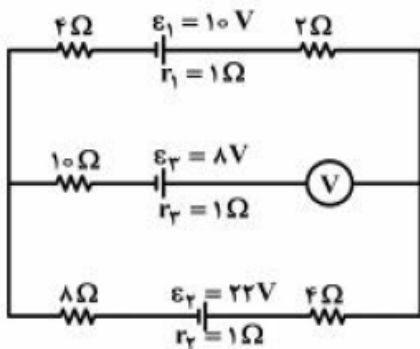
$$I_3 = I_1 + I_2 = 0.5 + 0.25 = 0.75$$

$R_{1,2}$ و R_3 متوالی هستند و حاصل آنها با R_4 موازی است پس: $6 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9 \times 18}{27}$

$$R_{1,2,3} I_3 = R_4 I_4 \Rightarrow (R_{1,2} + R_3) I_3 = R_4 I_4 \Rightarrow (6+2) \times 0.75 = 4 I_4 \Rightarrow I_4 = 1/5$$

$$P_4 = R_4 I_4^2 = 4 \times (1/5)^2 = 9$$

تست ۲۲:

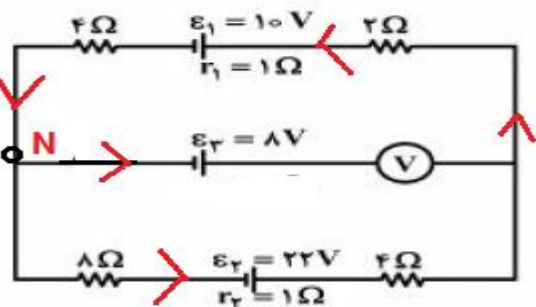


در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟ خارج کشور تجربی ۹۶

- (۱) صفر
(۲) ۶/۲
(۳) ۵/۶
(۴) ۱۳/۶

پاسخ: ولت‌سنج‌ها همیشه در مدار به صورت موازی بسته می‌شوند و امپرسنج‌ها هم به صورت سری در اینجا ولت‌سنج به صورت سری بسته شده پس از شاخه وسط هیچ جریانی عبور نمی‌کند و تمام مقاومت‌ها حذف می‌شود. اگر شاخه وسط رو یک خط خالی فرض کنید می‌بینید مقاومت معادل همه به صورت سری هستند

$$I = \frac{E_2 - E_1}{R_T + r} = \frac{22 - 10}{18 + 2} = \frac{12}{20} = 0/6 \quad R_T = 4 + 2 + 4 + 8 = 18$$



جهت حرکت اینطرفی شد چون E_2 از همه بزرگتره و

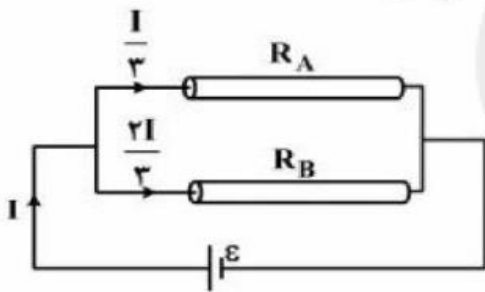
جهت حرکت رو اون مشخص می‌کنه بعدش به نقطه فرضی N در نظر گرفتیم که بگیریم اگر از این نقطه شروع کنیم و باز برگردیم به این نقطه ولتاژ چقدر میشه میتونید شاخه وسطی و بالایی رو در نظر بگیرید و میتونید شاخه پایینی و وسطی رو در نظر بگیرید فرقی نداره ما با شاخه بالا در نظر گرفتیم نگاه کنید باز به باره دیگه متن رو بخونید تا متوجه شید.

$$V_N + 8 + V - 0/6 \times 2 - 10 - 1 \times 0/6 - 4 \times 0/6 = V_N$$

$$V = 6/2$$

تست ۲۳: تجربی ۹۵ خارج (سوالات از این قسمت به بعد اسون و متوسط هست)

۳. مطابق شکل زیر، دو سیم فلزی توپر A و B به طول‌های مساوی، به یک مولد متصل‌اند. اگر مقاومت ویژه سیم A، برابر مقاومت ویژه سیم B باشد، سطح مقطع سیم A چند برابر سطح مقطع سیم B است؟



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

$$\left\{ \begin{array}{l} L_A = L_B \\ \rho_A = 3\rho_B \rightarrow R = \frac{V}{I} \rightarrow V_A = V_B \rightarrow R_A = 3R_B \quad R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A \times L_A \times A_B}{\rho_B \times L_B \times A_A} \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{2} \\ \frac{A_A}{A_B} = ? \end{array} \right.$$

تست ۲۴: تجربی ۹۶

روی یک لامپ اعداد ۱۰۰ وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده است و با همان ولتاژ روشن است. اگر به علت افت ولتاژ، توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند، افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۱۹ (۳) ۲۰ (۴) ۸۸

پاسخ: چون ولتاژ رو داریم از این فرمول توان $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده می‌کنیم طبق گفته سوال افت

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \quad \text{ولتاژ داریم مقاومت تغییری نکرده پس می‌شود نوشت}$$

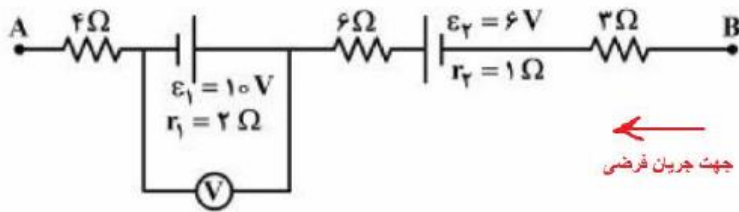
$$P_2 = P_1 - 0.19P_1 = 0.81P_1 \rightarrow \frac{0.81P_1}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \rightarrow 0.81 = \frac{V_2^2}{V_1^2}$$

طرفین جذر و خط خوردن P_1

$$0.81 = \frac{V_2^2}{200^2} \rightarrow V_2 = 180 \rightarrow \Delta V = 180 - 200 = -20$$

تست ۲۵:

- شکل زیر، قسمتی از یک مدار را نشان می‌دهد. اگر $V_A - V_B = -12V$ باشد، ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می‌دهد؟ تجزیه خارج ۹۵



- (۱) ۸
(۲) ۹
(۳) ۱۰
(۴) ۱۱

$$V_A + 4I + 10 + 2I + 6I - 6 + I + 3I = V_B \rightarrow 16I + 4 = 12 \rightarrow I = 0.5$$

$$V = \varepsilon - Ir = 10 - 2(0.5) = 9$$

شاید سوال پرسید چرا جهت جریان اینطرفی گرفتیم اونطرف نگرفتیم شما می‌تونید از انطرف یعنی از A به B فرض کنید. جهت جریان اصلی ما از A به B هست چون $E=10$ از $E=6$ بزرگتره و اون جهت اصلی رو مشخص کرد حالا ما اومدیم خلاف جهت جریان، جریان رو فرض کردیم

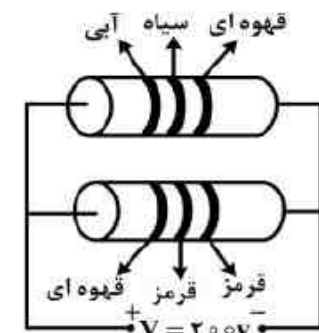
اگر میخواهید از A به B حرکت کنید انوقت چون در جهت جریان اصلی هستید باید می‌نوشتید

$$V_A - R_4I + E_1 - r_1I - R_6I - E_2 - r_2I - R_3I = V_B$$

نداریم برای همین مثبت می‌کنیم. قسمت اخر هم بدست آوردن ولتاژی که باتریش در جهت جریان بود هست

تست ۲۶: تجزیه ۹۴ خارج

- با توجه به جدول داده شده، انرژی الکتریکی مصرفی مدار در مدت ۹۰ دقیقه چند کیلو وات ساعت است؟



رنگ	سیاه	قهوه‌ای	قرمز	آبی
رمز	۵	۱	۲	۶

- (۱) ۵/۵۴
(۲) ۱۵
(۳) ۵/۴۰
(۴) ۵/۱۵

پاسخ: مقاومت کربنی داخل درسنامه گفتیم مقاومت شاخه بالا همیشه $R = 60 \times 10^1 = 600$

مقاومت شاخه پایین هم $R = 12 \times 10^2 = 1200$

یادتون باشه مقاومت کربنی اعداد رنگ ها ضرب نشدند فقط کنارهم قرار گرفتن. حالا اینجا

$$R_T = \frac{1200 \times 600}{1800} = 400 \quad \text{موازی هم هستن پس}$$

$$U = Pt = \frac{V^2}{R} t \quad \text{انرژی الکتریکی چند کیلووات ساعت :}$$

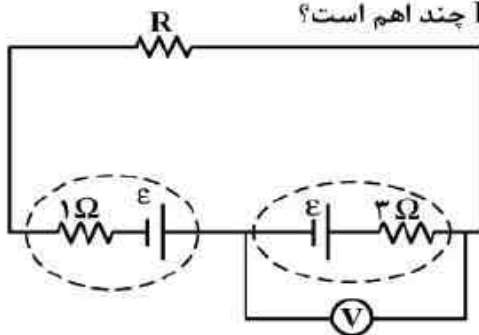
اینم ساعت این باید به کیلووات تبدیل شه

$$\frac{40000}{400} = 100W = 0.1KW \quad t = 90min = 1/5h$$

$$U = Pt = \frac{V^2}{R} t = P = \frac{v^2}{R} 0.1 \times 1/5 = 0.15kwh$$

تست ۲۷: تجربی ۹۴ خارج

- در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟



(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

پاسخ: ولت‌سنج روی کدوم باتری و مقاومتی؟ $V = E - rI \Rightarrow 0 = E - 3I \Rightarrow E = 3I$

فرمول جریان $I = \frac{E_1 + E_2}{\sum R_T + \sum r}$ مقاومت $R_T = R$ شاید اینجا سوال پیش بیاید که ما پایین هم

دو مقاومت داریم که مجموع همیشه ۴ با مقاومت بالا همیشه موازی و مقاومت کل چیز دیگه ای

همیشه ولی خب دانش آموز عزیز وقتی سوال دور مقاومت و باتری ایی خط چین می گذارد یعنی

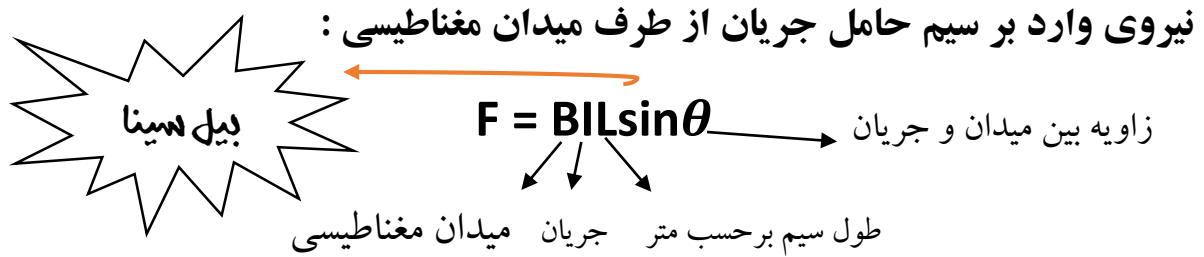
اون مقاومت درونی هست و در واقع مقاومت باتری هست و ما باید ان را ۲ به حساب بیاوریم. که

دقیقا هدف طراح اشتباه کردن بچه ها سر همین نکته بود پس $R_t = R$ و $r = 3 + 1 = 4$

$$I = \frac{2E}{R+4} \Rightarrow I = \frac{E+E}{R+4} \Rightarrow I = \frac{2 \times 3I'}{R+4} \Rightarrow R+4=6 \Rightarrow R=2$$

طرفین وسطین

فصل سوم مغناطیس



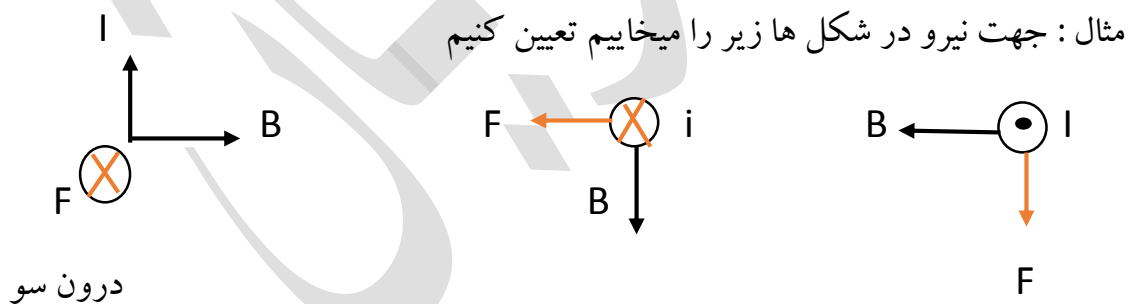
واحد میدان تسلا هست واحد دیگه ای هم داره به اسم گاوس $1G = 10^{-4} T$

مثال: ۲۰ تسلا چند گاوس است؟ $20 T \times \frac{1G}{10^{-4}T} = 20 \times 10^4$

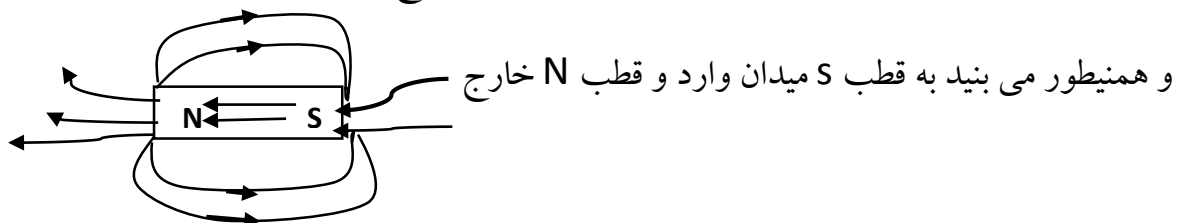
پس اگر تسلا دادن خواستن به گاوس ضرب 10^4

طرز تشخیص جهت نیرو وارد بر سیم حامل جریان :

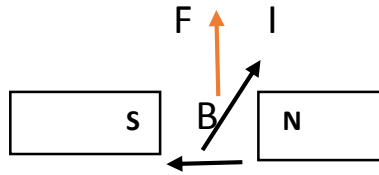
اگر چهار انگشت دست راست در جهت سیم حامل جریان قرار بگیرد طوری که کف دست رو به B باشد انگشت شصت جهت نیروی وارد بر سیم را نشان میدهد.



توجه: جهت میدان داخل آهنربا از S به N و جهت میدان خارج آهنربا از N به S

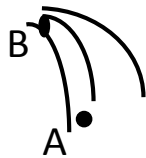


جهت نیرو در شکل زیر :



خارج آهنربا هست پس جهت از N به S

توجه : هر چه فشردگی خطوط میدان بیشتر باشد میدان قوی تر است.



میدان در نقطه B بیشتر از نقطه A است چون میدان فشرده تر است

مثال : قطب ها رو مشخص کنید و بگویید کدام آهنربا قوی تر است؟



قطب هر دو آهنربا N هست چون از هر دو میدان خارج شده و آهنربا ۱ قوی تر هست چون میدان کمتر منحرف شده

به هر دو آهنربا میدان وارد می شود و هر دو آهنربا قطب S هستن و آهنربا ۴ قوی تر هست چون خطوط بیشتری از آن به وارد شده

$$F = q v B \sin \theta$$

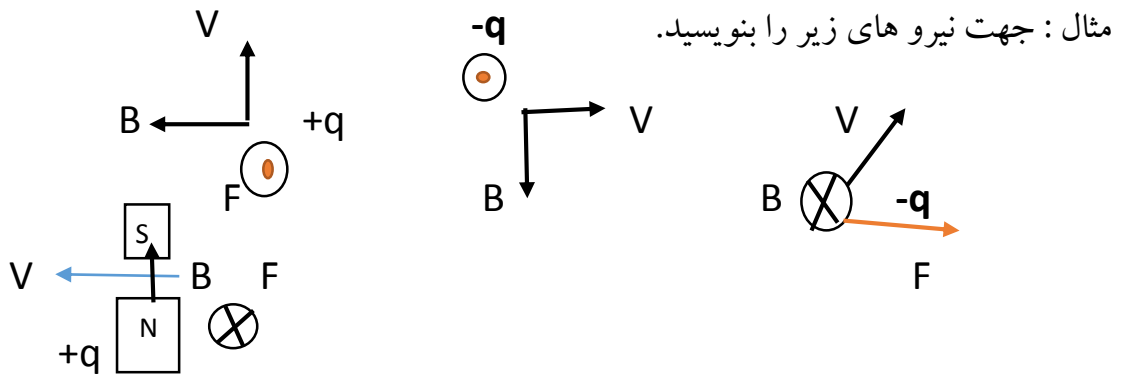
نیروی وارد بر ذره باردار متحرک :

زاویه بین B و V میدان سرعت بار ذره بر حسب کولن

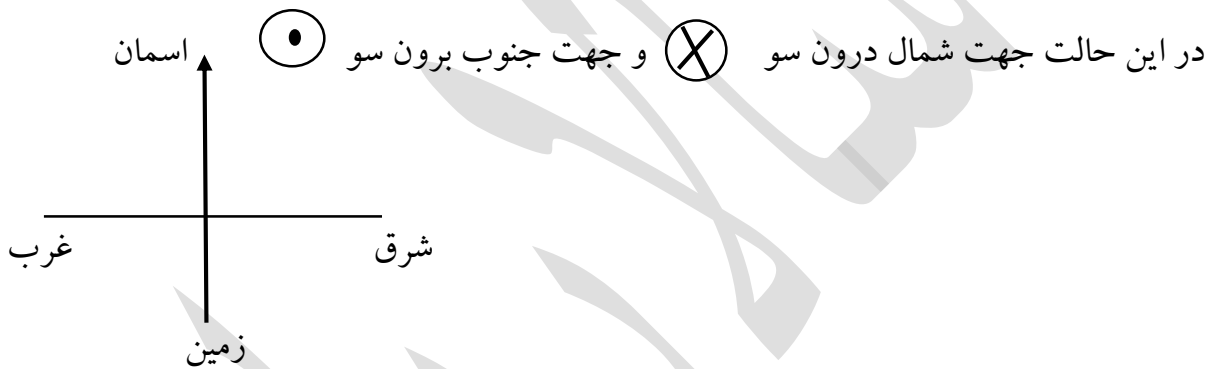
طرز تشخیص جهت نیرو وارد بر آن ذره :

۱- ذره مثبت : چهار انگشت دست راست در جهت V طوری قرار می دهیم که کف دست رو به B باشد انگشت شصت جهت نیرو را نشان میدهد

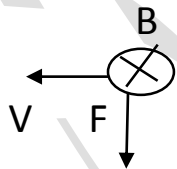
۲- ذره منفی : همان کار ذره مثبت را می کنیم بعد از نیرو رو بدست آوردیم برعکسش میکنیم



نکته: در برخی از سوال ها و تست ها از جهت های جغرافیایی استفاده می شود در اینگونه سوال ها علاوه بر چهار جهت جغرافیایی جهت رو به آسمان و جهت رو به زمین نیز وجود دارد



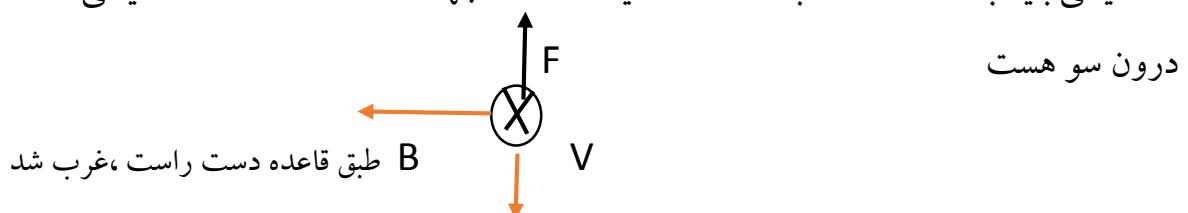
مثال: اگر ذره مثبت به صورت افقی و به سمت غرب پرتاب شود و میدان به سمت شمال باشد نیروی وارد بر ذره در کدام جهت خواهد بود؟



پاسخ: نیروی به سمت زمین است از شکل مقابل میفهمیم

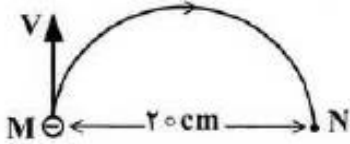
تست ۱: ذره ای با بار مثبت را به صورت افقی و به سمت شمال پرتاب می کنیم میدان مغناطیسی که عمود بر راستای حرکت ذره است در کدام جهت باشد تا ذره در اثر نیروی وزن، از مسیر خود منحرف نشود؟ ریاضی ۸۵ شرق غرب آسمان زمین

نیروی وزن به سمت زمین است بنابراین برای اینکه ذره از مسیر خود منحرف نشود، نیروی مغناطیسی باید به سمت آسمان باشد دقت کنید که گفته جهت ما سمت شمال هست یعنی V



تست ۲: تجربی ۸۹

الکترونی که در نقطه‌ی M دارای سرعت $v = 1/6 \times 10^6 \frac{m}{s}$ است. تحت تأثیر میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} ، مسیر نیم دایره‌ی M تا N را مطابق شکل روبه‌روی طی می‌کند. \vec{B} چند تسلا و در چه جهتی است؟



$$(m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}, e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

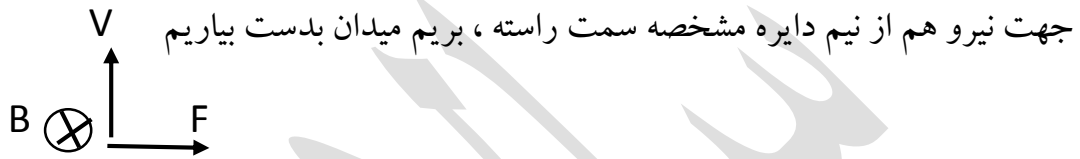
(۲) $4/5 \times 10^{-5}$ ، درون سو

(۱) $4/5 \times 10^{-5}$ ، برون سو

(۴) 9×10^{-5} ، درون سو

(۳) 9×10^{-5} ، برون سو

پاسخ: بار ذره منفی است قانون دست راست رو اعمال می‌کنیم بعدش برعکس می‌کنیم



$F = q v B \sin \theta$ از فرمول‌های دیگر نیرو که در این فصل کاربرد دارد نیروی مرکز گرا که

در فیزیک پیش با آشنا شدید بود $F = \frac{mV^2}{R}$ و دو نیرو رو باید مساوی هم قرار دهیم چون برابرند

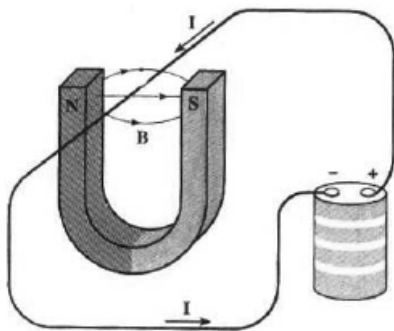
$$\frac{mV^2}{R} = qvB \sin \theta \quad \theta = 90 \quad \frac{mV}{R} = qB$$

$$R = 10 \text{ cm}$$

$$\frac{9 \times 10^{-31} \times 1/6 \times 10^6}{0/1} = 1/6 \times 10^{-19} \times B \Rightarrow B = 9 \times 10^{-5}$$

تست ۳: تجربی خارج ۹۳

- در شکل روبه‌رو، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن قسمت از سیم که داخل آهنربا قرار دارد، به کدام جهت است؟



(۱) بالا

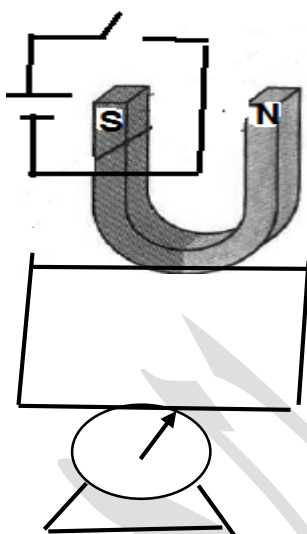
(۲) پایین

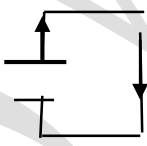
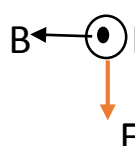
(۳) به سمت قطب N

(۴) به سمت قطب S

طبق قانون دست چهار انگشت در جهت جریان کف دست رو به میدان نیرو سمت بالا می‌شود

تست ۴: آهنربایی حساس مطابق شکل روی یک ترازو حساس قرار دارد با بستن کلید عدد ترازو چگونه تغییر می کند؟ افزایش کاهش ثابت هر سه حالت ممکنه



با بستن کلید جهت جریان به صورت  یا به عبارتی دیگر برون سو شده  B ← I

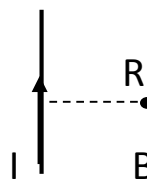
این نیروی بوده که آهنربا به سیم و ترازو وارد می کند و از طرفی ترازو هم خودش نیرویی روبه بالا به آهنربا وارد می کند بنابراین به نیرو سمت پایین ترازو هم سمت بالا پس عدد ترازو کاهش یادتون باشه همیشه ترازو نیروی رو به بالا وارد میکنه چون داره نگه میداره آهنربا رو

میدان مغناطیسی در اطراف سیم حامل جریان : $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{R}$$

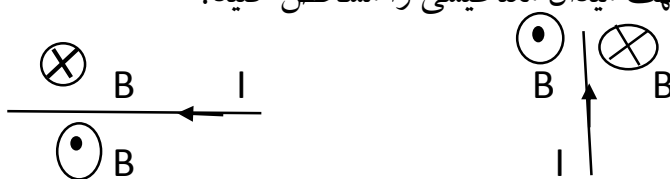
فاصله بر حسب متر یا دتون باشه سانتی متر بود متر تبدیل کنید



طرز تشخیص جهت میدان مغناطیسی در فضای سیم حامل جریان:

انگشت شصت دست راست را در جهت جریان بر روی سیم قرار می دهیم جهت بسته شدن چهار انگشت جهت میدان مغناطیسی را نشان میدهد

مثال: در شکل های زیر جهت میدان مغناطیسی را مشخص کنید؟



نکته: اگر دو سیم مستقیم، موازی حامل جریان های **غیر هم جهت** در فاصله ای از هم قرار

داشته باشند میدان مغناطیسی برآیند در منطقه ای خارج دو سیم نزدیک به سیم حامل جریان کمتر

است صفر است و از فرمول $\frac{I_1}{x} = \frac{I_2}{R+X}$ جریان بیشتر ← → جریان کمتر

$$\frac{2}{x} = \frac{4}{8+X} \quad X=8\text{cm}$$

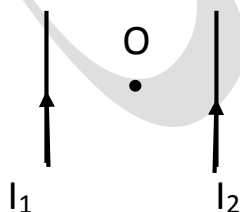
نکته: اگر دو سیم مستقیم، موازی حامل جریان ها **هم جهت** در فاصله ای از هم قرار داشته

باشند میدان مغناطیسی برآیند در منطقه ای بین دو سیم نزدیک به سیم حامل جریان کمتر است

صفر است و از فرمول $\frac{I_1}{x} = \frac{I_2}{R-X}$ جریان بیشتر ← → جریان کمتر

$$\frac{10}{x} = \frac{20}{6-X} \quad X=2\text{cm}$$

مثال: در شکل مقابل میدان مغناطیسی برآیند در نقطه O در کدام جهت می تواند باشد؟



پاسخ: مطابق شکل میدان برای I_1 می شود B_1 (X) و برای I_2 میدان B_2 (O) چون یکی درون سو و یکی برون سو شد از هم کم می شوند میدان کل ما اینجوری هست که هر کدام از میدان ها اگر

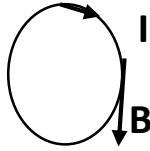
بزرگتر بود جهت میدان کل ما هم همون جهتی هست مثلاً برای مثال فرض کنیم $B_2 > B_1$

$B_T = B_2 - B_1$ و جهت میدان کل برون سو و وقتی هم جهت بودن یعنی هردو درون یا یا

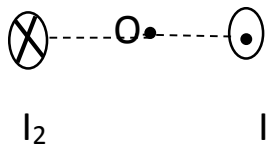
هر دو برون سو باهم جمع می شوند

نکته: میدان مغناطیسی دایره ای میدان در اینجا در هر نقطه بر مسیر حرکت

مماس و همان جهتی هست یعنی:

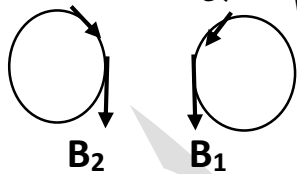


مثال: مثال: مطابق شکل دو سیم مستقیم و بلند حامل جریان های I_1 و I_2 عمود بر صفحه



قرار دارند میدان مغناطیسی برآیند در نقطه O بدست آورید.

اگر انگشت شصت دست راست خود را بر روی جهت جریان بگذاریم و طبق قاعده دست راست

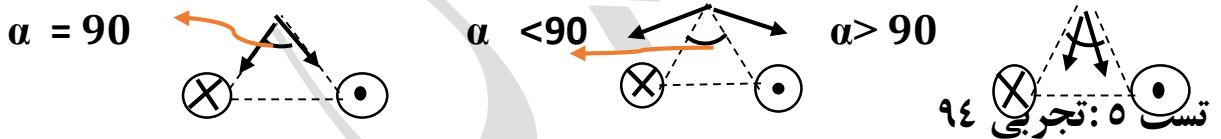


جهت بسته شدن چهار انگشت جهت میدان ما باشد به شکل می شود

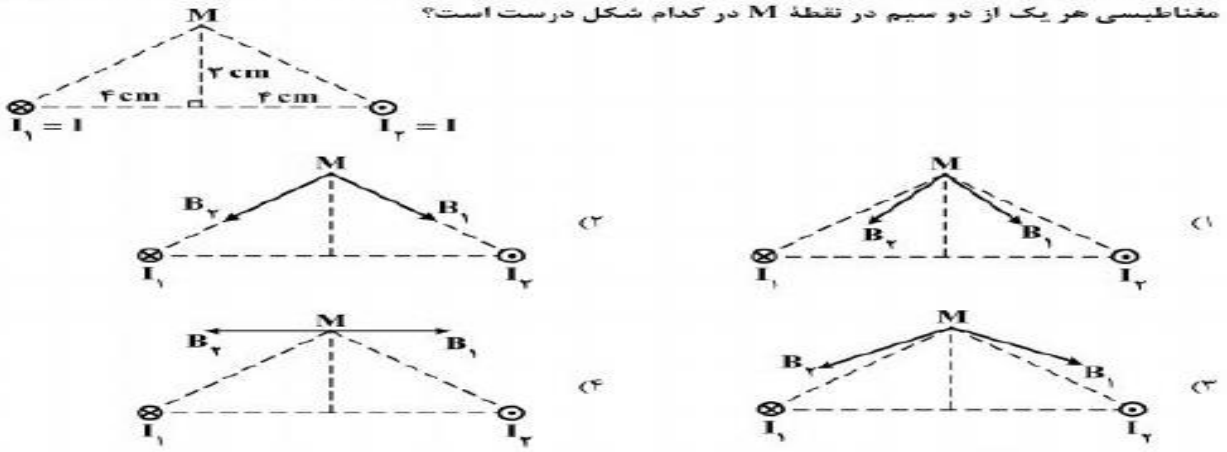
چون پس هم جهت شدن میدان کل جمع می شود $B_T = B_1 + B_2$

نکته خیلی خیلی مهم:

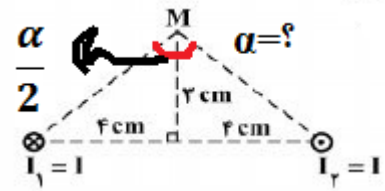
اگر شکل ما اینگونه باشد با توجه به زاویه میدان ها ما به شکل زیر خواهد بود



دو سیم موازی بسیار بلند، حامل جریان I، مطابق شکل زیر عمود بر صفحه قرار دارند. بردار میدان مغناطیسی هر یک از دو سیم در نقطه M در کدام شکل درست است؟

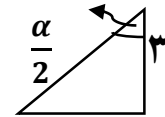


طبق نکته بسیار خوب بالا کافیه ما زاویه مورد نظر رو بدونیم



مثلا از وسط به دو قسمت مساوی تقسیم شده

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = 53^\circ \quad \text{برای بدست آوردن}$$

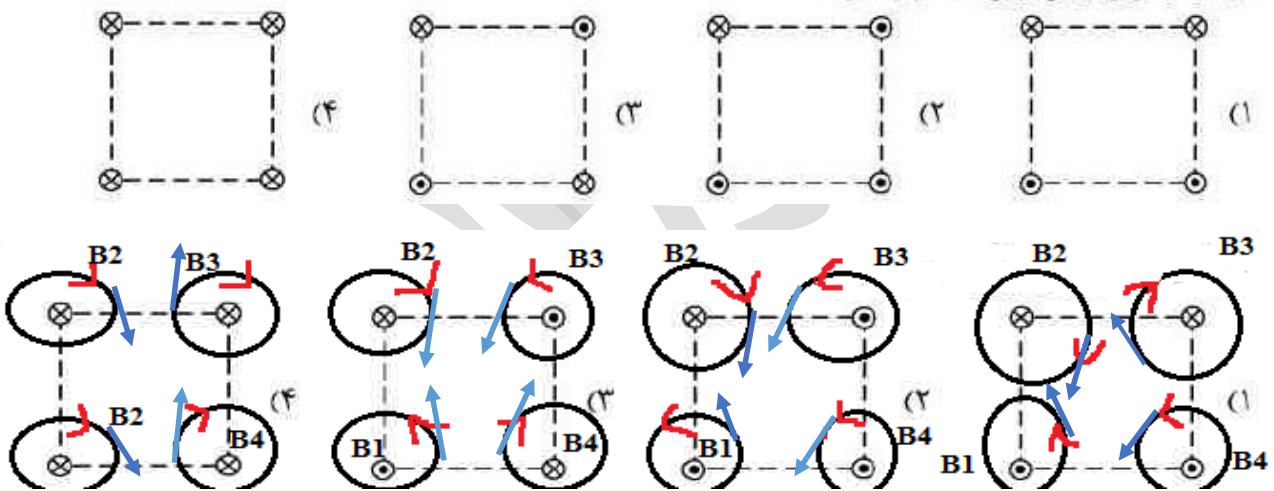


$$\frac{\alpha}{2} = 53 \Rightarrow \alpha = 106 \quad \text{اینو باید بدونید } \tan 53 = \frac{4}{3} \text{ و } \tan 37 = \frac{3}{4} \quad \text{حالا}$$

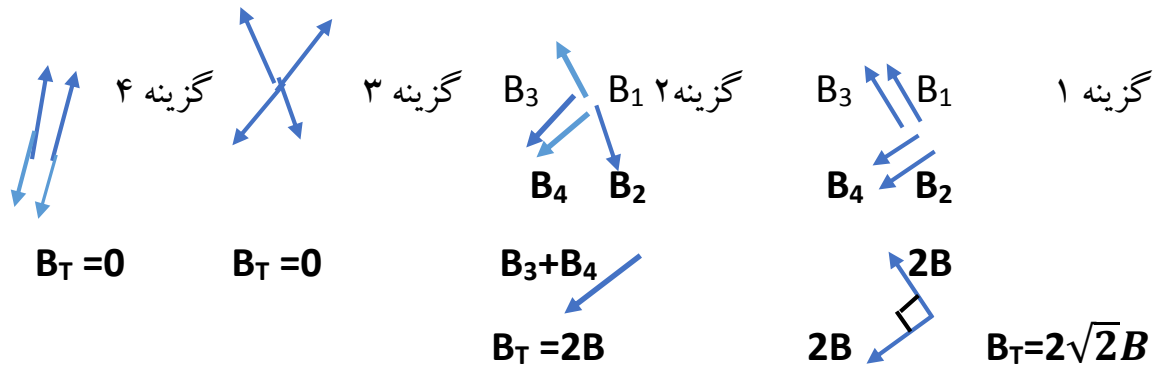
طبق نکته $90 > \alpha$ و گزینه ۱ درسته

تست ۶: تجربی خارج ۹۴

شکل‌های زیر، چهار آرایش را نشان می‌دهد که در آن سیم‌های موازی حامل جریان I در گوشه‌های مربع‌های مشابه قرار گرفته‌اند و سیم‌ها بلند و همگی عمود بر صفحه‌اند. در کدام شکل بزرگی میدان مغناطیسی برآیند در مرکز مربع بیشترین مقدار را دارد؟



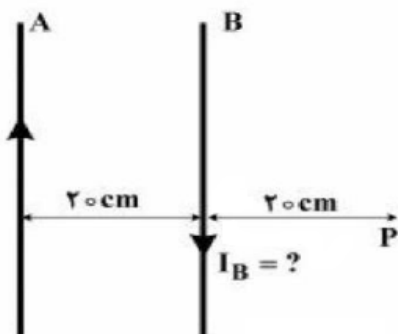
گیج نشید لطفا!!! ما اینجا انگشت شصتمون رو گذاشتیم در جهت جریان بعدش بسته شدن چهار انگشت رو شبیه یه دایره میشه که جهت بسته شدن چهار انگشت شد جهت دایره ها برای کشیدن میدان هم گفتیم کافیه بردار مماس هم جهت با جهت جریانمون باشه حالا هم میایم همه میدان ها رو از یک نقطه که مرکز مربع هست (سوال گفته) از اونجا میکشیم (گزینه ۱ درسته)



تست ۷: تجربی خارج ۹۵

دو سیم بلند و موازی A و B به فاصله ۲۰ سانتی متر از یکدیگر قرار دارند و از سیم A جریان $I_A = 10\text{ A}$ از پایین به طرف بالا عبور می کند. از سیم B چند آمپر از بالا به طرف پایین عبور کند تا اندازه میدان مغناطیسی حاصل

از دو سیم در نقطه P برابر 3×10^{-6} تسلا باشد؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}})$



- (۱) فقط ۲
- (۲) فقط ۳
- (۳) ۲ یا ۳
- (۴) ۳ یا ۹

پاسخ: $R_A = 40\text{cm} = 0.4\text{m}$ $R_B = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$

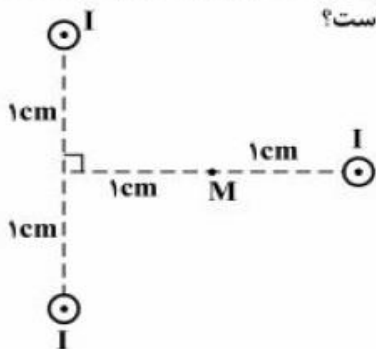
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{R} \rightarrow \begin{cases} B_A = 5 \times 10^{-6} \\ B_B = 10^{-6} I \end{cases}$$

و جهت میدان مغناطیسی سیم B در نقطه P برون سو می باشد، میدان برآیند باید از تفاضل دو میدان A و B بدست آید. ولی چون نمی دانیم کدام میدان قوی تر است پس دو حالت را در نظر می گیریم:

$$\begin{cases} B_A - B_B = 3 \times 10^{-6} \rightarrow 5 \times 10^{-6} - 3 \times 10^{-6} = 10^{-6} \text{ I} \Rightarrow 2 \times 10^{-6} = 10^{-6} \text{ I} \Rightarrow \text{I} = 2 \\ B_B - B_A = 3 \times 10^{-6} \rightarrow 10^{-6} \text{ I} - 5 \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-6} \Rightarrow 10^{-6} \text{ I} = 8 \times 10^{-6} \Rightarrow \text{I} = 8 \end{cases}$$

تست ۸: تجربی ۹۵

مطابق شکل زیر، از سه سیم مستقیم و بلند که بر صفحه کاغذ عمودند، جریان $I = 2\text{ A}$ در جهت نشان داده شده عبور می کند. برآیند میدان مغناطیسی حاصل از سه سیم در نقطه M، چند تسلا است؟

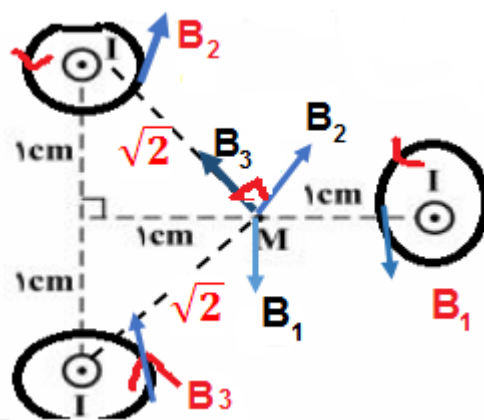


$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}})$

- (۱) صفر
- (۲) 2×10^{-5}
- (۳) $4\sqrt{2} \times 10^{-5}$
- (۴) 8×10^{-5}

پاسخ: شبیه کنکور ۹۴ خارج چهار انگشت دستمان در جهت های برون سو جهت بسته شدن

چهار انگشت دایره هایی می شوند که میدان حرکت بران مماس هست و در اخر امیدیم تمام میدان ها در نقطه M حساب کردیم. تک تک میدان های روی دایره رو نقطه M گذاشتیم



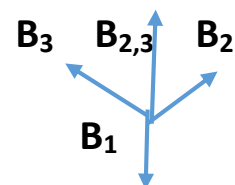
$$R_2=R_3=\sqrt{2}cm = \sqrt{2} \times 10^{-2}m$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \quad \text{یا} \quad B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{R} \quad B_2=B_3 = 2 \times 10^{-7} \frac{2}{\sqrt{2} \times 10^{-2}}$$

$$\text{برای } B_{2,3} = B_2 \sqrt{2} = 4 \times 10^{-5}$$

$$R_1=1cm=1 \times 10^{-2}m$$

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{2}{10^{-2}} = 4 \times 10^{-5}$$

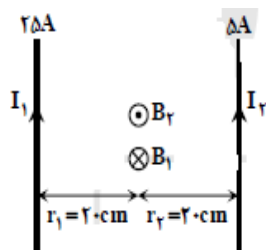


$$B_T = B_{2,3} - B_1 = 0 \quad \text{گزینه ۱ درست}$$

تست ۹: دو سیم راست و طویل موازی در فاصله 40cm از هم قرار دارند در یکی از آنها جریان

۱۵امپر و دیگری جریان ۲۵ امپر که هم جهت می باشند می گذرد میدان مغناطیسی در وسط فاصله

بین دو سیم چند تسلا است؟ **خارج ۹۱** $2\pi \times 10^{-5}$ 2×10^{-5} $2\pi \times 10^{-7}$ 2×10^{-7}



می دانیم اندازهی میدان مغناطیسی در فاصله r از یک سیم حامل جریان از رابطهی

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{r}$$

تعیین جهت مغناطیسی، مشخص است میدان های حاصل از دو سیم در وسط فاصلهی بین آنها در

خلاف جهت یکدیگر است و داریم:

گزینه ۳ درست

$$B_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{r_1} = 2 \times 10^{-7} \frac{25}{0.2} = 25 \times 10^{-6} T \otimes$$

$$B_2 = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{r_2} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{15}{0.2} = 15 \times 10^{-6} T \otimes$$

$$\Rightarrow B_T = B_1 - B_2 = 20 \times 10^{-6} T = 2 \times 10^{-5} T \otimes$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$$

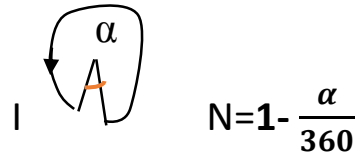
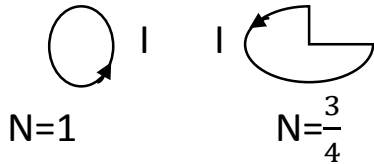
میدان مغناطیسی در مرکز حلقه :

N = تعداد دور

R = شعاع حلقه

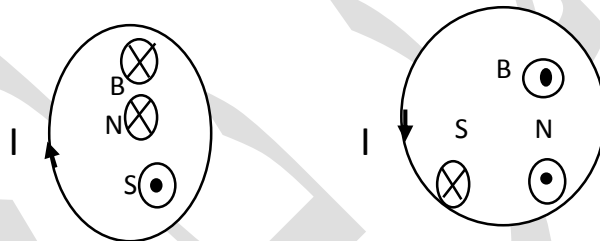
$$N = \frac{x}{2\pi R}$$

x = طول سیم



برای تشخیص میدان مغناطیسی در مرکز حلقه :

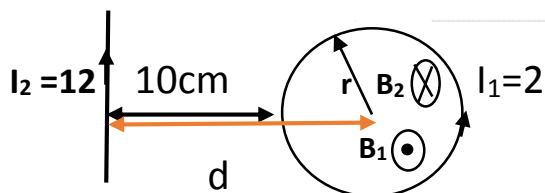
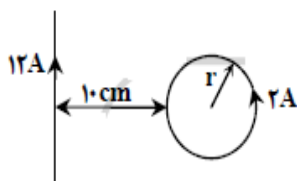
انگشت شصت دست راست را در جهت جریان بر روی سیم قرار داده جهت بسته شدن چهار انگشت جهت میدان مغناطیسی را نشان می دهد (برای مشخص شدن قطب S و N جهتی که میدان حلقه هست جهت N ما می شود و برعکس جهت S ما)
مثال : در شکل ها زیر جهت میدان و قطب S و N را مشخص کنید.



تست ۱۰ : تجربی خارج ۸۹

در شکل مقابل برآیند میدان مغناطیسی سیم بلند حامل جریان ۱۲A و حلقه‌ی حامل جریان ۲A در مرکز حلقه برابر صفر است. شعاع حلقه

چند سانتی متر است؟ ($\pi = 3$)



۵ (۱)

۱۰ (۲)

۱۵ (۳)

۲۰ (۴)

پاسخ :

اومدیم میدان های مربوط به سیم و حلقه رو کشیدیم که برای حلقه B_1 شد برون سو برای سیم B_2 شد درون سو . حالا برای اینکه میدان در وسط حلقه صفر بشه و اینا هم که خلاف هم هستن

$$B_T = B_1 - B_2 = 0 \quad B_1 = B_2$$

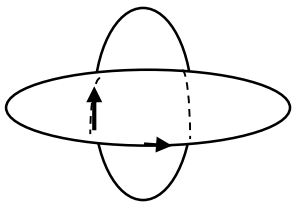
می تونیم بنویسیم

$$N=1 \quad \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

$$\frac{2}{r} = \frac{4}{2 \times (10+r)} \quad 20+2r=4r \quad r=10\text{cm}$$

تست ۱۱: دو حلقه هم مرکز به شعاع های 10cm و 5cm که در هر یک جریان 0/5 امپری جاری است به صورت عمود برهم قرار دارند بزرگی میدان مغناطیسی حاصل در مرکز حلقه ها چند تسلا است؟ $\mu_0 = 12 \times 10^{-7}$ 3×10^{-6} 9×10^{-6} $3\sqrt{3} \times 10^{-6}$ $3\sqrt{5} \times 10^{-6}$

پاسخ: تجربی ۹۰: کافیه دو تا حلقه بکشید که عمود برهم باشند



جهت جریان ها تونم مهم نیست کدوم طرفی باشه هر طرف که عشق تون کشید بکشید بعد از هر حلقه یه مماس رسم کنید که الان برای این شکل میدان ها اینجوری میشند اگر مماس رسم کنیم

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

این باشه برای شعاع 5cm B_1

این شعاع 10cm B_2

$$B_1 = \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 0/5}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-6}$$

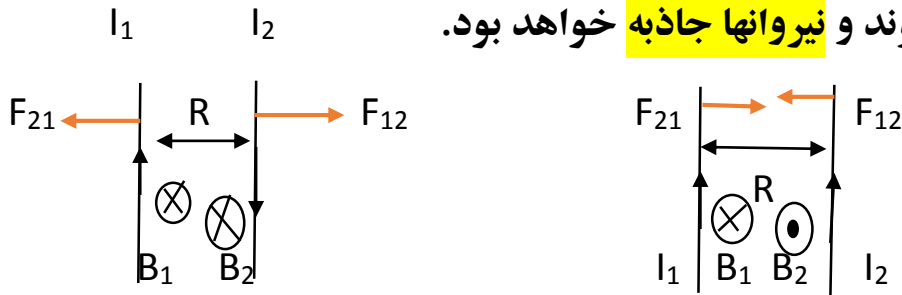
$$B_2 = \frac{12 \times 10^{-7} \times 0/5}{2 \times 10 \times 10^{-2}} = 3 \times 10^{-6}$$

$$B_T = \sqrt{(6 \times 10^{-6})^2 + (3 \times 10^{-6})^2} = 3\sqrt{5} \times 10^{-6}$$

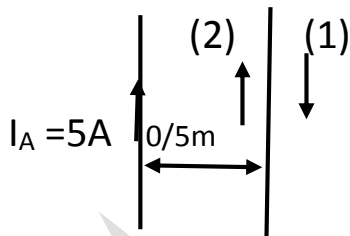
$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2 L}{R}$$

نیروی بین دو سیم موازی، مستقیم و حامل جریان:

دو سیم اگر خلاف جهت باشند میدان ها آنها در مرکز هم جهت می شوند که نیروهای آنها دافعه خواهد بود و اگر اگر سیم ها جهت باشند میدان آنها خلاف جهت می شوند و نیروها جاذبه خواهد بود.



تست ۱۲: دو سیم بلند A و B مطابق شکل در یک صفحه قرار دارند از سیم B جریان چند امپر و در چه جهتی عبور کند تا از طرف سیم B بر 0/5 متر از سیم A نیروی دافعه به اندازه 4×10^{-6} نیوتن وارد می شود؟ تجربی ۹۲



- (۱) ۸ امپر در جهت ۱
(۲) ۸ امپر در جهت ۲
(۳) ۴ امپر در جهت ۱
(۴) ۴ امپر در جهت ۲

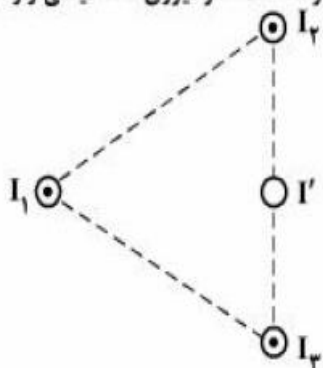
پاسخ: برای اینکه نیرو دافعه باشد باید جهت ها جریان خلاف جهت F باشد یعنی جهت ۱

$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2 L}{R} \Rightarrow 4 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{5 \times 0.5 \times I_B}{0.5} \Rightarrow I_B = 4A$$

تست ۱۳: تجربی ۹۶

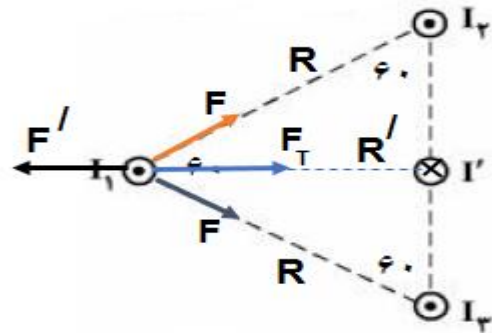
سه سیم بلند و موازی، هر یک حامل جریان I عمود بر صفحه قرار دارند. نقطه تلاقی سیم ها با صفحه یک مثلث متساوی الاضلاع را تشکیل می دهد. سیمی حامل جریان I' از وسط قاعده مثلث و موازی با سیم های دیگر عبور کرده است. اگر نیروی مغناطیسی وارد بر

سیم حامل جریان I1 برابر صفر باشد، اندازه و جهت جریان I' کدام است؟



- (۱) $\frac{3}{2}I$ و \odot
(۲) $\frac{3}{2}I$ و \otimes
(۳) I و \odot
(۴) I و \otimes

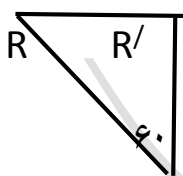
پاسخ: ما گفتیم اگر جهت جریان مون هم جهت باشه نیرومون جاذبه میشه پس اینجا نیروهایی که I_1 وارد میشه جاذبه هست و اینکه مثلث متساوی اضلاع همه زاویه ها بینش 60° درجه هست و همه اضلاع ان هم برابر است ما فرض می کنیم ضلع ان باشد L



چون فاصله و جریان ها مساوی بود نیرو رو گفتیم F برای هر طرف که براینده علت زاویه 60° درجه شد $F_T = F\sqrt{3}$ از طرفی چون باید نیروها در جریان ۱ صفر شوند پس باید نیرو F' که از جانب I' هست خلاف جهت باشد در اینصورت I' باید درون سو باشد که با I_1 نیرو دافعه بسازد و

برای صفر شدن باید $F' = F\sqrt{3}$ یعنی $F' = F_T$

$$F' = F\sqrt{3} \rightarrow 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I' L}{R'} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I L}{R} \sqrt{3} \rightarrow \frac{I'}{\frac{\sqrt{3}}{2} R} = \sqrt{3} \frac{I}{R}$$

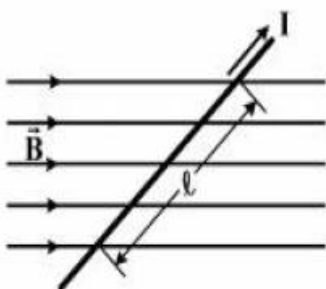


$$\sin 60 = \frac{R'}{R} \rightarrow R' = \frac{\sqrt{3}}{2} R$$

گزینه ۲ درست

تست ۱۴: تجربی خارج ۹۶

- در شکل زیر، میدان مغناطیسی به صورت افقی در جهت غرب به شرق است و مقدار آن 500 گاوس است. سیم افقی است و جریان $I = 25$ A در جهت شمال شرقی از آن عبور می کند. اگر $\ell = 80$ cm و زاویه بین سیم و میدان 37° باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر این قسمت از سیم، چند نیوتون و به کدام جهت است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



- (۱) قائم روبه پایین 0.8 ، (۲) قائم روبه پایین 0.6 ، (۳) قائم روبه بالا 0.8 ، (۴) قائم روبه بالا 0.6

$$F = ILB \sin \theta \quad B = 500 \text{G} = 500 \times 10^{-4} \text{T} = 5 \times 10^{-2} \quad L = 80 \text{cm} = 0.8 \text{m} \quad \text{پاسخ:}$$

$$F = 25 \times \frac{8}{10} \times 5 \times 10^{-2} \times \sin 37 = 0.6$$

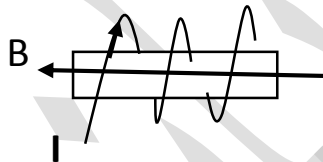
چهار انگشت در جهت جریان کفت دست رو به میدان انگشت شصت نیرو هست که رو به بالا از قصد این سوال رو اینجا آوردیم تا ببینید اون فرمول قبلی مربوط به دو سیم موازی جریان دار بود این نیرو مربوط به یک سیم هست پس قاطی نکنید نیروها رو

سیم لوله یا سیم پیچ: (این قسمت کمترین سوال ممکن در ده سال اخیر بوده در واقع فقط یک سوال اومده از سال ۸۴ تا حالا)

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L} \quad \text{میدان داخل سیملوله}$$

$L =$ طول سیملوله $N =$ تعداد حلقه

برای تشخیص جهت میدان درون سیملوله انگشت شصت دست راست در جهت جریان جهت



بسته شدن چهار انگشت جهت میدان را نشان می دهد

طبق گفته ها قبل جهت میدان به سمت قطب N است یعنی الان داخل شکل بالا

تست ۱۵: طول سیم لوله ای 20cm و دارای ۲۰۰ حلقه است که به صورت منظم پیچیده شده است اگر از آن جریان الکتریکی ۵ امپر عبور کند میدان مغناطیسی داخل چند گاوس است ؟

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \quad 2\pi \quad 4\pi \quad 20\pi \quad 40\pi \quad \text{تجربی ۹۳}$$

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 200 \times 5}{0.2} = 20\pi \times 10^{-4} \text{ T} = 20 \text{G}$$

دانش آموزا عزیز توی این فصل لطفا سه فرمول میدان در اطراف سیم، حلقه و سیملوله رو یک بار برای خودتون بنویسید قاطی نکنید. طریقه مشخص کردن میدان هم برای این سه مورد یکی هست یعنی شصت جهت جریان بسته شدن چهار انگشت جهت میدان جز اول درس که در مورد نیرو بود مشخص کردن جهت نیرو فرق داره چهار انگشت جهت جریان کفت دست رو به میدان شصت میشد جهت نیرو

فصل ۴ القا مغناطیسی

مساحت m^2

شار مغناطیسی : $\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$ ← واحد شار ، وبر هست

تست ۱ : حلقه ای درون میدان مغناطیسی $0/2$ تسلا قرار دارد و حول یکی از قطره‌هایش که عمود بر خطوط میدان است می چرخد و بیشترین شار مغناطیسی که از آن می گذرد

4×10^{-3} وبر است مساحت این حلقه چند سانتی متر مربع است؟ تجربی خارج ۸۹

پاسخ : بیشترین شار مغناطیسی $\theta = 0 \Rightarrow \Phi_{max} = B \cdot A$

کمترین شار $\theta = 180 \Rightarrow \Phi_{min} = -B \cdot A$

حل سوال : $\Phi_{max} = B \cdot A \Rightarrow 4 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-1} \times A$

$$A = \frac{4 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-1}} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 200 \text{ cm}^2$$

قانون القای فارادی :

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

تعداد حلقه

نیرو محرکه متوسط

اهنگ متوسط تغییر میدان : $\frac{\Delta B}{\Delta t}$: $-N A \cos\theta \frac{\Delta B}{\Delta t}$ تغییر میدان

اهنگ متوسط تغییر مساحت : $\frac{\Delta A}{\Delta t}$: $-N B \cos\theta \frac{\Delta A}{\Delta t}$ تغییر مساحت

تغییر زاویه : $\frac{(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t}$: $-N B A \frac{(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t}$

$$\varepsilon = \left| -N \frac{d\Phi}{dt} \right|$$

نیرو محرکه لحظه ای

اهنگ متوسط تغییر میدان : $\frac{dB}{dt}$: $-N A \cos\theta \frac{dB}{dt}$ تغییر میدان

اهنگ متوسط تغییر مساحت : $\frac{dA}{dt}$: $-N B \cos\theta \frac{dA}{dt}$ تغییر مساحت

در نیرو محرکه لحظه ای از شار مشتق می گیریم یا از میدان مشتق میگیریم یا از مساحت مشتق میگیریم بسته به صورت مسئله

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \quad I = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| \quad \text{جریان القایی متوسط:}$$

$$I = \left| -\frac{N}{R} \frac{d\phi}{dt} \right| \quad \text{جریان لحظه ای:}$$

مقاومت

اینجا هم میشه خوده شار مغناطیسی رو مثل صفحه قبل بازش کرد و همراه با میدان مساحت و زاویه نوشت مثل صفحه قبل

تست ۲: شار مغناطیسی عبوری از حلقه ای مطابق رابطه $\phi = (4t^2 - 3t + 1) \times 10^{-3}$

نیروی محرکه القایی در ۲ ثانیه اول حرکت بدست اورید. **ریاضی ۸۷** مشابه تجربی ۸۹

دو ثانیه اول یعنی از لحظه $t=0$ یا $t=2s$

$$\phi = (4t^2 - 3t + 1) \times 10^{-3} \quad \left[\begin{array}{l} t_1=0 \quad \phi_1 = 1 \times 10^{-3} \\ t_2=2s \quad \phi_2 = 11 \times 10^{-3} \end{array} \right.$$

$$\varepsilon = \left| -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = -1 \times \frac{(11-1) \times 10^{-3}}{2-0} = 5 \times 10^{-3}$$

تست ۳: حلقه ای به مساحت ۲۰۰ سانتی مترمربع عمود بر خطوط میدان مغناطیسی

یکنواخت قرار دارد اگر در مدت ۰/۰۲ ثانیه میدان مغناطیسی بدون تغییر به اندازه ۰/۰۸

تسلا کاهش یابد نیرو محرکه القایی در حلقه چند ولت است؟ **ریاضی خارج ۸۷**

0/16 0/12 0/08 0/04

$$\varepsilon = \left| -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = -N A \cos\theta \frac{\Delta B}{\Delta t} = -1 \times 200 \times 10^{-4} \times \cos 0 \times \frac{-0/08}{0/02} = 0/08$$

تست ۴: حلقه ای به شعاع ۲ سانتی متر عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد این حلقه از

سیم مسی به شعاع مقطع ۲mm و مقاومت ویژه $1/7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ تشکیل شده است

میدان مغناطیسی به طور متوسط با چه اهنگی تغییر می کند تا جریانی به اندازه ۰/۲ امپر در

حلقه القا شود؟ **تجربی خارج ۸۷ و ۸۸** 0/028 0/280 0/082 0/820

پاسخ: ابتدا مقاومت الکتریکی حلقه را بدست می اوریم، طول سیم استفاده شده در ساخت حلقه، محیط

حلقه می باشد... شعاع حلقه = R و شعاع مقطع = r

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{2\pi R}{\pi r^2} = 1/7 \times 10^{-8} \frac{2 \times 2 \times 10^{-2}}{4 \times 10^{-6}} = 1/7 \times 10^{-4}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \quad I = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{N A \cos\theta}{R} \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

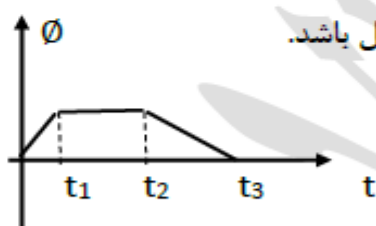
$$0/2 = \frac{1 \times \pi \times 2^2 \times 10^{-4} \times \cos 0}{1/7 \times 10^{-4}} \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad 0/2 = \frac{12}{1/7} \times \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{0/2 \times 1/7}{12} = \frac{34}{12} \times 10^{-2} = 2/8 \times 10^{-2} = 0/028$$

نمودار های القای الکترومغناطیس فاراده :

در این قسمت نمودار $\Phi - t$ و $\varepsilon - t$ را بررسی می کنیم

به عنوان مثال اگر نمودار $\Phi - t$ به شکل مقابل باشد.



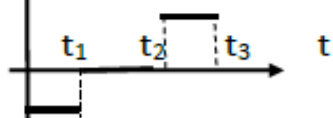
از روی این نمودار می خواهیم نمودار $\varepsilon - t$ را رسم کنید

از روی این فرمول $\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ می شود نتیجه گرفت نیروی محرکه القایی برابر با قرینه شیب نمودار $\Phi - t$ است به عبارتی :

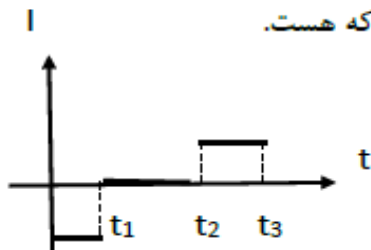
از لحظه صفر تا t_1 ، شیب نمودار $\Phi - t$ ثابت و مقدار مثبتی است بنابراین در این مدت نیروی محرکه القایی ثابت و منفی است.

از لحظه t_1 تا t_2 شیب نمودار $\Phi - t$ صفر است بنابراین نیروی محرکه القایی صفر است

از لحظه t_2 تا t_3 شیب نمودار $\Phi - t$ ثابت و مقدار منفی است بنابراین نیروی محرکه مثبت



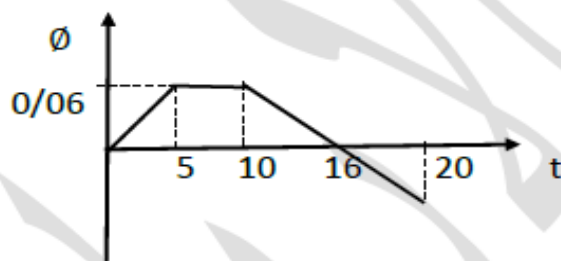
نمودار جریان - زمان از آنجایی که فرمول آن به صورت $I = \frac{\varepsilon}{R}$ و با فرمول نیرو محرکه ارتباط مستقیم دارد نمودار آن هم شبیه نمودار نیرو محرکه هست.



تست ۵: نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بر حسب زمان مطابق شکل است نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در بازه زمانی 10 تا 16 ثانیه چند میلی ولت است؟

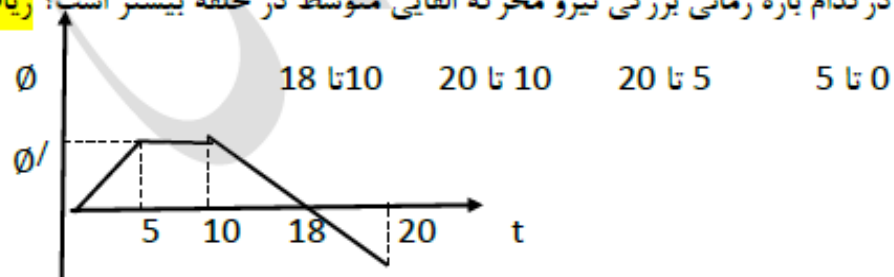
10 20 0/02 0/01

ریاضی خارج ۸۸



$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -1 \times \frac{0 - 0/06}{16 - 10} = \frac{0/06}{6} = 0/01 = 10V$$

تست ۶: نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بر حسب زمان مطابق شکل است در کدام بازه زمانی بزرگی نیرو محرکه القایی متوسط در حلقه بیشتر است؟ ریاضی ۸۸



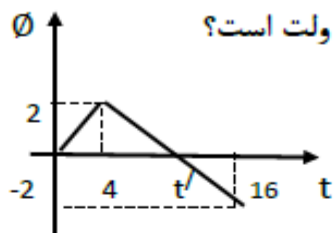
$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\phi'}{5-0} \quad \varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\phi'}{20-5} = \frac{\phi'}{15}$$

پاسخ:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\phi'}{20-10} = \frac{\phi'}{10} \quad \varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\phi'}{18-10} = \frac{\phi'}{8}$$

اگر ببینید تمام صورت ها یکی هستن هرچه مخرج کوچکتر نیرو محرکه بزرگتر پس گزینه ۱ درست است. فرمول بالا همش داخل قدر مطلقه و نیرو محرکه همش مثبت هست

تست ۷: نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه نسبت به زمان مطابق شکل رو به رو است در لحظه t' بزرگی نیروی محرکه القایی در حلقه چند ولت است؟



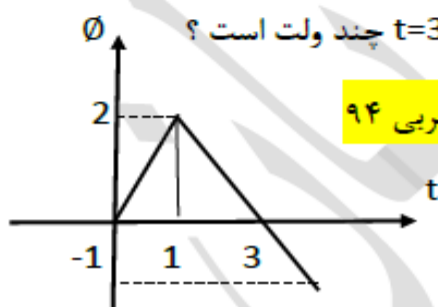
ریاضی خارج ۸۹ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ 2 0

پاسخ: نکته: اگر شیب نمودار $\Phi - t$ ثابت باشد نیروی محرکه القایی در تمام لحظه ها برابر نیروی محرکه القایی متوسط است.

باتوجه به اینکه نمودار از 4 ثانیه تا 16 ثانیه خطی است بنابراین شیب نمودار هم ثابت و یکسان است پس نیروی محرکه القایی متوسط در این بازه برابر است با نیروی محرکه القایی در هر لحظه از این بازه از جمله در لحظه t'

$$\varepsilon = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = 1 \times \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t_2 - t_1} = \left| \frac{-2 - 2}{16 - 4} \right| = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

تست ۸: نمودار تغییرات شار مغناطیسی بر حسب زمان که از یک حلقه می گذرد به صورت شکل مقابل است نیروی محرکه القا شده در لحظه $t=3s$ چند ولت است؟



تجربی ۹۴ $\frac{3}{2}$ $\frac{1}{2}$ 1 0

پاسخ: شیب مماس بر نمودار $\Phi - t$ نشان دهنده نیروی محرکه در آن لحظه است

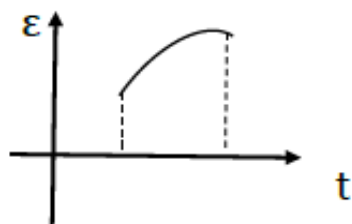
شیب مماس بر نمودار در لحظه 3 ثانیه با در شیب خط بازه زمانی 1 تا 3 ثانیه برابر است

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{0 - 2}{2} \right| = 1$$

نکته: مساحت زیر نمودار نیروی محرکه بر حسب زمان برابر است با حاصل ضرب

تعداد حلقه ها و تغییرات شار مغناطیسی

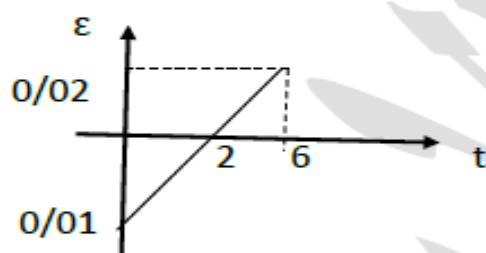
$$S = |N\Delta\Phi|$$



باتوجه به فرمول $\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ اگر نمودار بالای محور t باشد تغییرات شار مغناطیسی منفی است و اگر نمودار پایین محور t باشد تغییرات شار مغناطیسی مثبت است زیرا:

$$\underbrace{\varepsilon \times \Delta t}_{\text{مساحت}} = -N\Delta\phi$$

مثال: نمودار نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه ای شامل 1000 حلقه، مطابق شکل است. اندازه تغییر شار مغناطیسی در بازه زمانی صفر تا ۶ ثانیه چند wb است؟



پاسخ: $N\Delta\phi = -0/01$ \Rightarrow $S_1 = \frac{0/01 \times 2}{2} = 0/01$ از زمان صفر تا 2 ثانیه

$S_2 = \frac{0/02 \times 4}{2} = 0/04$ از 2 تا 6 ثانیه $\Rightarrow N\Delta\phi = -0/04$

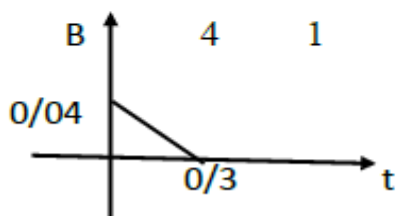
$N\Delta\phi = +0/01 - 0/04 = -0/03$ $\xrightarrow{N=1000}$ $1000 \times \Delta\phi = -0/03$

$\Delta\phi = \frac{-3 \times 10^{-2}}{1000} = -3 \times 10^{-5}$ $\quad \left| \Delta\phi \right| = 3 \times 10^{-5}$

چون گفت اندازه تغییرات شار کلمه اندازه یعنی داخل قدر مطلق یعنی مثبت

نمودار های میدان مغناطیسی:

تست ۹: حلقه ای به شعاع 10cm و مقاومت 5Ω عمود بر میدان مغناطیسی که اندازه ان مطابق شکل رو به رو تغییر می کند قرار دارد جریان القایی حلقه در لحظه $t = 0/2s$ چند میلی امپر است؟ تجریمی ۸۷



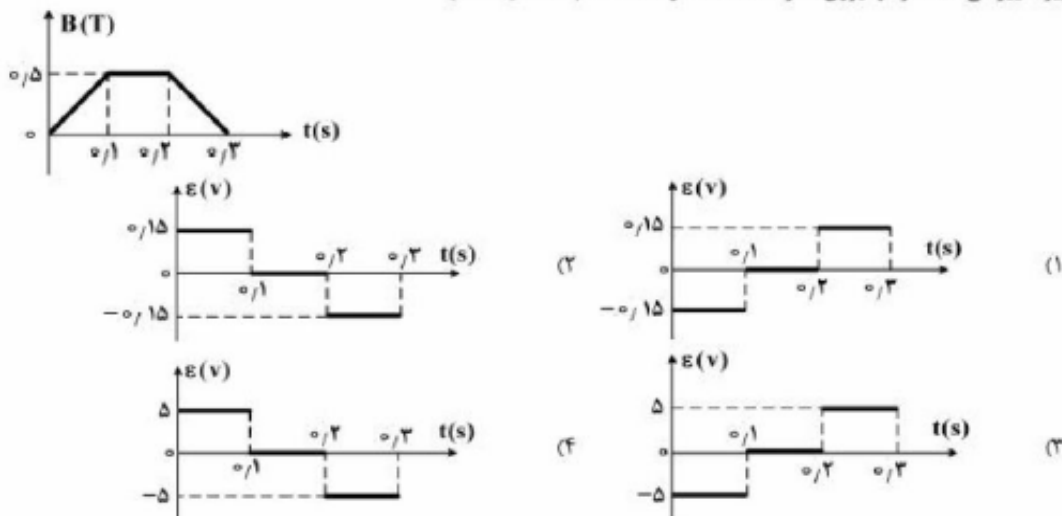
پاسخ: نمودار میدان برحسب زمان خطی است بنابراین جریان در لحظه 0/2 ثانیه با جریان متوسط در بازه زمانی 0 تا 0/3 ثانیه یکسان است.

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \quad I = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{NA \cos\theta \Delta B}{R \Delta t} \right| \quad A = \pi r^2$$

$$= \frac{1 \times \pi \times 10^2 \times 10^{-4} \times \cos 0}{5} \times 10^{-3} \frac{-0/04}{0/3} = \frac{4}{5} \times 10^{-3} = 0/8 \times 10^{-3} = 0/8 \text{mA}$$

تست ۱۰ ریاضی خارج ۹۶

- یک حلقه به شعاع $r = 1$ سانتی‌متر و مقاومت $\Delta \Omega$ به‌طور عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد و میدان مغناطیسی مطابق شکل زیر تغییر می‌کند. نمودار نیروی محرکه القا شده در حلقه، کدام است؟ (کدام است؟) ($\pi = 3$)



در این تست فقط میدان مغناطیسی متغیر است.

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -NA \cos\theta \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\underline{N=1} \quad \underline{A=\pi r^2} \quad \varepsilon = -\pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\text{مرحله اول} \quad \varepsilon_1 = -3 \times (0/1)^2 \frac{0/5-0}{0/1} = -0/15$$

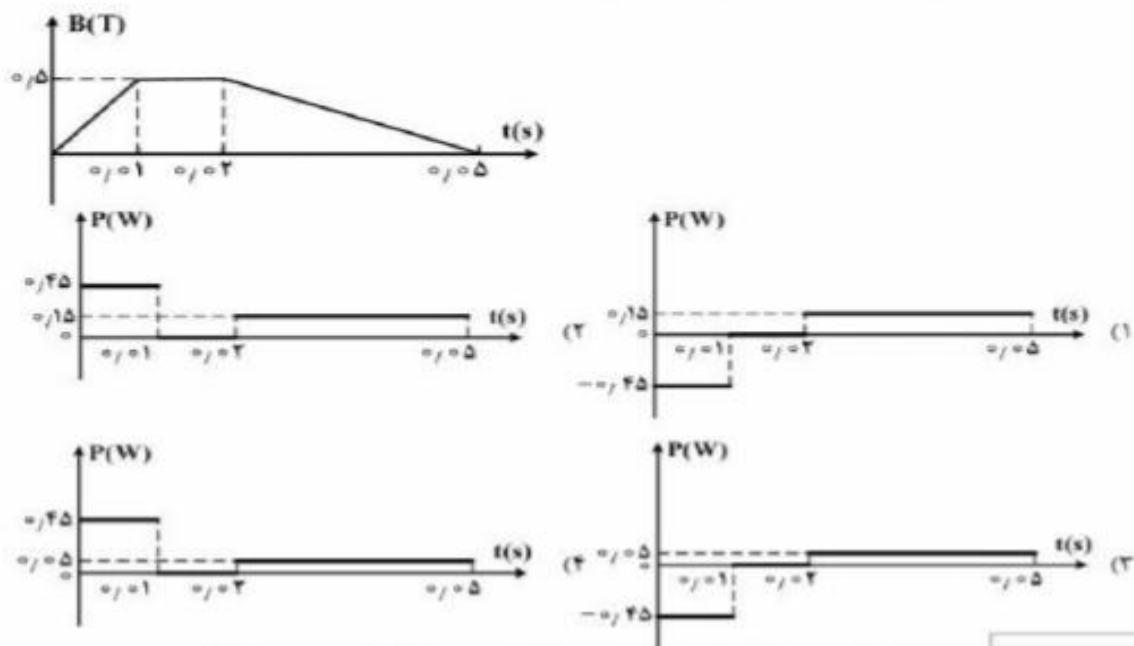
$$\text{مرحله دوم} \quad \varepsilon_2 = 0$$

$$\text{مرحله سوم} \quad \varepsilon_3 = -3 \times (0/1)^2 \frac{0-0/5}{0/1} = 0/15$$

بنابراین گزینه ۱ درست است

تست ۱۱: تجربی ۹۵

نمودار تغییرات میدان مغناطیسی بر حسب زمان، که بر یک حلقه دایره‌ای به شعاع 10 cm و مقاومت $\Delta\Omega$ عمود است، مطابق شکل زیر است. نمودار آهنگ تولید انرژی گرمایی بر حسب زمان در این حلقه کدام است؟ ($\pi = 3$)



$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -1 \times \underbrace{A}_{0.1R} \times \underbrace{\cos\theta}_1 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{(0 \rightarrow 1)} = -0.1 \times 3 \times \frac{-0.15}{0.1} = -1.5 \text{ V} \rightarrow P = \frac{V^2}{R} = \frac{2.25}{5} = 0.45 \text{ W}$$

$$\mathcal{E}_{(1 \rightarrow 2)} = 0 \rightarrow P = 0$$

$$\mathcal{E}_{(2 \rightarrow 5)} = -0.1 \times 3 \times \frac{-0.15}{3} = 0.15 \text{ V} \rightarrow P = \frac{0.225}{5} = 0.045 \text{ W}$$

بنابراین گزینه ۴ درست است

قانون لنز :

جهت جریان القایی در مدار جهتی است که اثار مغناطیسی ناشی از جریان القایی با عامل به وجود آورنده جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می کند.

توجه : علامت منفی قانون القای الکترومغناطیس فاراده نشان دهنده همین مخالفت است.

توضیح : مخالفت با تغییر شار مغناطیسی ، یعنی این که اگر شار مغناطیسی زیاد شود، جهت جریان القایی طوری باشد که مخالف زیاد شدن شار مغناطیسی شود و اگر شار مغناطیسی کم شود جهت جریان القایی مخالف کم شدن شار مغناطیسی شود و این مخالفت با ایجاد میدان القایی به صورت زیر انجام می شود.

توجه : اگر شار مغناطیسی زیاد شود میدان مغناطیسی القایی خلاف جهت میدان

اصلی ، تعیین جهت جریان با استفاده از قاعده دست راست

توجه : اگر شار مغناطیسی کم شود میدان مغناطیسی القایی هم جهت میدان با

میدان اصلی و تعیین جهت جریان با استفاده از قاعده دست راست

مراحل استفاده از قانون لنز:

با توجه به توضیحات بالا ، اگر میدان مغناطیسی را با B و میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی را B' و جریان القایی را با I در نظر بگیریم به ترتیب زیر عمل می کنیم:

(۱) تعیین جهت و رسم خط میدان مغناطیسی B

(۲) تعیین جهت و رسم خط میدان مغناطیسی B' به دو حالت زیر :

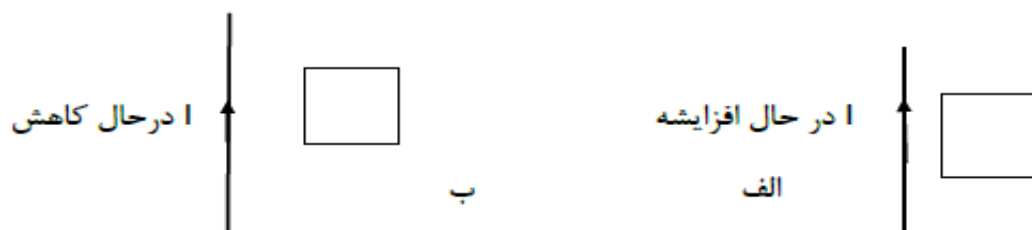
اگر شار مغناطیسی در حال افزایش باشد B' خلاف جهت B است

اگر شار مغناطیسی در حال کاهش باشد B' هم جهت با B است

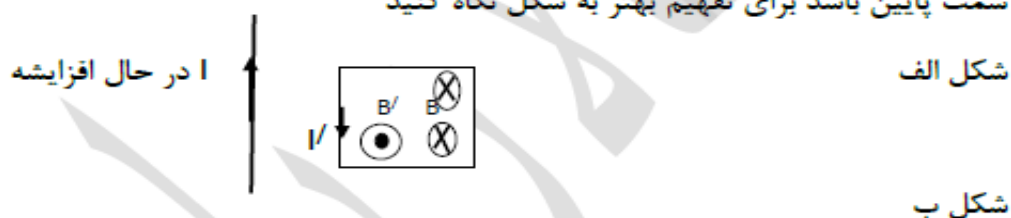
(۳) تعیین جهت I القایی با قاعده دست راست ، انگشت شصت دست راست در جهت جریان

جهت بسته شدن چهار انگشت جهت میدان را نشان می دهد.

مثال : در شکل های زیر جهت جریان القای بر قاب یا مدار بسته را بدست آورید

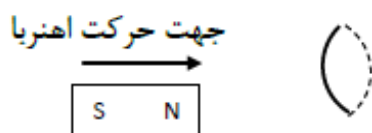


پاسخ : شکل الف : جهت جریان رو به بالا است اگر انگشت شصت دست راست در جهت جریان قرار دهیم جهت بسته شدن چهار انگشت طبق فصل گذشته نشان می دهد داخل قاب میدان درون سو است و چون جریان در حال افزایش هست طبق فرمول شار پس شار هم افزایش پیدا می کند و قانون لنز اینجا می گوید نباید شار افزایش پیدا کند پس خلاف آن باید میدان برون سو اضافه کنیم و وقتی برون سو می شود درون قاب که جهت جریان قاب به سمت پایین باشد برای تفهیم بهتر به شکل نگاه کنید

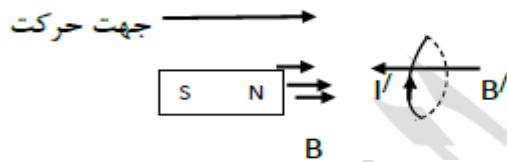


در این شکل هم توضیحات همانند بالا هست میدان داخل قاب درون سو شده طبق قانون دست راست و اینجا با کاهش جریان شار در حال کاهش می شود پس میدان B هم جهت با B/ شده و درون سو می باشد. و برای اینکه داخل قاب میدان درون سو اضافه شود پس باید جریان القای ما I/ به سمت بالا باشد

مثال: قطب N آهنربا به پیچه نزدیک می شود جریان القای در پیچه چه جهتی است؟



میدان در آهن‌ریا از قطب N خارج شده و به طرف راست است و با توجه به جهت حرکت آهن‌ریا به سمت راست که باعث کاهش فاصله آهن‌ریا تا پیچه می‌شود. طبق این فرمول فصل قبل در مورد پیچه‌ها $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ با کاهش فاصله میدان افزایش می‌یابد و با افزایش میدان شار افزایش می‌یابد. پس میدان B' طبق قانون لنز خلاف جهت B می‌باشد و به سمت چپ می‌باشد. برای اینکه میدان به سمت چپ شود جریان القا می‌شود طبق قاعده دست راست باید به سمت بالا باشد.

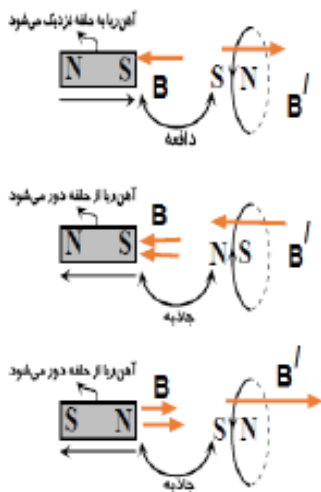


تست ۱۲: تجربی خارج ۹۰

در شکل‌های زیر، با توجه به جهت حرکت آهن‌ریا جهت جریان القا می‌شود در کدام حلقه‌ی فلزی صحیح است؟ (علامت پیکان، نشان‌دهنده‌ی جهت حرکت آهن‌ریا است.)



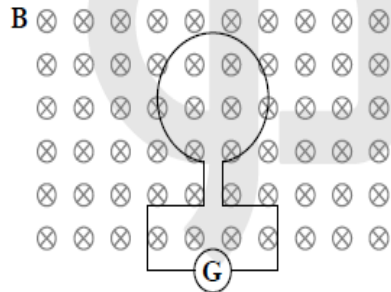
با توجه به قانون لنز، جهت جریان القا می‌شود در گزینه‌ی (۴) صحیح نشان داده شده است. در گزینه‌ی (۴)، آهن‌ریا به سمت چپ در حال حرکت بوده و شار عبوری از حلقه در حال کاهش است. بنابراین جهت القا می‌باید به گونه‌ای باشد که بین حلقه و آهن‌ریا نیروی جاذبه ایجاد کند تا مانع از کاهش شار شود. تذکر: تحلیل سه شکل دیگر نیز مانند گزینه‌ی (۴) بوده و جهت صحیح جریان القا می‌شود در آن‌ها به صورت زیر است:



- راه حل دوم:** جهت بسته شدن چهار انگشت همیشه از S به N
- گزینه‌ی (۱): اینجا برای سادگی کار که شما سراغ کاهش شار با افزایش نرید اومده گفته آهن‌ریا اگر می‌خواهد به حلقه نزدیک شود ما باید کار کنیم که از حلقه دور شود پس اگر خواستیم دور شود باید همانم باشند اگر خواستیم نزدیک شود باید قطب‌ها خلاف هم باشند و پس از تعیین قطب جریان القا می‌شود با قانون دست راست مشخص کرد
- گزینه‌ی (۲):
- گزینه‌ی (۳):

تست ۱۳: تجربی خارج از کشور ۹۲

در شکل روبه‌رو، شار مغناطیسی عبوری از حلقه طبق رابطه $\Phi = (4t^2 + 8t) \times 10^{-2}$ در SI با زمان تغییر می‌کند. بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده در حلقه در لحظه‌ی $t = 1s$ چند ولت است و جهت جریان القایی حلقه در این لحظه کدام است؟



(۱) -۱۶ ساعتگرد

(۲) -۱۶ پادساعتگرد

(۳) ۰/۱۶ ساعتگرد

(۴) ۰/۱۶ پادساعتگرد

با توجه به رابطه $\Phi = (4t^2 + 8t) \times 10^{-2} \text{ Wb}$ ، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه، با افزایش زمان افزایش می‌یابد. بنابراین مطابق قانون لنز، میدان القایی باید در خلاف جهت

میدان اصلی باشد. میدان اصلی که درون سواست پس میدان القایی باید برون سو باشد و برای اینکه میدان القایی برون سو باشد باید طبق قانون دست جهت جریان

ما پاد ساعتگرد باشد

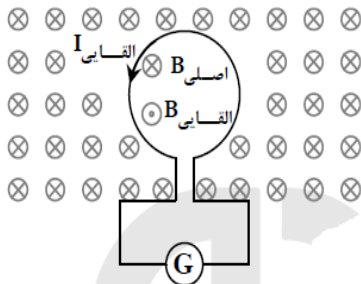
$$\text{در نهایت با توجه به رابطه‌ی } \varepsilon = \left| -N \frac{d\Phi}{dt} \right| \text{ داریم:}$$

$$N = 1, \Phi = (4t^2 + 8t) \times 10^{-2} \text{ Wb}, \varepsilon = ?$$

$$\varepsilon = \left| -N \frac{d\Phi}{dt} \right| = (8t + 8) \times 10^{-2} \text{ V}$$

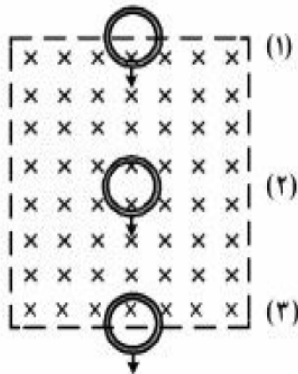
بنابراین نیروی محرکه‌ی القایی در لحظه‌ی $t = 1s$ برابر است با:

$$\varepsilon = (8(1) + 8) \times 10^{-2} = 0.16 \text{ V}$$



تست ۱۵: تجربی خارج ۹۶

- یک حلقه مسی با سرعت ثابت از موقعیت (۱) تا موقعیت (۳) از یک میدان مغناطیسی یکنواخت مطابق شکل زیر عبور می‌کند. اگر جریان القاء شده در حلقه در موقعیت (۱) تا (۳) به ترتیب I_1 ، I_2 و I_3 باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟

(۱) $I_1 = 0$ و $I_3 = 0$ ساعتگرد(۲) $I_1 = 0$ و $I_3 = 0$ ساعتگرد(۳) I_1 ساعتگرد و I_3 ساعتگرد(۴) I_1 ساعتگرد و I_3 پادساعتگرد

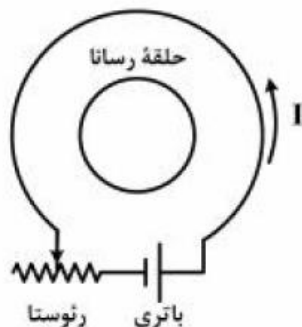
پاسخ : سوال خیلی آسونه از قیافه اش نترسید 😊 حلقه اول که تازه داره وارد میدان ها درون سو میشه و داره میدان هاش افزایش پیدا میکنه طبق قانون لنز پس نباید بزاریم میدان درون سو زیاد بشه باید برون سو اضافه کنیم که باید جریان I₁ پادساعتگرد باشد.

حلقه ۲ که خودش وسط میدان درون سو است بالا یا پایین بره میدان داخلش تغییر نمیکنه میدان ثابت پس جریان القایی ثابت و صفر است

حلقه ۳ داره از میدان درون سو خارج میشه و مقدار میدان داره کمتر میشه طبق قانون لنز نباید بزاریم میدان کم بشه باید درون سو اضافه کنیم برای اینکه میدان القایی درون بشه باید طبق دست راست جریان در حلقه ۳ ساعتگرد باشه.

تست ۱۶ خارج کشور ریاضی ۹۵

در شکل روبه‌رو، اگر لغزنده روئوستا در حال حرکت به سمت چپ باشد، جریان I چگونه تغییر می‌کند و جهت جریان القایی در حلقهٔ رسانا در کدام جهت، خواهد بود؟



- (۱) افزایش، ساعتگرد
- (۲) کاهش، ساعتگرد
- (۳) افزایش، پادساعتگرد
- (۴) کاهش، پادساعتگرد

پاسخ : در صورتی که لغزنده روئوستا (منظور فلش روی روی روئوستا) به سمت چپ حرکت کند. طول مقاومتی از روئوستا که در مدار قرار می‌گیرد افزایش می‌یابد و در نتیجه مقاومت افزایش می‌یابد (طبق این فرمول $R = \rho \frac{l}{A}$ ، مقاومت افزایش پیدا کرد) و با توجه به رابطه $I = \frac{E}{R}$ با افزایش مقاومت، شدت جریان کاهش پیدا کرد.

نکته مهم : هر وقت شکلتون این مدلی دو تا حلقه داخل هم بود اگر جریان کاهش پیدا کنه جهت جریان حلقه داخلی با حلقه بزرگه یکی هست اینجا جهت جریان حلقه بزرگه پادساعتگرده پس حلقه کوچیکه هم پادساعتگرد هست. گزینه ۴

توجه : هر وقت هم جریان افزایش پیدا کرد جهت جریان حلقه بزرگه و حلقه کوچیکه خلاف جهت هم هست. (جهت جریان هم همش از قطب منفی به قطب مثبت باتریه اگر ندانن بهتون)

تست ۱۷ خارج کشور تجربی ۹۵

یک میله فلزی به طول ۳۰ سانتی‌متر در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت $2 \frac{m}{s}$ در راستای عمود بر خطوط میدان حرکت می‌کند و میله نیز بر خطوط میدان عمود است. اگر اندازه میدان مغناطیسی ۰٫۵ تسلا باشد، نیروی محرکه القا شده در این میله چند میلی‌ولت است؟

۶۰ (۴)

۴۵ (۳)

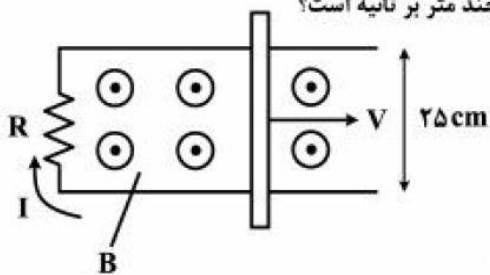
۳۰ (۲)

۱۵ (۱)

$$\varepsilon = BLV = 0.5 \times 0.3 \times 2 = 0.3 \text{ V} = 30 \text{ mV}$$

تست ۱۸ : تجربی ۹۶

در شکل زیر، رسانای U شکل به مقاومت $R = 0.2 \Omega$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 0.1 \text{ T}$ قرار دارد. میله رسانا روی آن با سرعت V در حرکت است. اگر جریان القایی $I = 0.5 \text{ A}$ باشد، سرعت میله چند متر بر ثانیه است؟



۱ (۱)

۴ (۲)

۰٫۱ (۳)

۰٫۴ (۴)

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow \varepsilon = RI$$

$$RI = BLV$$

پاسخ :

$$\varepsilon = BLV$$

$$0.5 \times 0.2 = 0.1 \times 0.25 \times V$$

$$V = 4 \frac{m}{s}$$

تست ۱۹ ریاضی ۹۱ : در شکل روبه رو میدان مغناطیسی درون سو است و قاب U شکل رسانا

است. اگر مماس بر قاب، میله رسانای MN را از حال سکون با تندی در حال افزایش به

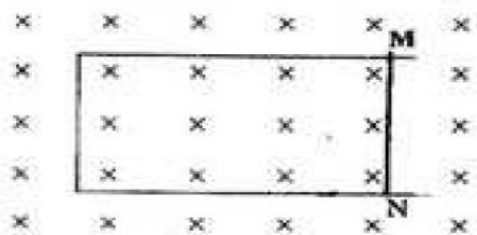
سمت چپ ببریم، جریان القایی در میله از بوده و اندازه آن در این وضعیت خواهد

بود. M به N، در حال افزایش

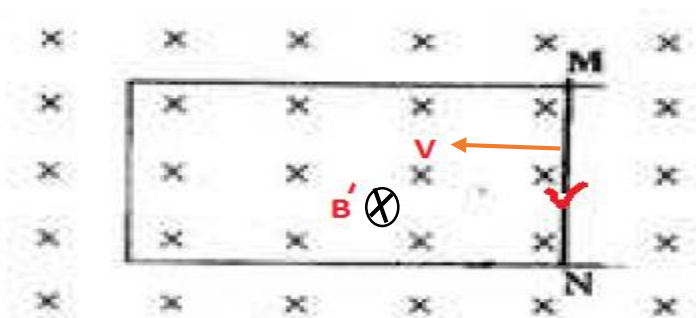
M به N، ثابت

M به N، در حال افزایش

M به N، ثابت

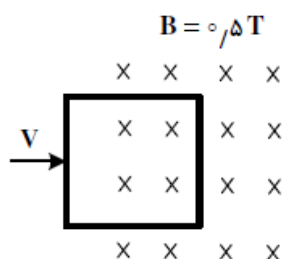


پاسخ: اگر سرعت افزایش پیدا کند شار افزایش پیدا می کند طبق رابطه $\Phi = qvB\sin\theta$ و اگر شار افزایش پیدا کند طبق رابطه $\Phi = BIL\sin\theta$ با افزایش شار، جریان افزایش پیدا می کند و در اینجا سرعت به سمت چپ ببریم طبق شکل زیر میدان ها در حال کاهش هستند طبق قانون لنز نباید بزاریم میدان کاهش پیدا کند پس میدان القایی ما هم درون سو است و طبق قاعده دست راست کف دست رو به میدان چهار انگشت در جهت سرعت و انگشت شصت دست راست جهت جریان است که از M به N است. گزینه ۱



تست ۲۰ تجربی ۹۲:

مطابق شکل، یک سیم پیچ مربع شکل، با ۲۰ دور سیم، که طول هر ضلع آن ۴۰ سانتی متر است، با سرعت $3 \frac{m}{s}$ در یک میدان مغناطیسی درون سو، به سمت راست حرکت می کند. بزرگی نیروی محرکه القا شده در سیم پیچ در لحظه ای که ۳۰ سانتی متر از آن در میدان وارد شده است، چند ولت است؟



- (۱) ۶
(۲) ۸
(۳) ۱۲
(۴) ۱۶

$$\varepsilon = NBLV = 20 \times 0.5 \times 3 \times 0.4 = 12 \text{ V}$$

پاسخ:

عدد 30 سانتی متر فرمالیته هست و کاربردی نداره

القارها:

خود القایی: ویژگی ها فیزیکی هر القار شامل تعداد دور، مساحت هر حلقه، طول سیم لوله و جنس هسته ای که داخل ان قرار می گیرد توسط ضریبی به نام خودالقایی تعیین می

شود به احترام جوزف هانری ان را برحسب هانری بیان می کنند و با نماد H نشان می دهند و واحد هانری معادل واحد S. Ω (اهم ثانیه) هم هست

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$$

فرمول خودالقایی :

طول سیملوله

نکته : اگر هسته مغناطیسی مانند آهن وارد القاگر شود خودالقایی افزایش می یابد.

انرژی ذخیره شده در القاگر :

هنگامی که به دو سر یک القاگر مولدی وصل کنیم مقدار این انرژی در میدان مغناطیسی

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

سیملوله ذخیره شده از رابطه

خودالقایی

تست ۲۱ تجربی خارج ۹۱ : وقتی از سیملوله ای جریان 4 امپر می گذرد انرژی ذخیره شده

در آن به 200 میلی ژول می رسد خودالقایی سیملوله چند هانری است؟

$$5 \times 10^{-3}$$

$$5 \times 10^{-2}$$

$$2/5 \times 10^{-2}$$

$$2/5 \times 10^{-3}$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

$$200 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} L \times 4^2$$

پاسخ :

$$L = \frac{4 \times 10^{-1}}{16} = 0/025 = 2/5 \times 10^{-2}$$

تست ۲۲ تجربی ۸۶ : خودالقایی سیملوله ای 0/02 هانری است. و جریان الکتریکی عبوری از

آن به صورت $i = -t^2 + 2\sin\pi t$ است انرژی آن در لحظه $t=2s$ چند ژول است؟

$$0/32$$

$$0/24$$

$$0/16$$

$$0/08$$

$$i = -t^2 + 2\sin\pi t$$

$$t=2s$$

$$i = -2^2 + 2\sin 2\pi \rightarrow \sin 2\pi = 0 \rightarrow i = -4$$

پاسخ :

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{100} \times 4^2 = 0/16$$

جریان متناوب :

تعریف دوره : مدت زمانی که طول می کشد تا پیچه یا قاب یک دور کامل به دور خود بچرخد دوره نام دارد با T نمایش می دهیم واحد اندازه گیری آن ثانیه (s) است.

تعریف بسامد زاویه ای : تغییر زاویه قاب در مدت 1 ثانیه را بسامد زاویه ای می گوئیم با ω نشان می دهیم واحد اندازه گیری آن رادیان بر ثانیه می باشد.

تغییرزاویه مدت زمان	$\frac{2\pi}{T}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	تغییرزاویه مدت زمان	$\frac{1\text{ s}}{t}$
T	ω		ω	θ

$\theta = \omega \cdot t = \frac{2\pi}{T} t$

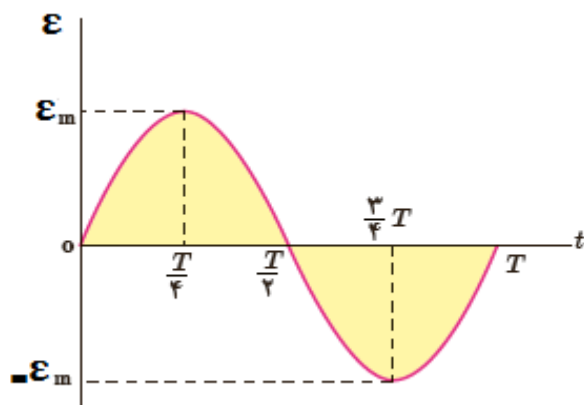
معادله و نمودار و تغییر شار مغناطیسی بر حسب زمان :

$$\left. \begin{aligned} \phi &= B \cdot A \cos\theta \\ \theta &= \omega \cdot t \\ \phi_{max} &= B \cdot A \end{aligned} \right\} \phi = \phi_{max} \cos\omega t$$

معادله و نمودار تغییر نمودار نیرو محرکه القایی بر حسب زمان :

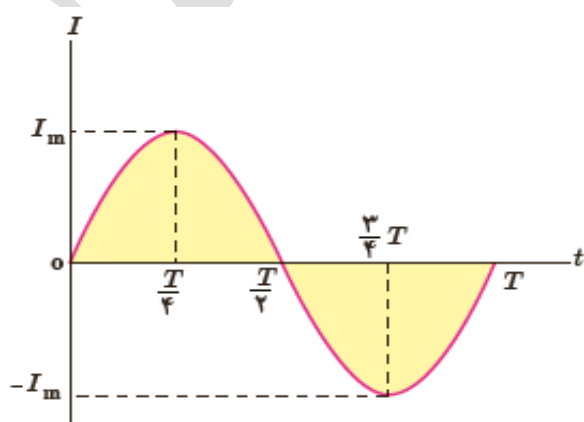
$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} \qquad \varepsilon = -N \frac{d(\phi_{max} \cos\omega t)}{dt}$$

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= -N \phi_{max} \omega (-\sin\omega t) \\ \varepsilon_{max} &= N \phi_{max} \omega = N \cdot B \cdot A \cdot \omega \end{aligned} \right\} \varepsilon = \varepsilon_{max} \sin\omega t$$



معادله و نمودار تغییر جریان با گذشت زمان:

$$I = \frac{\epsilon}{R} \quad I = \frac{\epsilon_{max} \sin \omega t}{R} \quad \left. \begin{aligned} I_{max} &= \frac{\epsilon_{max}}{R} = \frac{N \phi_{max} \omega}{R} = \frac{N \cdot B \cdot A \cdot \omega}{R} \end{aligned} \right\} I = I_{max} \sin \omega t$$



زمان کمیت	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$	T
ϕ	$+\phi_{max}$	0	$-\phi_{max}$	0	$+\phi_{max}$
ϵ و I	0	I_{max} یا ϵ_{max}	0	$-I_{max}$ یا $-\epsilon_{max}$	0

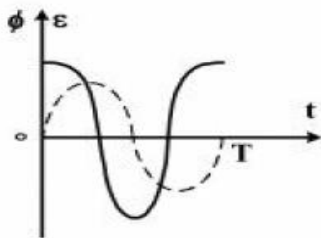
تست ۲۳ : ریاضی خارج ۹۶ : از سیملوله ای به خودالقایی 0/04 هانری جریان متناوبی می گذرد که معادله ان به صورت $I = 5\sin 50\pi t$ بیشینه انرژی سیملوله چند میلی ژول است؟

پاسخ : با توجه به معادله جریان بیشینه جریان 5 امپر است

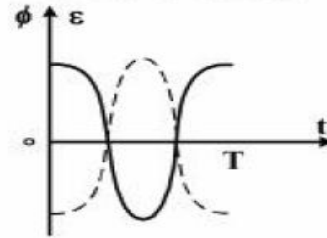
$$U_{\max} = \frac{1}{2}LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{100} \times 25 = \frac{1}{2}J = 500mJ$$

تست ۲۴ : ریاضی ۹۶ : یک قاب مستطیل شکل با دوره ثابت داخل یک میدان مغناطیسی

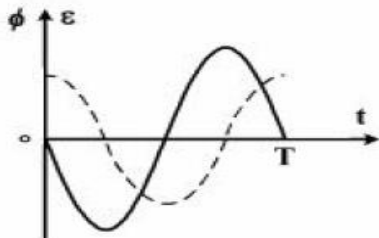
یکنواخت می چرخد اگر در مبدا زمان خطوط میدان بر سطح قاب عمود باشد کدام یک از نمودار های زیر تغییر شار مغناطیسی و نیرو محرکه القایی بر حسب زمان در یک دوره را درست نشان می دهند؟ (نمودار نقطه چین مربوط به تغییر شار مغناطیسی)



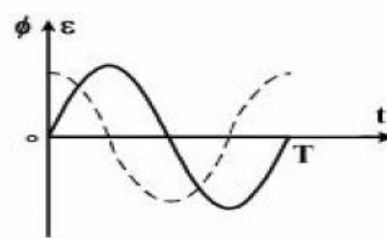
(a)



(b)



(c)



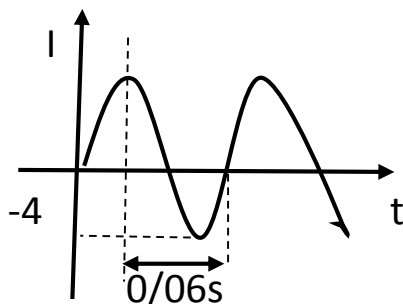
(d)

پاسخ : اسون ترین سوال ممکن با توجه به درسنامه دقیقا نمودار شار و نیرو محرکه گزینه ۳

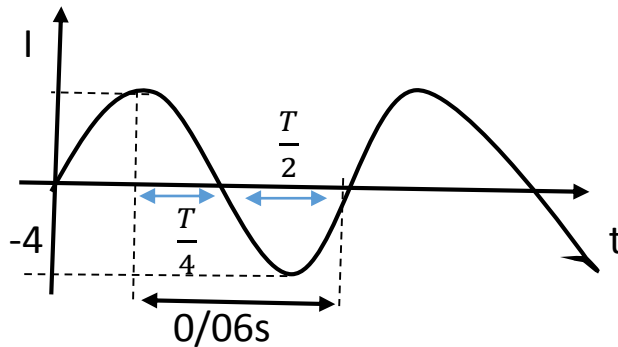
گول پنج خط سوال نخورید . از شما خواست نمودارهایش کدومه

تست ۲۵ : تالیفی : نمودار جریان عبوری از یک رسانا به مقاومت 5Ω مطابق شکل است در

لحظه $t = \frac{3}{400}$ ولتاژ دو سر رسانا چند ولت است؟ $2\sqrt{3}$ $10\sqrt{3}$ 10 2



پاسخ : با توجه به شکل



$$\frac{T}{2} + \frac{T}{4} = \frac{3T}{4} \quad \frac{3T}{4} = 0/06 \quad T=0/08 \quad I_{\max}=4$$

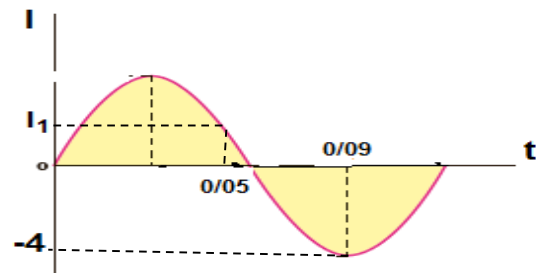
$$\varepsilon_{\max} = I_{\max}R = 4 \times 5 = 20$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \omega t \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = \varepsilon_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t$$

$$\varepsilon = 20 \sin \left(\frac{2\pi}{0/08} \times \frac{4}{300} \right) = 20 \sin \frac{\pi}{3} = 10\sqrt{3}$$

تست ۲۶ تالیفی : شکل رو به رو نمودار جریان متناوب سینوسی را نشان می دهد که یک مولد

جریان متناوب تولید کرده است I_1 چند امپر است ؟ 2 $2\sqrt{2}$ $2\sqrt{3}$ $\sqrt{3}$



پاسخ : ابتدا معادله جریان متناوب را پیدا می کنیم سپس $t = 0/05$ را در معادله قرار می دهیم

تا جریان I_1 پیدا کنیم با توجه به نمودار و درسنامه $\frac{3T}{4} = 0/09 \quad T = 0/12$

$$I_{\max} = 4 \quad I = I_{\max} \sin \omega t \quad I = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t$$

$$t = 0/05s \quad \Rightarrow \quad I = 4 \sin \left(\frac{2\pi}{0/12} \times \frac{5}{100} \right) \quad \Rightarrow \quad I = 4 \sin \left(\frac{5\pi}{6} \right) = 4 \times \frac{1}{2} = 2$$