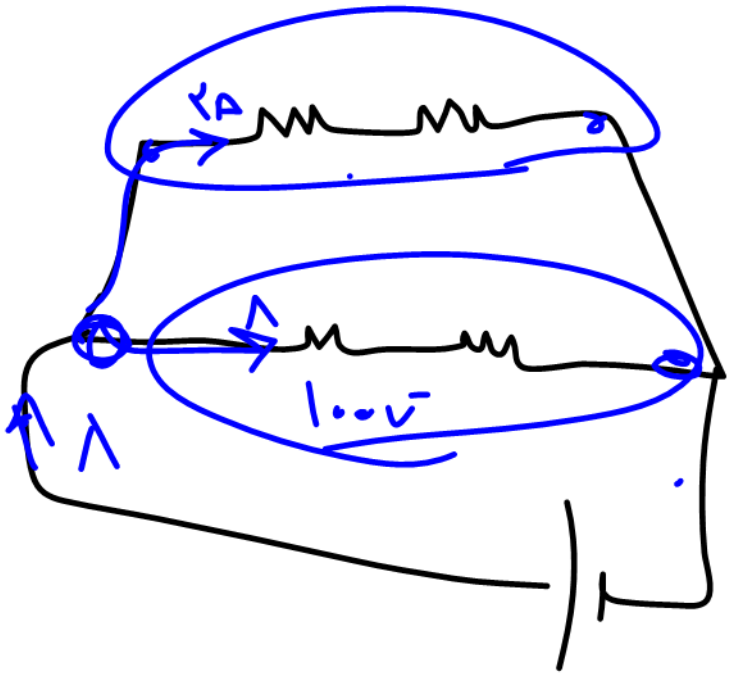
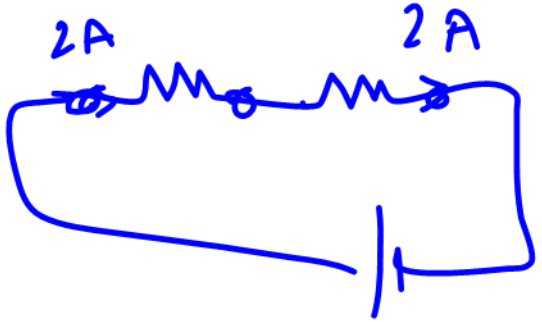
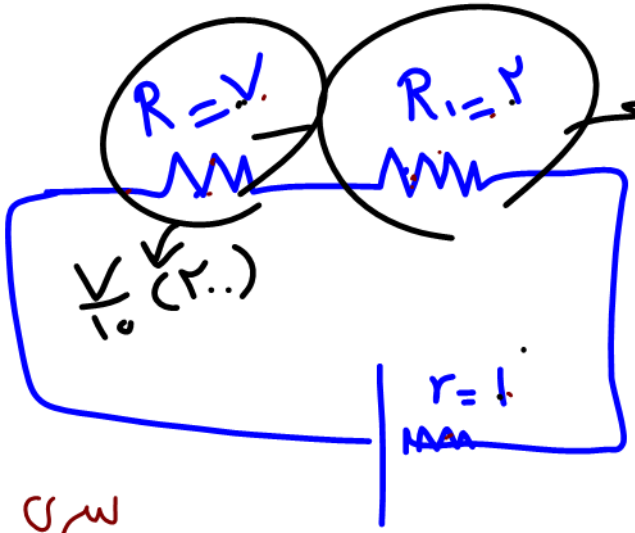

۲A
۱۰۰V


2A
2A




$\frac{٢}{١٠}(٢٠٠)$

$\frac{٧}{١٥}(٢٠٠)$

$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{٢٠٠}{١٥} = ٢٥$

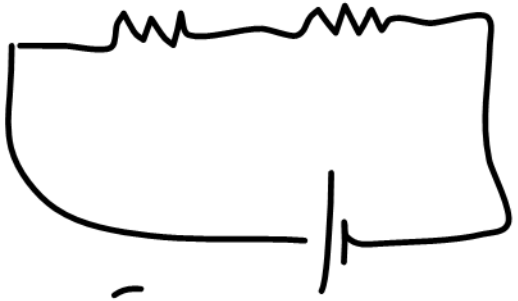
سري

$I_٢ = I_١ = I_٣$

Ali → ٢٠ → $\frac{٢}{٥}$ (٢٠٠٠ — ـ

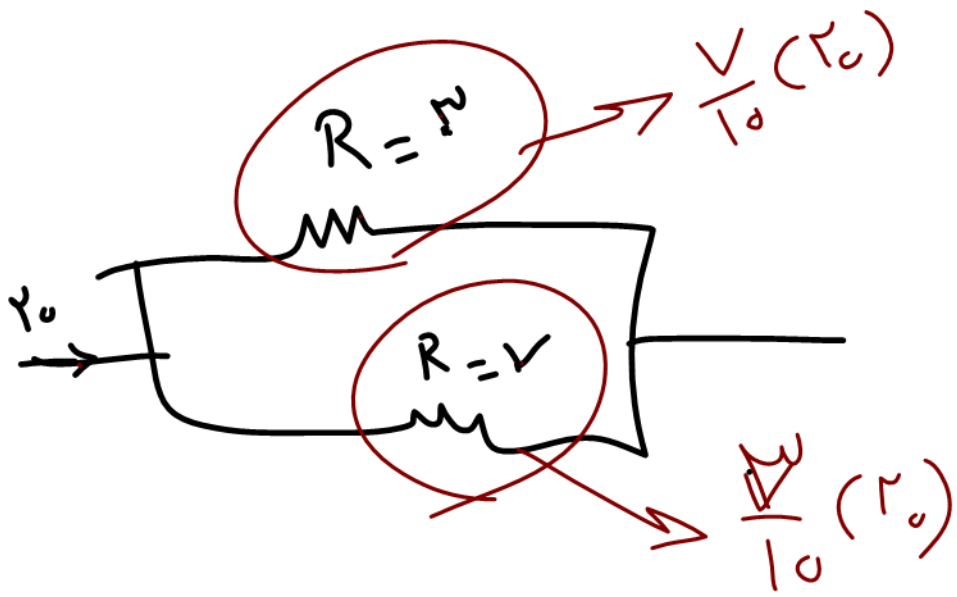
Hus → ٣ → $\frac{٣}{٥}$ (٢ — ـ )

٢٠٠٠٠٠٠٠



$\bar{I}_{T'} = \bar{I}_1 = \bar{I}_2$

$\bar{V}_T \Longrightarrow$ بيضن $\rightarrow$ تسعم

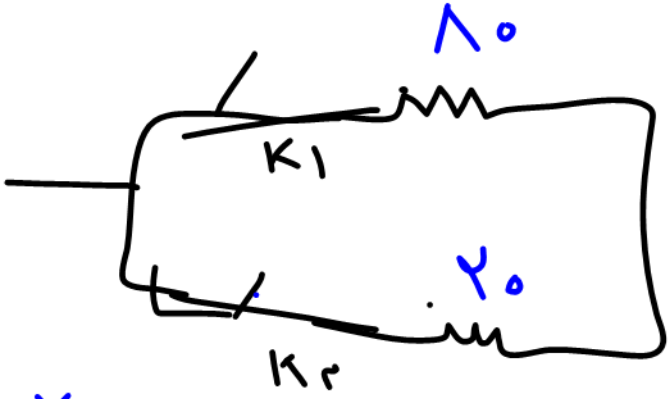

R = ۴
R = ۷
۲۰
V/۱۵ (۲۰)
۳۷/۱۵ (۲۰)

سری

- $I_T = I_1 = I_2$
- $V$ ← تقسیم

موازی

- $I$ ← تقسیم اوسکولی
- $V_T = V_1 = V_2$

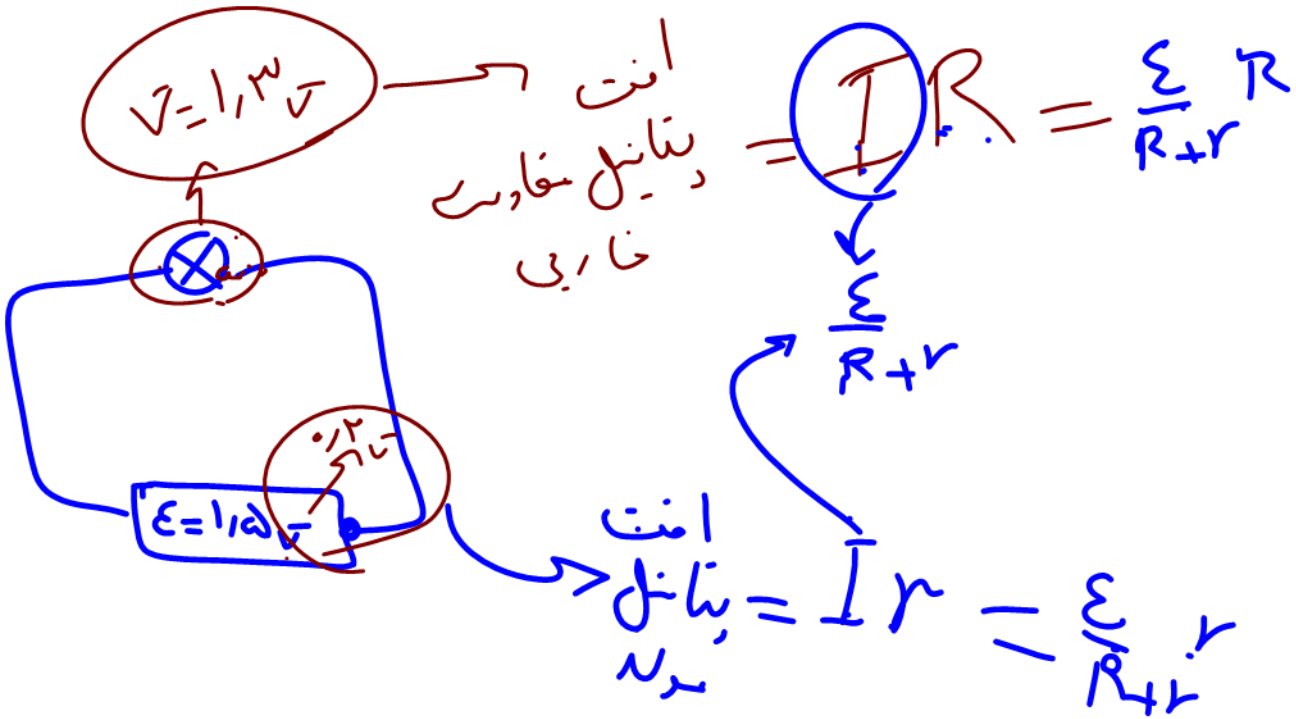


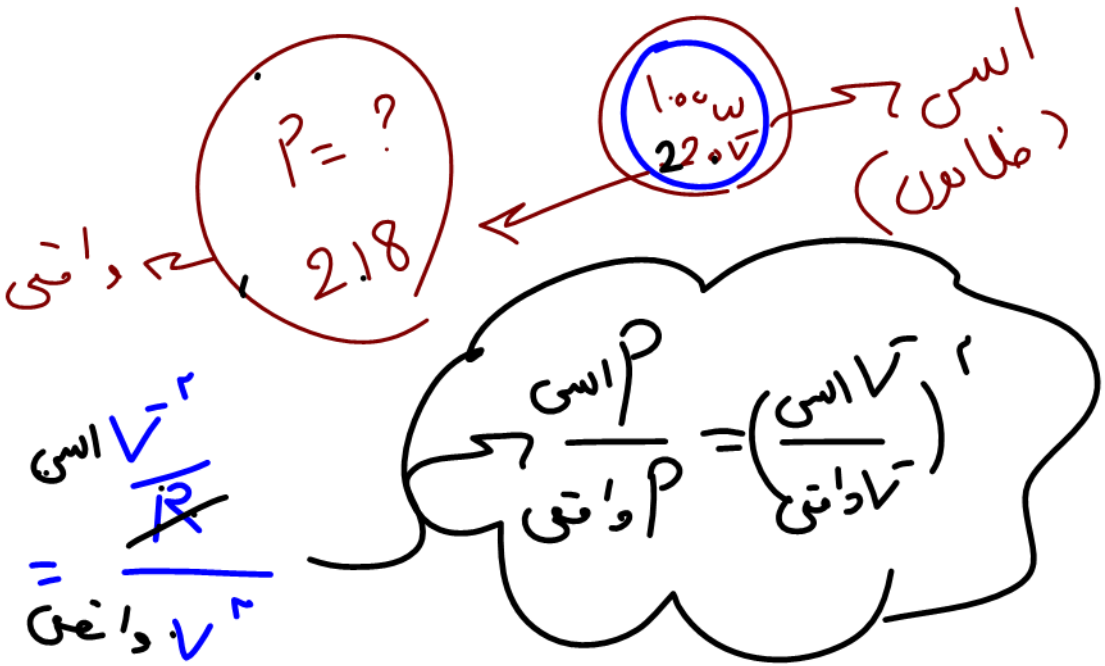

$R_{MAX} =$ وقتی هردو کلید بسته

$R_{Min} =$ هردو کلید بسته

$\frac{X}{t} = ۱۶$

$$\begin{cases} P_{MAX} = \dfrac{V^2}{R_{min}} \longrightarrow \text{دو بزرگ} \\ P_{min} = \dfrac{V^2}{R_{MAX}} \longrightarrow \text{خیلی بزرگ نوشته شده} \end{cases}$$


V=۱٫۳V
امنت
پتانسیل مقاومت
خارجی
$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$
$IR = \frac{\varepsilon}{R+r} R$
$\frac{\varepsilon}{R+r}$
ε=۱٫۵V
۰٫۲Ω
امنت
پتانسیل
مدار
$= Ir = \frac{\varepsilon}{R+r} r$



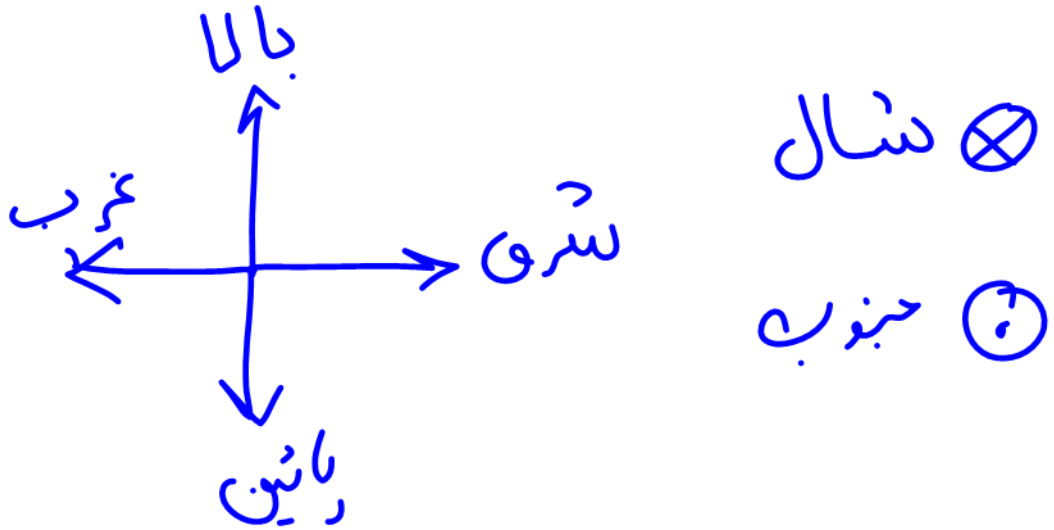

$$\frac{P_{\text{اسی}}}{P_{\text{واقعی}}} = \left(\frac{V_{\text{اسی}}}{V_{\text{واقعی}}}\right)^2$$

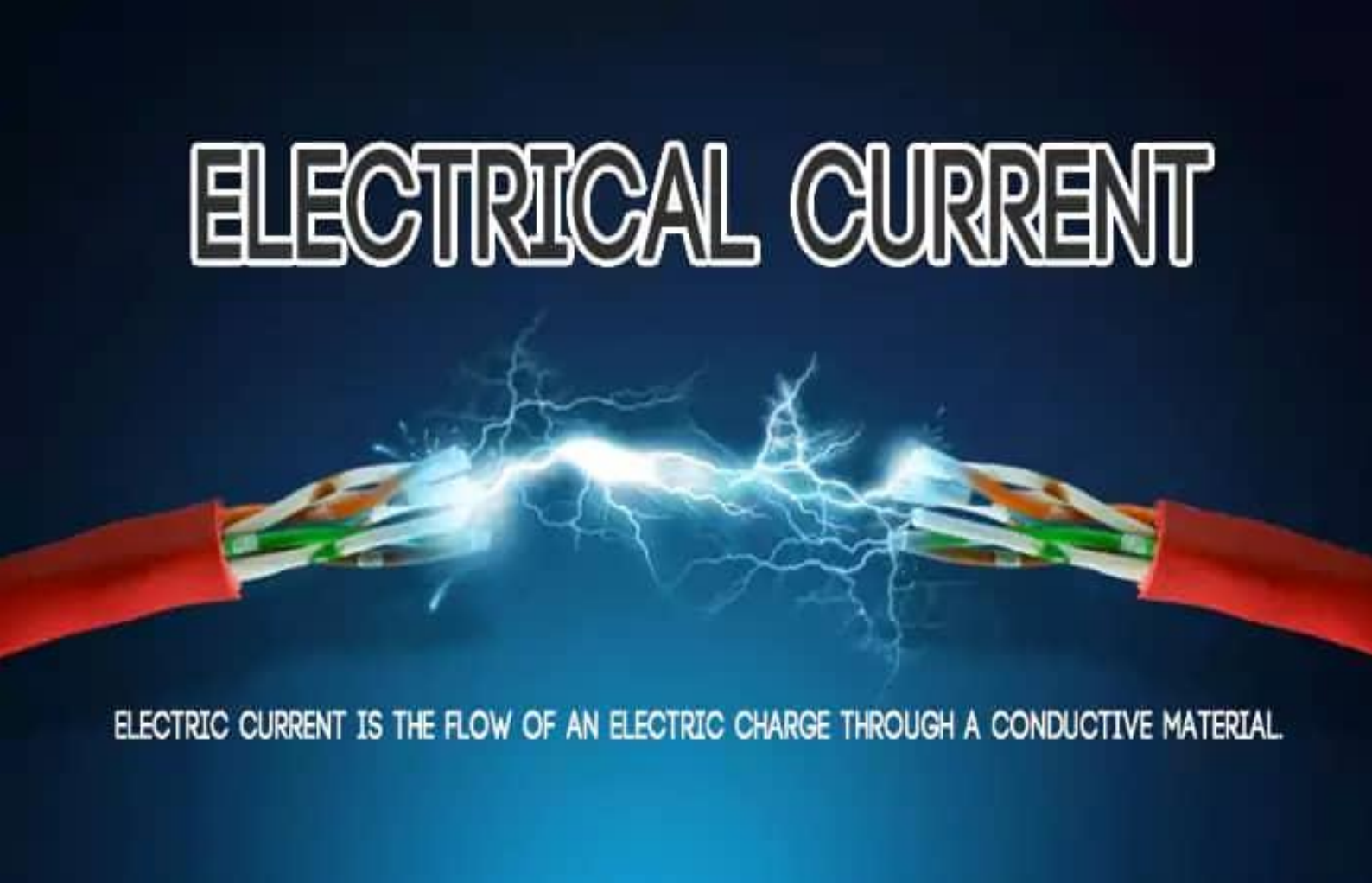
$$\frac{P_{\text{اسی}}}{P_{\text{واقعی}}} = \frac{\frac{V_{\text{اسی}}^2}{R}}{\frac{V_{\text{واقعی}}^2}{R}}$$

$E = \frac{Kq}{R^2}$ انرژی

B

بغناطیس


بالا
غرب
شرق
پائین
شمال
جنوب




# جریان الکتریکی و مدارهای جریان

مهندس مهدی باباخانی

این مجموعه با زحمت فراوان تهیه گردیده و برای کسانی است که فیلمها و جزوات را از موسسه کارنامه خرد خریداری کرده‌اند و تکثیر و استفاده غیر مجاز از فیلمها و جزوات برای سایرین شرعا و اخلاقا حرام است

جهت تهیه فیلم ها و جزوات و خرید دی‌وی‌دی های آموزشی استاد مهدی باباخانی با شماره زیر تماس حاصل فرمایید

021-26401062

www.karnamehkherad.com

کارنامه‌خرد

# جریان الکتریکی و مدارهای جریان

## (الکتریسیته جاری)

در فصل قبل (الکتریسیته ساکن) به بررسی بر هم‌کنش‌های بارهای الکتریکی در حالت سکون پرداختیم . در این فصل به بررسی جریان‌های الکتریکی می‌پردازیم که با شارش بارهای الکتریکی از یک ناحیه به ناحیهٔ دیگر به وجود می‌آید. در این فصل، دربارهٔ جریان‌های الکتریکی و مدارهای الکتریکی بحث می‌کنیم (حالت جاری بودن بار).

در واقع اینکه جریان الکتریکی بوجود آید باید یک انتقال خالص بار از یک سطح معین رخ دهد که به این منظور نیاز به یک مولّد الکتریکی از قبیل باتری داریم تا با ایجاد یک میدان الکتریکی، بارها را در راستای معینی به حرکت درآورد.

سرعت سوق : اگر به دو سر سیم یک باتری وصل کنیم، یک اختلاف پتانسیل در دو سر سیم و میدانی الکتریکی درون آن ایجاد می‌شود و باعث حرکت الکترون‌های آزاد در سیم و ایجاد جریان می‌شود در واقع وقتی میدان الکتریکی را به فلز اعمال می‌کنیم، الکترون‌ها حرکت کاتوره ای خود را قدری تغییر می دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق (**drift velocity**) در خلاف جهت میدان به طور بسیار آهسته ای سوق پیدا می کنند که این موجب جریان الکتریکی در رسانا می‌شود.

جریان الکتریکی : اگر بار خالص $\Delta q$ در بازهٔ زمانی $\Delta t$ از مقطعی از رسانا می گذرد .نسبت $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ را جریان الکتریکی متوسط می‌گوییم.

نکته۱: همان‌طور که از فصل گذشته به یاد داریم، بار از رابطه $q = \pm ne$ محاسبه می‌شود.

نکته۲: جریان الکتریکی از روابط روبرو محاسبه می‌شود

$I = \frac{dq}{dt}$ لحظه ای

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ متوسط

**تست:** معادله بار شارش شده از هر مقطع یک رسانا بر حسب زمان در SI به‌صورت $q = t^2 + t$ است.
جریان الکتریکی متوسط در ثانیه سوم چند برابر جریان الکتریکی متوسط در ۳ ثانیه اول است؟

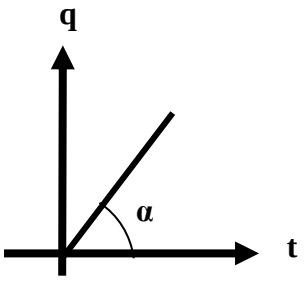
۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) $\frac{7}{4}$ ۴) ۱

ثانیه سوم → $t=2 \to q=6$ ، $t=3 \to q=12$ ⟹ $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{12-6}{3-2} = 6$

ثانیه اول → $t=0 \to q=0$ ، $t=2 \to q=12$ ⟹ $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{12-0}{3-0} = 4$

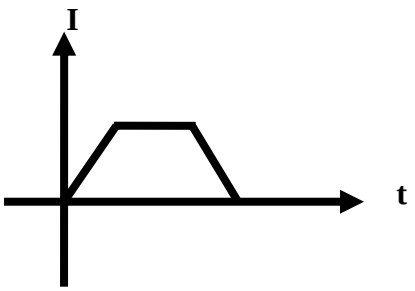
نکته ۳: اگر از معادله بار- زمان مشتق بگیریم به شدت جریان لحظه‌ای می‌رسیم، بدیهی است که انتگرال جریان – زمان بار را به ما می‌دهد و انتگرال همان مساحت زیر نمودار است.

نمودار q-t :




$$I = \tan\alpha$$

نمودار I-t :

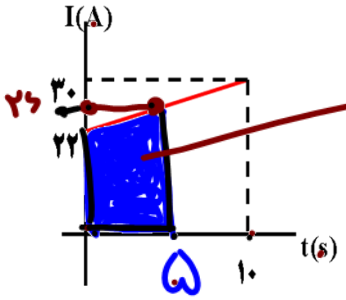



$$I = \frac{\text{مساحت}}{\Delta t}$$

$$\text{مساحت} = \Delta q$$

**تست:** نمودار جریان الکتریکی عبوری از مقطع یک سیم رسانا بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. در ۵ ثانیه اول چند آمپر – ساعت بار الکتریکی از مقطع این سیم عبور کرده است؟

۱) $\frac{13}{360}$ ۲) ۱۲۰ ۳) $\frac{1}{30}$ ۴) ۱۳۰




$S = \frac{26+22}{2} \times 5 = 120\ A.s$

$120\ A.s \div 3600 \to ?\ Ah$

$\frac{120}{3600} = \frac{1}{30}$ ۳

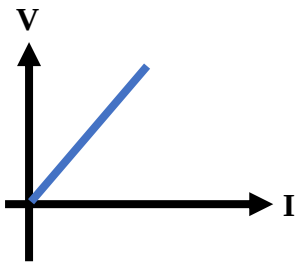
## نکات مربوط به مقاومت:

وقتی در مداری الکتریکی کلید را میبندیم، یک اختلاف پتانسیل در دو سر سیم ایجاد میشود و باعث حرکت الکترونهای آزاد در سیم مدار میشود. این الکترونها با اتمهای رسانا که در حال نوساناند برخورد میکنند و این موضوع باعث گرم شدن رسانا میشود در واقع الکترونهای آزاد هنگام حرکت در رسانا همیشه با نوعی مقاومت روبهرو هستند. اصطلاحا میگوییم رسانا دارای مقاومت الکتریکی است

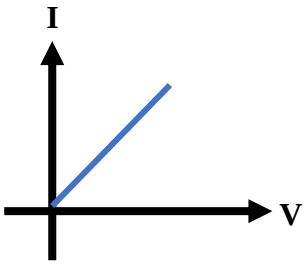
تحت یک اختلاف پتانسیل یکسان، دو سیم با مقاومت الکتریکی متفاوت، جریانهای مختلفی را از خود عبور میدهند؛ بهطوری که سیم با مقاومت کمتر، جریان بیشتری از خود عبور میدهد و بالعکس

قانون اهم : نسبت اختلاف پتانسیل دوسر یک رسانا به جریان عبوری از آن مقدار ثابتی است که به آن مقاومت الکتریکی می‌گویند.

طبق قانون اهم مقاومت الکتریکی به‌صورت $R = \frac{V}{I}$ تعریف می‌شود و در یک رسانای اهمی نمودارهای I و V به صورت های زیر است.




R=tanα




R=cot α

دقت کنید که در رابطه قانون اهم، مقاومت الکتریکی(R ) و Vبرحسب ولت و I برحسب آمپر است و به پاس خدمات علمی آقای اهم این نام بر روی این قانون گذاشته و واحد اندازه‌گیری مقاومت نیز میباشد

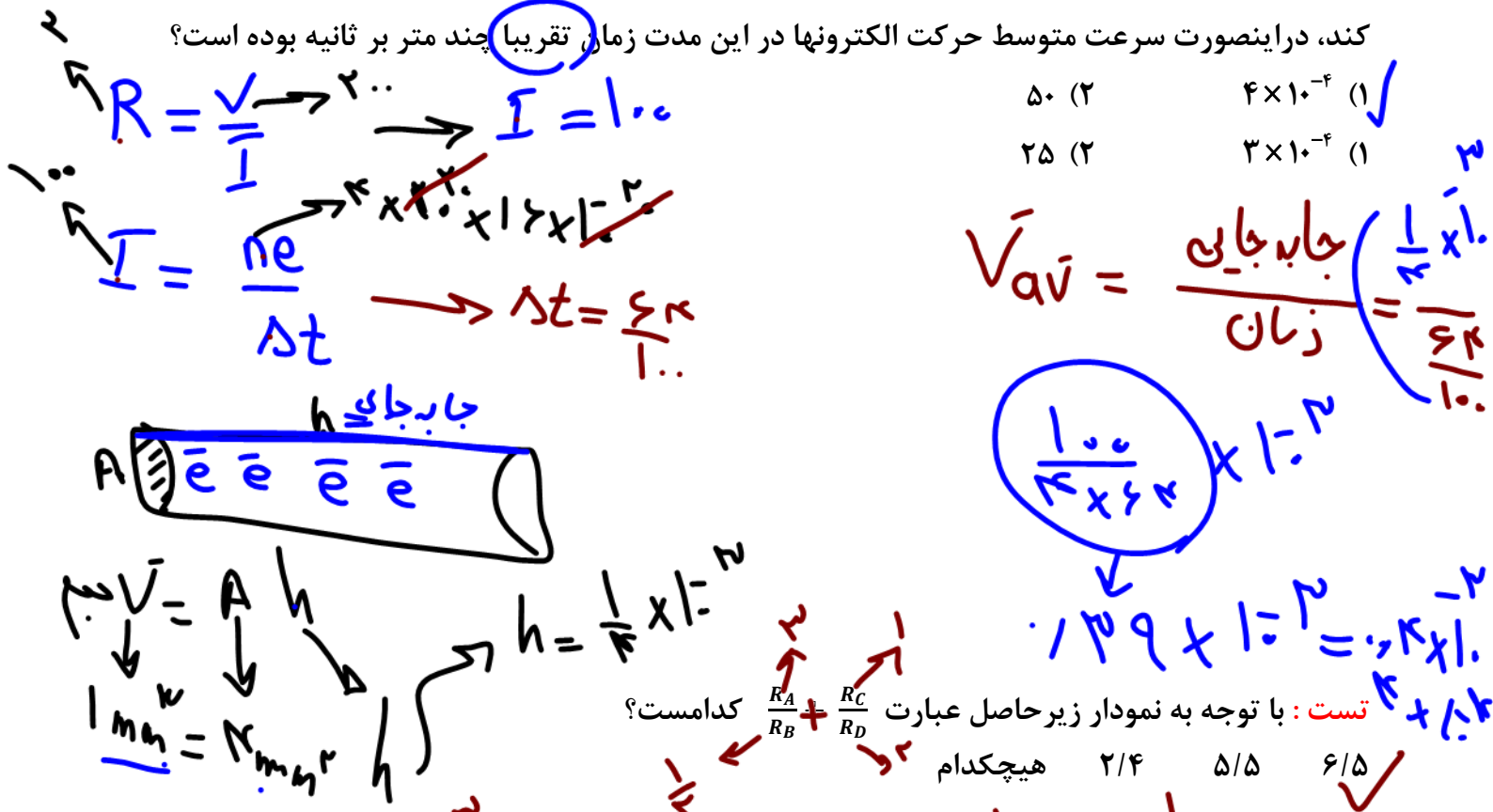
توجه نمایید که اگر مقاومت الکتریکی در ولتاژهای مختلف (در دمای ثابت،) مقدار ثابتی باشد، اصطلاحاً گفته میشود آن وسیله از قانون اهم پیروی میکند و آن وسیله را مقاومت یا رسانای اهمی مینامند این قانون برای فلزات و بسیاری از رساناهای غیر فلزی در دمای ثابت برقرار است با این حال وسیله‌های زیادی نیز یافت میشود که از این قانون پیروی نمیکنند (همانند دیود نورگسیل LED )

VIP

تست : سیمی مسی به سطح مقطع ۴ میلیمتر مربع و مقاومت الکتریکی ۲ اهم موجود است.اگر از هر میلیمتر مکعب آن در مدت t ثانیه در اثر اعمال اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولتی جریان I (تعداد $۴\times۱۰^{۲۰}$) الکترون گذر کند، دراینصورت سرعت متوسط حرکت الکترونها در این مدت زمان تقریبا چند متر بر ثانیه بوده است؟

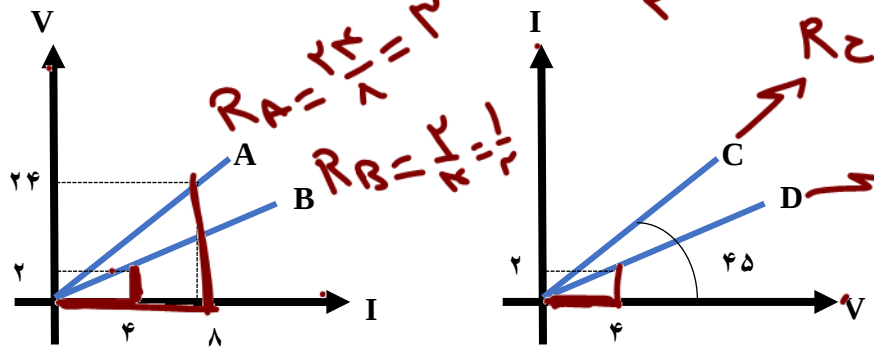
۱) $۴\times۱۰^{-۴}$ ۲) ۵۰

۱) $۳\times۱۰^{-۴}$ ۲) ۲۵



تست : با توجه به نمودار زیرحاصل عبارت $\frac{R_A}{R_B}+\frac{R_C}{R_D}$ کدامست؟

۶/۵ ۵/۵ ۲/۴ هیچکدام



## عوامل موثر بر روی مقاومت الکتریکی اجسام:

مقاومت یک جسم اهمی، با تغییر V یا I تغییر نمی‌کنند و فقط زمانی تغییر می‌کند که جنس یا طول یا مساحت سطح مقطع یا دمای جسم تغییر نماید و از رابطه $R = \frac{\rho L}{A}$ محاسبه می‌شود در این فرمول L طول و A مساحت سطح مقطع و کمیت □ که به آن مقاومت ویژه گفته می شود برحسب اهمـــمتربیان میشود عددی است که به جنس ماده بستگی دارد (مقاومت ویژه یک ماده به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد)

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

تست : ولتاژ دوسر یک رسانای A دوبربر می‌شود (در دمای ثابت) و در رسانای B سیم را به طور یکنواخت آنقدر می‌کشیم تا طولش ۲ برابر شود و در رسانای C سیمی را به طور یکنواخت آنقدر می‌کشیم تا قطر سطح مقطع آن نصف شود،به ترتیب از راست به چپ مقاومت هر سیم چند برابر میشود؟

یک برابر - چهار برابر - شانزده برابر  یک برابر - دو برابر - شانزده برابر

دو برابر - دو برابر - چهار برابر  یک برابر - دو برابر - دوبرابر

A → $V_2 = 2V_1$ → یک برابر

B → $L_2 = 2L_1$ → $R = \rho \frac{L(2)}{A(\frac{1}{2})} = 4$ برابر

C → $D_2 = \frac{1}{2} D_1$ → $A \to \frac{1}{4} A$ → $\frac{\rho L}{A(\frac{1}{4})} = 16$ $(\frac{2}{1})^4 = 16$

تست: سیمی A را به طور یکنواخت آنقدر می کشیم تا طولش ۳ برابر شود و همزمان در دمای ثابت اختلاف پتانسیل دو سر آن را ۲ برابر می‌کنیم، همچنین در دمای ثابت سیم B را به طور یکنواخت آنقدر می کشیم تا قطر سطح مقطع آن یک‌سوم کاهش یابد، در اینصورت مقاومت سیم‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

۱) ۹ - ۹  ۲) ۹ - ۱۸  ۳) $\frac{۸۱}{۱۶}$ - ۹  ۴) $\frac{۸۱}{۱۶}$ - ۱

$\frac{2}{3}$ برابر → $3^2 = 9$ برابر

$(\frac{3}{2})^4 = \frac{81}{16}$

اگر V یا I عوض شود ← مقاومت تغییر نمی‌کند (دمای ثابت)

اگر طول x برابر شود ← مقاومت $x^2$ برابر

اگر شعاع x برابر شود ← مقاومت $(\frac{1}{x})^4$ برابر

## اثر دما رو مقاومت

وقتی دمای یک رسانای فلزی افزایش می‌یابد، ارتعاشات کاتوره ای اتم‌ها و یون‌های آن نیز افزایش می‌یابد و موجب افزایش برخورد الکترون‌های آزاد با شبکهٔ اتمی رسانای فلزی می‌شود و به این ترتیب، مقاومت رسانا در برابر عبور جریان زیاد می‌شود.ولی در اجسام نیم رسانا افزایش دما باعث کاهش مقاومت می‌شود.

مقاومت ثانویه بعد از تغییر دما از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$\rho_2 = \rho_1(1+\alpha\Delta\theta)$ مقاومت ویژه در حالت جدید

$R_2 = R_1(1+\alpha\Delta\theta)$ مقاومت در حالت جدید

که : ضریب دمایی $\alpha$ برای اجسام رسانا عددی مثبت و برای اجسام نیم رسانا عددی منفی است.

$$\text{درصد تغییر مقاومت} = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \times 100$$

$$\text{درصد تغییر مقاومت} = \alpha\Delta\theta \times 100$$

دماسنج مقاومتی چیست؟

دماسنج‌های مقاومتی می‌توانند در دماهای بسیار بالا یا بسیار پایین که دماسنج‌های معمولی کار نمی کنند، دما را اندازه بگیرند .در واقع از تغییر مقاومت الکتریکی با دما برای ساختن این دماسنج‌های دقیق استفاده می‌شود .معمولا در این دماسنج‌ها از پلاتین استفاده می کنند .زیرا پلاتین تقریبا دچار خوردگی نمی شود و نقطهٔ ذوب بالایی دارد.

تست : دمای سیمی A را از ۲۸۳ درجه کلوین به ۲۱۰ درجه سانتی گراد، میرسانیم در اثر این کار مقاومت به اندازه ۰/۹ مقدار اولیه‌اش می‌شود، همچنین : سیم رسانا B به ضریب دمایی $\alpha = 4\times10^{-3}$ موجود است ، اگر دمای آنرا از از ۱۰ به ۶۰ درجه سانتی گراد برسانیم.

به ترتیب از راست به چپ ضریب دمایی و نوع جنس سیم A کدامست؟ و مقاومت سیم B چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) $-\frac{1}{2000}$ و رسانا و ۲۰ درصد

۲) ۲۰۰۰+ و رسانا و ۲۵ درصد

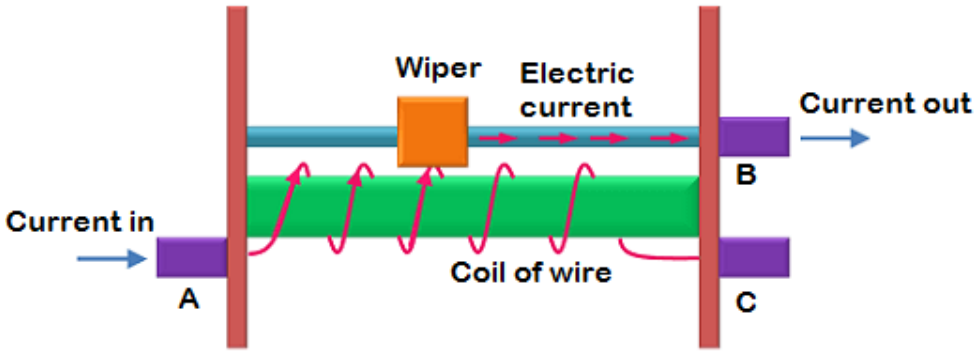
۳) $-\frac{1}{2000}$ نیمرسانا و ۲۵ درصد

۴) $-\frac{1}{2000}$ نیمرسانا و ۲۰ درصد

## انواع مقاومت‌ها و کدگذاری رنگی مقاومت‌های کربنی

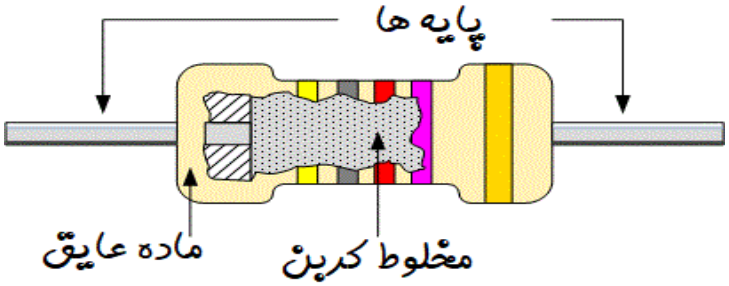
۱- مقاومت‌های پیچه ای: که شامل پیچه ای از یک سیم نازک هستند که معمولاً جنس آنها آلیاژهایی مانند نیکروم۲(آلیاژ نیکل و کرم)یا آلیاژ مس نیکل منگنز(که به آن منگانینمی گویند)است .این پیچه‌ها عموماً به دور هسته ای از جنس سرامیک، پلاستیک یا شیشه پیچیده شده‌اند و در غلافی از جنس سرامیک قرار گرفته اند.

با وجود اینکه این مقاومت‌ها قدیمی ترین نوع مقاومت‌ها است، امروزه همچنان تولید می شوند زیرا می‌توانند برای حصول مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و همچنین توان‌های بالا ساخته شوند. یکی از انواع مشهور این نوع از مقاومت‌ها، رئوستا نام دارد که در مدارهای الکترونیکی پتانسیومتر نامیده می‌شود .این نوع مقاومت‌ها، متغیر هستند .یک رئوستا از سیمی با مقاومت ویژهٔ نسبتاً زیاد ساخته شده است .این سیم روی استوانه‌ای نارسانا پیچیده شده و با استفاده از دکمه ای لغزنده که روی ریلی در بالای استوانه قرار دارد و انتهای آن با سیم در تماس است می‌تواند قسمت دلخواهی از سیم را در مسیر جریان قرار دهد و بنابراین مقدار مقاومت را تغییر دهد و به این ترتیب جریان را در مدار تنظیم و کنترل کند




۲-مقاومت‌های ترکیبی : که معمولاً از کربن، برخی نیمرساناها، ساخته شده‌اند که در داخل پوششی عایق قرار گرفته اند. مقدار این مقاومت‌ها یا روی آنها نوشته می‌شود، یا عمدتاً به‌صورت کدی رنگی نشان داده می‌شود که با ۳ یا ۴ حلقهٔ رنگی روی آنها مشخص می‌شود. دوحلقه اول دوم به ترتیب رقم اول و رقم دوم مقاومت را نشان می دهند رقم حلقهٔ سوم ضریبی است به‌صورت $10^n$ است که در ستون سوم جدول مشخص شده است

حلقهٔ چهارم یک حلقهٔ طلایی یا نقره ای است که تُلرانس (ضریب خطا) نامیده می‌شود و مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت را برحسب درصد مشخص می‌کند .درصد خطای نوار طلایی ۵ درصد و نوار نقره‌ای ۱۰ درصد و نبود نوار چهارم به معنای آن است که تلرانس 20 درصد است.



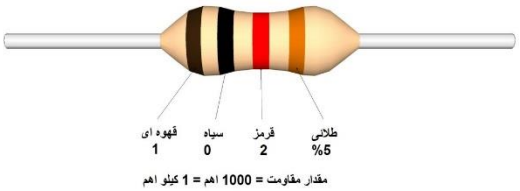
## خواندن مقاومت از روی رنگ‌های آن

برای خواندن حلقه‌های رنگی، مقاومت را طوری به دست می گیریم که حلقهٔ تلرانس در سمت راست قرار گیرد سپس بقیهٔ حلقه‌ها را از سمت چپ به راست می خوانیم.

| رنگ حلقه | عدد مربوط به آن |
|---|---|
| سیاه | 0 |
| قهوه‌اي | 1 |
| قرمز | 2 |
| نارنجي | 3 |
| زرد | 4 |
| سبز | 5 |
| آبي | 6 |
| بنفش | 7 |
| خاکستري | 8 |
| سفيد | 9 |

$$R = ab \times 10^{n} \pm \text{درصد خطا} \ (ab \times 10^{n})$$

**تست:** مقاومت شکل مقابل کدام گزینه می‌تواند باشد؟

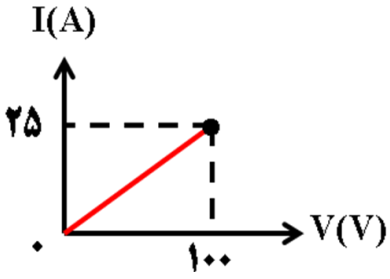



۱) ۹۸۰ ۲) ۹۰۰

۳) ۱۱۵۰ ۴) ۱۲۰۰

**تست:** نمودار $V - I$ مقابل متعلق به کدام یک از مقاومت‌های کربنی زیر است؟

(دما ثابت است) (سیاه = ۰ ، قرمز= ۲، زرد = ۴ و سبز= ۵)(خطای نوار طلایی را صفر در نظر بگیرید)




۱) طلایی سبز قرمز سیاه

۲) طلایی سیاه زرد سیاه

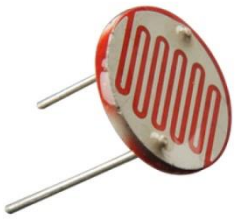
۳) طلایی سیاه سیاه زرد

۴) طلایی سیاه سبز قرمز

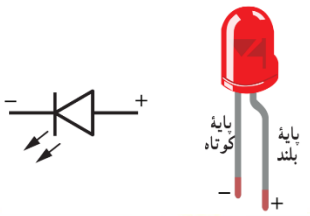
## مقاومتهای خاص و دیودها

**ترمیستور :**ترمیستور نوعی از مقاومت است که بستگی مقاومت الکتریکی آن به دما با مقاومتهای الکتریکی معمولی تفاوت دارد. اغلب از ترمیستورها به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دماپاها و نیز در دماسنجها استفاده میشود ترمیستورها در ابعاد کوچکی ساخته میشوند و شکلهای متفاوتی دارند که رایجترین آنها دیسکی،مهرهای، و میلهای است

**مقاومتهای نوری یا LDR:** نوعی مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به نور تابیده شده به آن بستگی دارد، به طوری که با افزایش شدت نور، از مقاومت آن کاسته میشود. مثلا یک LDR نوعی در تاریکی مقاومتی چند مگا اهمی دارد، در حالیکه در یک نور مناسب، مقاومت آن به چند صد اهم میرسد. نوعی از این مقاومتها از جنس نیمرسانای خالص، مانند سیلیسیم هستند که با افزایش شدت نور تابیده شده، بر تعداد حاملهای بار الکتریکی آنها افزوده شده و در نتیجه از مقاومت آنها کاسته میشود



**دیودها:** دیود قطعهای است که هرگاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنهااز یک سو عبور میدهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است به همین دلیل، دیود را اغلب به عنوان یکسو کننده جریان در نظر میگیرند و آن را با نماد شبیه پیکان در مدارهای الکتریکی نشان میدهند. پیکان در این نماد جهتی را نشان میدهد که جریان میتواند از دیود عبور کند دیودها انواع متفاوتی دارند که یکی از معروفترین آنها دیودهای نورگسیل یا LED ها هستند در این دیودها از نیمرساناهایی استفاده میشود که با عبور جریان از آنها LEDاز خود نورگسیل میکند و بنابراین، مقداری از انرژی الکتریکی به نور تبدیل میشود. بسته به نوع نیمرسانای به کاررفته، رنگ ورگسیل شده از LED میتواند از فروسرخ تا فرابنفش باشد



## نیروی محرکهٔ الکتریکی

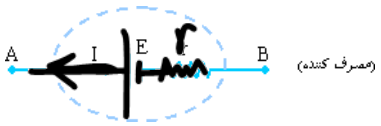
اگر بخواهیم بارهای الکتریکی را از یک مقاومت الکتریکی عبور دهیم، باید بین دو سر مقاومت یک اختلاف پتانسیل برقرار کنیم .در واقع برای این کار به یک پمپ یا تلمبهٔ بار نیاز داریم تا جریانی ثابت از بارهای الکتریکی را برقرار کند .چنین وسیله ای که با انجام کار روی بار الکتریکی اختلاف پتانسیل را ثابت نگه می دارد منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی نامیده می‌شود باتری‌ها، پیل‌های سوختی و مولدهای الکتریکی از جمله منبع‌های نیروی محرکهٔ الکتریکی هستند که در زندگی روزمرّه کاربرد فراوانی دارند.کارِ منبع نیروی محرکه الکتریکی مانند کار تلمبه ای است که آب را از سطح زمین یا عمق چاه به ارتفاع معین بالا می برد .به این ترتیب، آب انرژی پتانسیل لازم را برای جریان یافتن و انجام کاری معین کسب می‌کند . به عبارت دیگر، نیروی محرکهٔ الکتریکی یک منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی عبارت از کاری است که روی واحد بار مثبت انجام می‌شود تا آن را از پایانه ای با پتانسیل کمتر به پایانه ای با پتانسیل بیشتر ببرد یکای کمیت نیروی محرکهٔ الکتریکی همان یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی یعنی ولت است.

$$\varepsilon = \frac{\Delta w}{\Delta q}$$

اگر پایانه‌های مثبت و منفی یک منبع نیروی محرکه را به ترتیب با **a** و **b** نمایش دهیم، اختلاف پتانسیل میان این دو پایانه برای یک منبع آرمانی(بدون تلفات) برابر با نیروی محرکهٔ الکتریکی آن وسیله است.

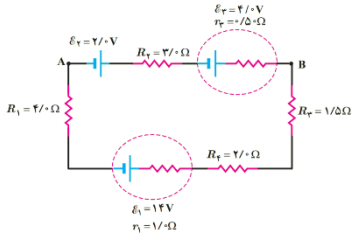
یعنی : $\varepsilon = V_a - V_b$

اما منبع آرمانی در واقعیت وجود ندارد و این منابع دارای مقاومتی داخلی(درونی ) هستند .یعنی درون آنها مقاومتی در برابر حرکت داخلی بارها وجود دارد .بنابراین، وقتی جریان از این منابع بگذرد اختلاف پتانسیل بین پایانه‌های آنها برخلاف منابع آرمانی، متفاوت از نیروی محرکهٔ الکتریکی خواهد شد .به این منابع نیروی محرکه، منبع نیروی محرکهٔ واقعی می گویند و آنها را در مدارهای الکتریکی به‌صورت شکل زیر نشان می دهند که در آن **r** مقاومت داخلی منبع نیروی محرکه است



## مدار تک حلقه

در ساده‌ترین حالت ، مدار تک حلقه ای شامل یک یا چند باتری، سیم رسانا و یک یا چند مقاومت می‌باشد دقت کنید که در مدارها قسمت بزرگ‌تر باتری را قطب مثبت و قسمت کوچک‌تر آن قطب منفی درنظر میگیریم، در ضمن به طور قراردادی حرکت جریان را از سمت قطب مثبت باتری به سمت قطب منفی آن در نظر می‌گیریم.



### روش حل مدار تک حلقه‌ای

ابتدا جهت جریان در مدار را مشخص می‌کنیم، سپس یک نقطه از مدار را علامت می‌زنیم و پتانسیل الکتریکی آن نقطه را $Va$ در نظر می‌گیریم و شروع به حرکت در امتداد سیم می‌کنیم، اگر در طول حرکت در جهت جریان حرکت کنیم وقتی به یک مقاومت می‌رسیم پتانسیل الکتریکی به اندازه IR کاهش می‌یابد. و اگر در طول حرکت به یک باتری برسیم پتانسیل الکتریکی به اندازه$\varepsilon$ تغییر خواهد کرد (با رسیدن به قطب مثبت مولد $\varepsilon$ می‌نویسیم و با رسیدن به قطب منفی مولد $\varepsilon-$ می‌نویسیم)، حال زمانی که به نقطه مورد نظر برسیم آنجا را علامت زده و پتانسیل الکتریکی آن نقطه را $Vb$ در نظر می گیریم. (اگر به نقطه ابتدای مسیر برسیم پتانسیل آن نقطه همان $Va$ خواهد بود

### قاعده حلقه در قانون ولتاژها

در هر دور زدن کامل حلقه ای از مدار، جمع جبری اختلاف پتانسیل های اجزای مدار صفر است

### قوانین چرخش به صورت خلاصه

اگر در جهت جریان حرکت کنیم با رسیدن به یک مقاومت ، IR- مینوسیم و با رسیدن به قطب مثبت مولد $\varepsilon$ می‌نویسیم و با رسیدن به قطب منفی مولد $\varepsilon-$ می‌نویسیم.

### اگر جهت جریان مدار را در سوال ندادند، چگونه جهت جریان را پیدا کنیم

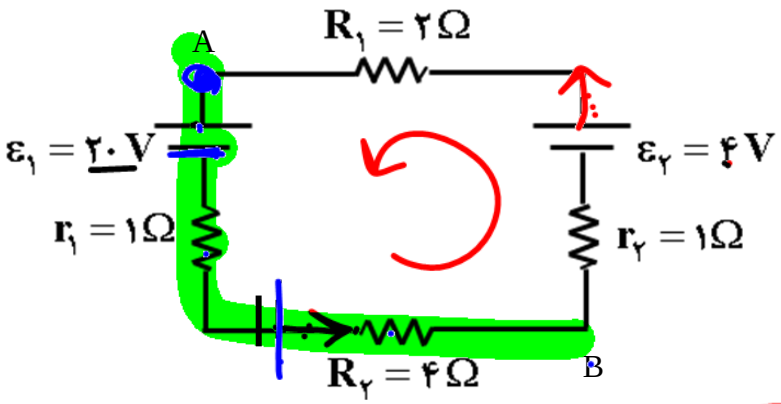
ابتدا جهت جریان مولدها را مشخص میکنیم (ساعتگرد یا پادساعتگرد)،هرگروهی که نیروی محرکه‌اش بیشتر باشد جریان به همان سمت خواهد شد

### اندازه شدت جریان را چگونه پیدا کنیم

برای پیدا کردن اندازه شدت جریان کافیست،جریانهای ساعتگرد و پادساعتگرد را ازهم کم کنیم سپس بر مقاومت کلی مدار تقسیم نماییم

$$I = \left| \frac{\varepsilon_{\text{گروه پادساعتگرد}} - \varepsilon_{\text{گروه ساعتگرد}}}{R_T + r_T} \right|$$

با توجه به مدار روبرو محاسبه کنید:




$\epsilon_3 = 18V$

$r_3 = 2$

الف: جهت جریان در مدار؟

$\varepsilon_2 + \varepsilon_3 > \varepsilon_1$

$۴ + ۱۸ > ۲۰$

پادساعتگرد

ب : شدت جریان ؟ (۰/۲)

$I = \left| \frac{\varepsilon - \varepsilon}{R_T + r_T} \right| = \frac{۲۲ - ۲۰}{۱۰}$

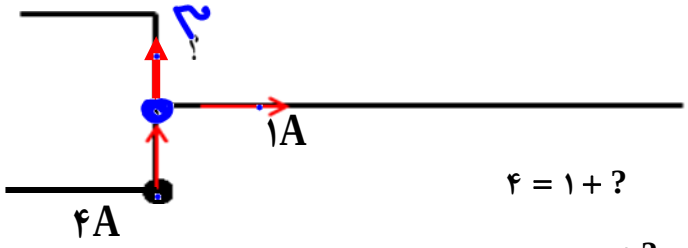
$V_A - \varepsilon_1 - Ir_1 + \varepsilon_3 - Ir_3 - IR_2 = V_B$

$V_A - ۲۰ - ۰/۲(۱) + ۱۸ - ۰/۲(۲) - ۰/۲(۴) = V_B$

د: مقدار $V_A - V_B$ چه قدر است؟

## تعیین جریان به کمک قانون گره‌ها

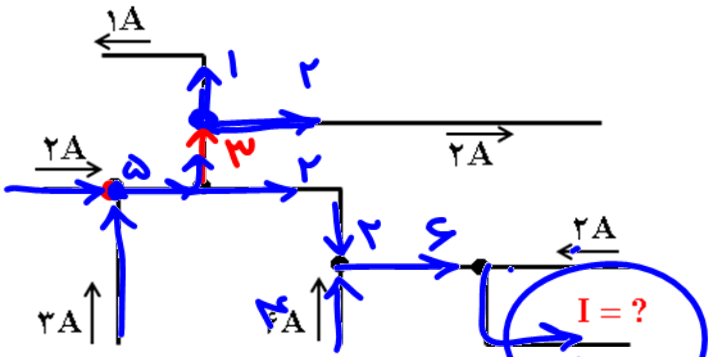
جمع جریان‌های ورودی به گره برابر با جمع جریان‌های خروجی از گره است.




$۴ = ۱ + ?$

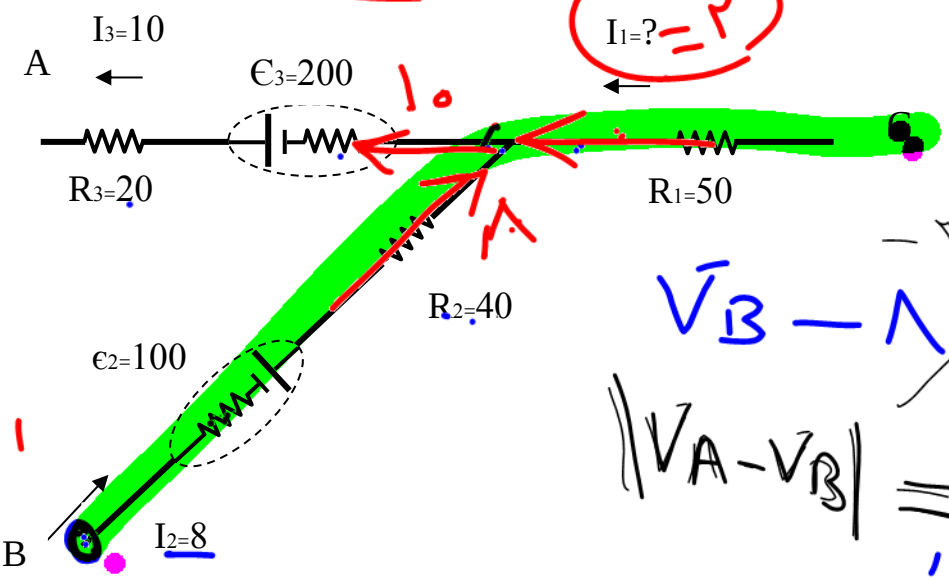
$\Rightarrow ? = ۳$

تست : شکل زیر بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد، بزرگی جریان $I$ چند آمپر و جهت آن کدام است؟




۱) ۸ ←
۲) ۸ →
۳) ۴ ←
۴) ۴ →

تست : با توجه به شکل اگر مقاومت داخلی تمام مولدها یک اهم باشد، حاصل $\frac{|V_A - V_B|}{|V_B - V_C|}$ کدام است ؟




۱) ۱/۸۵
۲) ۵/۲
۳) ۱/۵
۴) هیچکدام

## خواندن اعداد ولت سنج و آمپرسنج در مدار با یک مولد

$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ عددی که آمپرسنج نشان میدهد

$V = \varepsilon - Ir$ عددی که ولت سنج نشان میدهد

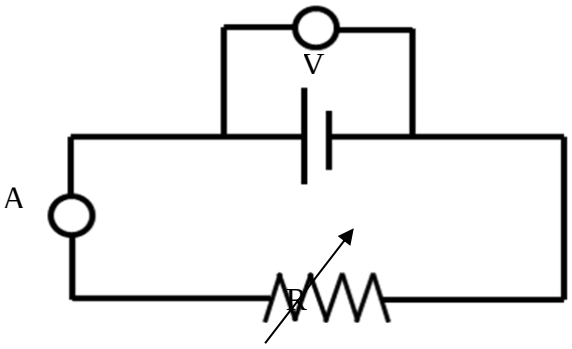
**تست:** در شکل زیر ولت سنج ۴۰ ولت و آمپرسنج با مقاومت ناچیز ۴ آمپر را نشان می‌دهد. اگر مقاومت R را تغییر دهیم به طوری که ولت سنج ۳۶ ولت را نشان دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟

۱) ۶

۲) ۴

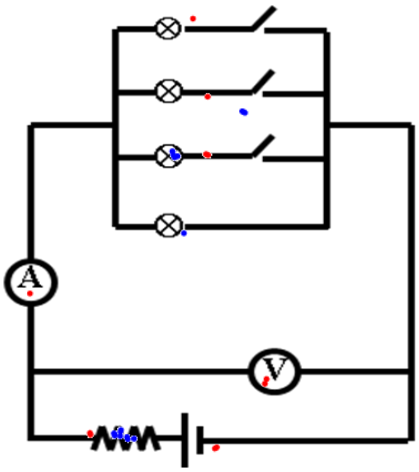
۳) ۸

۴) ۲




$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \varepsilon - rI_1 \xrightarrow[I_1=4A, r=2\Omega]{V_1=40V} 40 = \varepsilon - 4\times 2 \Rightarrow \varepsilon = 48 \\ V_2 = \varepsilon - rI_2 \xrightarrow[I_2=?, r=2\Omega]{V_2=36V} 36 = 48 - 2I_2 \Rightarrow 12 = 2I_2 \Rightarrow I_2 = 6 \end{cases}$$

**تست:** مطابق شکل زیر، تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده‌اند و هر لامپ (به غیر از یکی) با کلیدی همراه است. با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، اعدادی که آمپرسنج و ولت سنج ایده آل نشان می دهند، به ترتیب از راست به چپ، چگونه تغییر می کنند؟



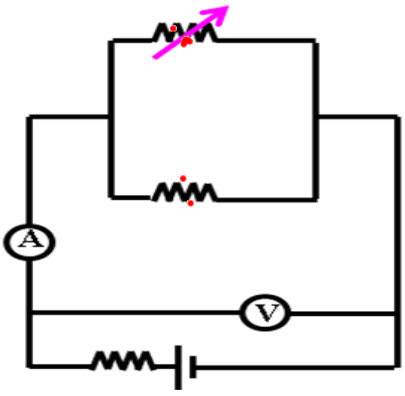
۱) افزایش می‌یابد – افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد – کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد – کاهش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد – افزایش می‌یابد

$R_T \Rightarrow \downarrow$

$\uparrow I = \frac{\varepsilon}{\downarrow R_T + r_T}$

$\downarrow V = \varepsilon - \uparrow I r$

**تست:** مطابق شکل زیر اگر مقاومت متغیر را افزایش دهیم اعدادی که آمپرسنج و ولت سنج ایده آل نشان می دهند، به ترتیب از راست به چپ، چگونه تغییر می کنند؟



۱) افزایش می‌یابد – افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد – کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد – کاهش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد – افزایش می‌یابد.

$R_T \rightarrow \uparrow$

$\downarrow I = \frac{\varepsilon}{\uparrow R_T + r}$

$\uparrow V = \varepsilon - \downarrow I r$

**نکته:**

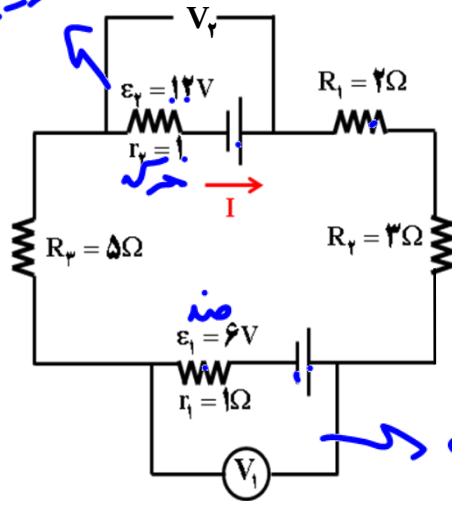
## خواندن اعداد ولت سنج و آمپر سنج در مدار تک حلقه با چند مولد

عدد آمپر سنج شاخه اصلی $I = \dfrac{|\Sigma\varepsilon_{\text{ساعتگرد}} - \Sigma\varepsilon_{\text{پادساعتگرد}}|}{\Sigma R + \Sigma r}$

عدد ولت‌سنج برای مولد محرکه $V = \varepsilon - Ir$

عدد ولت‌سنج برای مولد ضد محرکه $V = \varepsilon + Ir$

**تست:** در مدار تک حلقه ای مقابل،، اعدادی که ولت سنج‌های ایده آل نمایش می دهند، چند ولت است؟




۱) $\begin{cases} V_1 = ۶/۵ \\ V_2 = ۱۲/۵ \end{cases}$

۲) $\begin{cases} V_1 = ۵/۵ \\ V_2 = ۱۲/۵ \end{cases}$

۳) $\begin{cases} V_1 = ۵/۵ \\ V_2 = ۱۱/۵ \end{cases}$

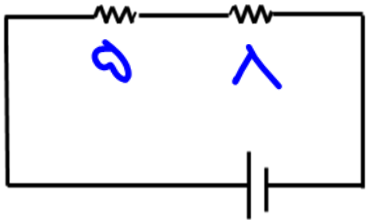
۴) $\begin{cases} V_1 = ۶/۵ \\ V_2 = ۱۱/۵ \end{cases}$ ✓

# به هم بستن مقاومت‌ها

## به هم بستن سری (متوالی)

دقت نمایید که واژه متوالی ارتباطی به چگونگی رسم مقاومت‌ها ندارد و شکل فضایی مقاومت‌ها ندارد. به هم بستن سری (متوالی) به معنای بسته شدن مقاومت‌ها یکی پس از دیگری است به طوری که هیچ انشعابی بین آنها وجود نداشته باشد و مقاوتها از یک دست و بدون مزاحم (انشعاب) به هم متصل باشند.در مقاومتهای متوالی (سری) ، جریانهاها با هم برابرند اما اختلاف پتانسیل آنها باهم برابر نیست. وقتی مقاومت‌ها به طور متوالی بسته شده‌اند مقاومت معادل آنها بزرگ تر از مقاومت هریک از آنها است و نیز توان الکتریکی مصرفی مقاومت معادل با مجموع توان‌های الکتریکی مصرفی هریک از آنها برابر است.

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$
$$I_T = I_1 = I_2 + \dots$$
$$V_T = V_1 + V_2 + \dots$$

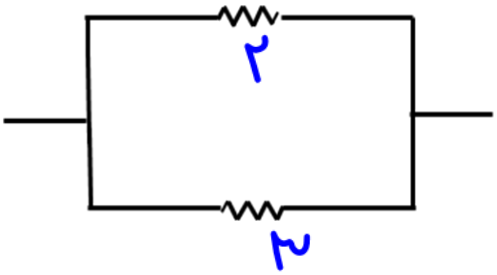



## به هم بستن موازی

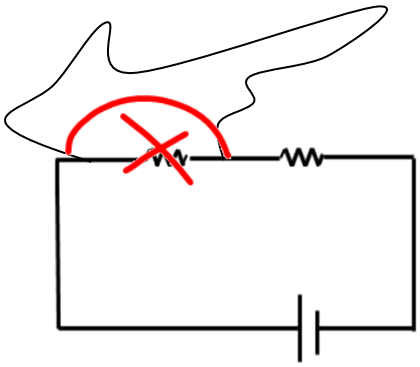
بازهم واژهٔ موازی ارتباطی به چگونگی رسم مقاومت‌ها ندارد؛ بلکه به هم بستن به‌صورت موازی به معنای آنست که مقاومتها از دو دست به هم اشتراک دااشته باشند.در این جا اختلاف پتانسلها برابرست ولی جریان کل برابر با مجموع جریانهاست.

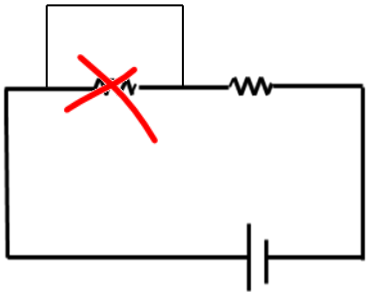
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$
$$I_T = I_1 + I_2 + \dots$$
$$V_T = V_1 = +V_2 = \dots$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$$

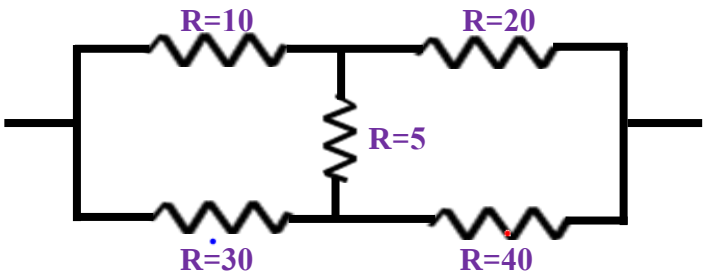



## نکته اتصال کوتاه :



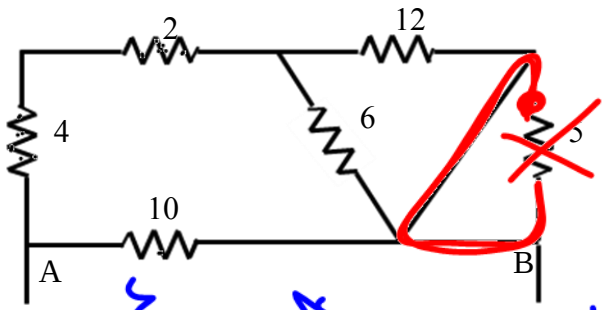


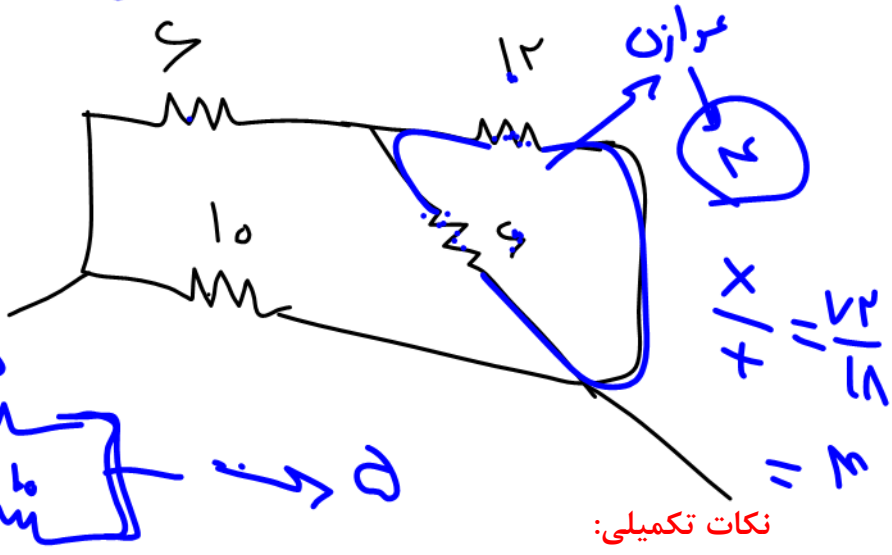
مثال : کدام‌یک از مقاومتهای زیر سری و کدام‌یک موازیند؟




تست : مقاومت معادل بین B و A چند اهم است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۵



نکات تکمیلی:

نکته: دو مقاوت ۳Ω و ۶Ω که به موازات هم باشند برایند شان ۲Ω است.

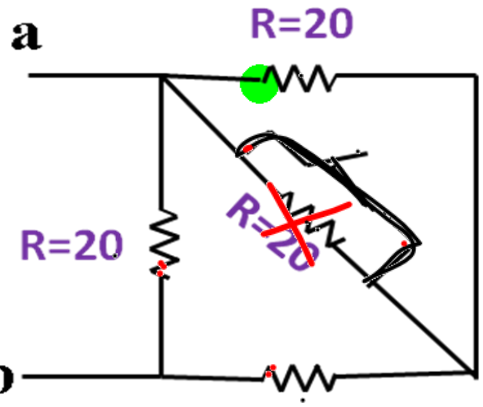
نکته:اگر تعداد زیادی مقاومت موازی و مشابه داشته باشم برای محاسبه برایند کافیست،یکی را بر تعدادشان تقسیم کنیم

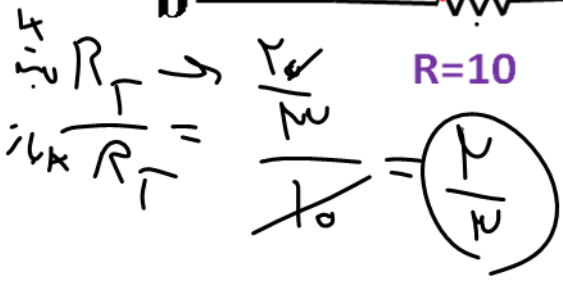
نکته اگر تعداد زیادی مقاومت مشابه را در x ردیف y تایی به هم ببندیم معادلشان برابر می‌شود با $\frac{Y}{X}R$

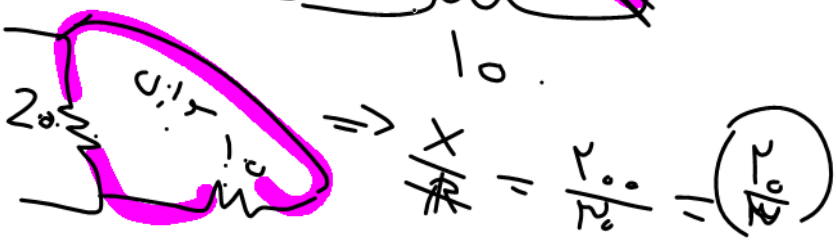
در مقاومت‌های موازی، مقاومت معادل از همه مقاومت‌ها کوچکتر است ولی در سری‌ها مقاومت معادل از همه مقاومت‌ها بزرگ‌تر است.

**تست:** مقاومت معادل بین **a** و **b** پس از بستن کلید چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ✓
۲) $\frac{۲۰}{۳}$
۳) $\frac{۱}{۳}$
۴) هیچکدام

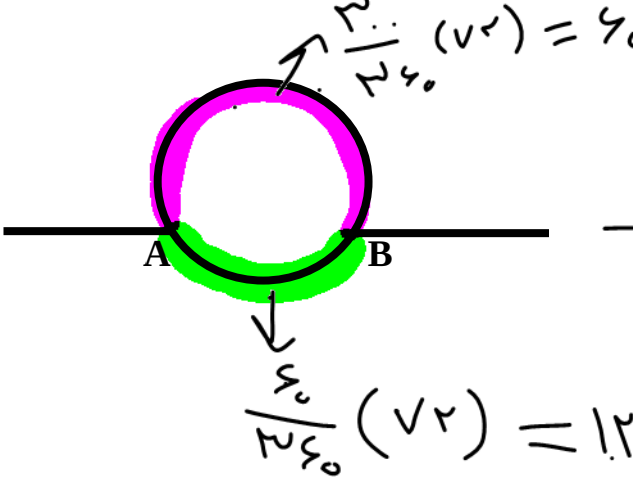


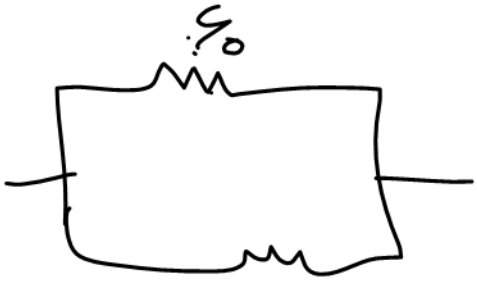


**تست:** سیمی به مقاومت 72 اهم را مطابق شکل مقابل بصورت یک حلقه دایره ای در می‌آوریم، مقاومت معادل بین نقاط **A** و **B** چند اهم می‌شود؟(کمان **AB** کوچک ۶۰ درجه است.)

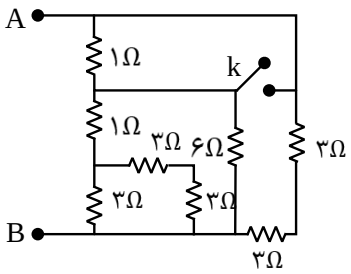
۱) ۱۰ ✓
۲) ۷۲
۳) ۱۲
۴) ۳۱



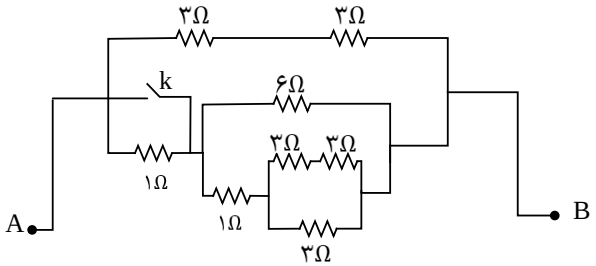



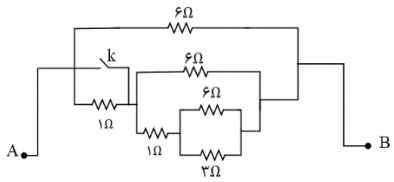
**تست:** در شکل زیر، ابتدا کلید k باز است. اگر کلید k بسته شود، مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و B چند اهم تغییر می کند؟

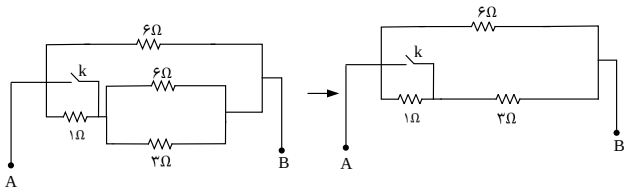
۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۱/۲۵

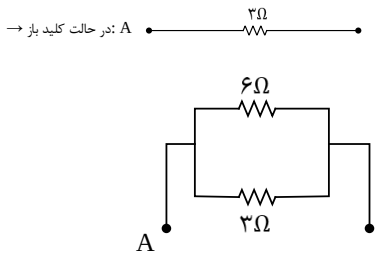



مدار را بصورت زیر ساده می کنیم:




برای حالتی که کلید بسته می شود مقاومت $1\Omega$ که بالا (مجاور نقطه یA) قرار دارد. اتصال کوتاه می شود و داریم:

تغییر مقاومت معادل: $2 - 1/5 = 0/5\Omega$ در حالت کلید بسته: $R_t = \frac{6 \times 2}{6 + 2} = 1.5\Omega$

## نکات مربوط به انرژی و توان مقاومت

انرژی و گرمای تولید شده در یک مقاومت از روبط محاسبه میشود

$$U = RI^2t$$

$$U = \frac{V^2}{R}t$$

$$U = VIt$$

توان مصرفی در یک در یک مقاومت از روابط محاسبه میشود

$$P = RI^2$$

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

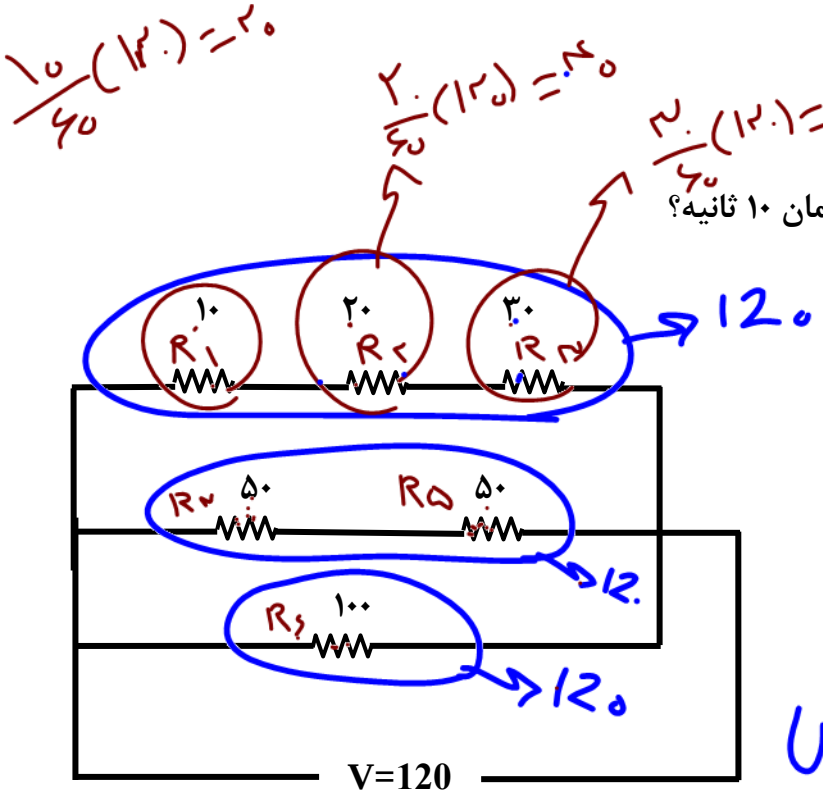
$$P = VI$$

تمرین مهم: با توجه به مدار مقابل:

الف: اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت؟

ب : توان مصرفی مقاومت $R_4$

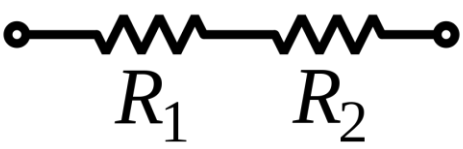
ج : گرمای تولید شده در مقاومت $R_4$ در مدت زمان ۱۰ ثانیه؟

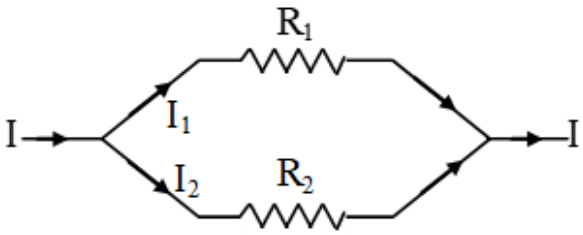


## نحوه پیدا کردن اختلاف پتانسیل و جریان در مدارهای سری و موازی

**اختلاف پتانسیل**

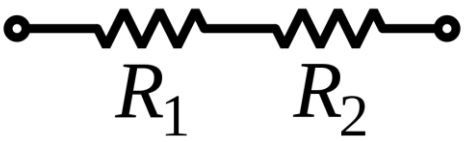
- در دوسر مدارهای موازی یکسان است
- در مدارهای سری به نسبت مستقیم تقسیم میشود

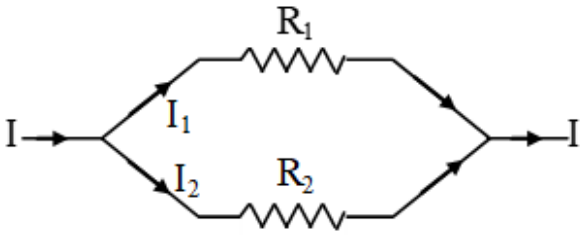



**شدت جریان**

- در مدارهای موازی به نسبت معکوس تقسیم میشود
- در مدارهای سری با هم یکسان است



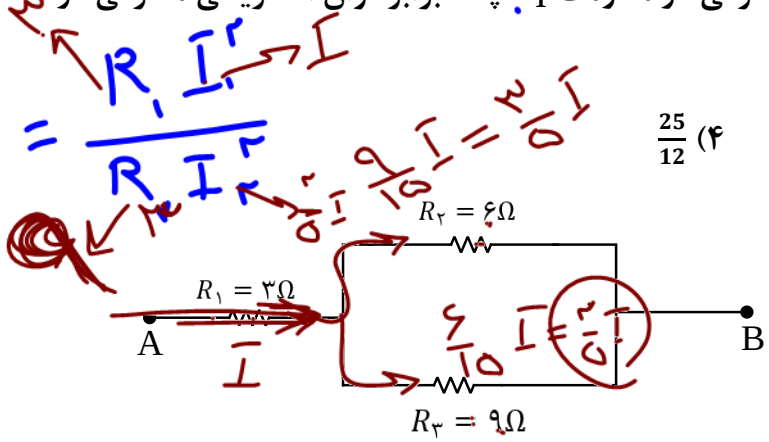




$$U = \frac{V^2}{R} t$$

$$P = \frac{U}{t} = \frac{\frac{V^2}{R} t}{t} = \frac{V^2}{R}$$

**تست:** در شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مجموعه ی مقاومت ها، مقداری ثابت باشد، توان الکتریکی مصرفی در مقاومت الکتریکی مصرفی در مقاومت $R_1$ چند برابر توان الکتریکی مصرفی در مقاومت $R_3$ است؟

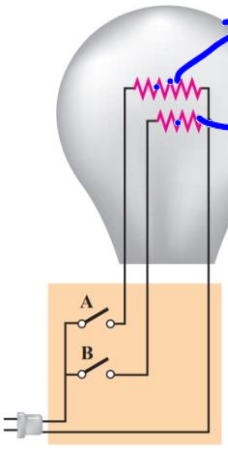
۱) $\frac{27}{13}$ ۲) $\frac{25}{18}$ ۳) $25$ ۴) $\frac{25}{12}$




$$P = RI^2 \rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{R_1}{R_3} \times \left(\frac{I_1}{I_3}\right)^2 \rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{3}{9} \times \left(\frac{\frac{5}{2}I}{I}\right)^2 = \frac{25}{12}$$

**تست:** یک لامپ سه راهه **220V** که دو رشته(مقاومت) دارد مطابق شکل برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است ماکزیمم و مینیمم توان مصرفی این لامپ به ترتیب **50W** و **150W**است. مقاومت هریک از این رشته ها چه قدر است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۴۸۵-۹۶۸ ۲) ۴۵۲ – ۳۲۳ ۳) ۹۶۸-۳۲۳ ۴) ۳۲۳-۴۵۳




$$P_{min} = \frac{V^2}{R_{max}} \qquad 50 = \frac{220^2}{R_{max}} \qquad R_{max} = 968$$

پاسخ : گزینه۱

بیشترین توان مربوط به کمترین مقاومت و کمترین توان مربوط به بیشترین مقاومت است

کمترین توان مربوط به وقتی است که کلید مربوط به رشته با مقاومت بیشتر بسته شده است

در بستن موازی مقاومتها دیدیم مقاومت معادل کوچکتر از هریک از مقاومتهاست. بنابراین بیشترین توان مربوط به وقتی است که کلیدهای **a**و **b**هردو بسته‌اند؛ یعنی:

$$P_{Max} = \frac{V^2}{R_{Min\ کلی}} \quad 150 = \frac{220^2}{R_{Min\ کلی}} \quad R_{Min\ کلی} = 323$$

$$\frac{1}{R_{کلی Min}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \frac{1}{323} = \frac{1}{968} + \frac{1}{R_2} \quad R_2 = 485$$

۲۲۳ ۹۶۸ ؟

## نکات تکمیلی مبحث توان

درقسمت قبل خواندیم که توان مصرفی در مقاومت‌ها از روابط استفاده میشود

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

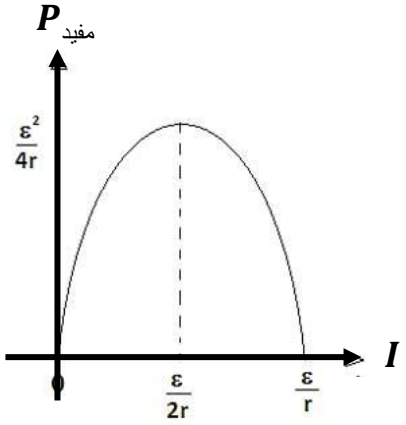
اما توان مولدها توان مولد ها از روابط زیر محاسبه میشود

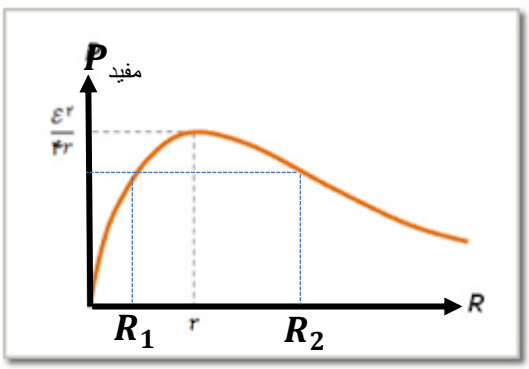
**مولد محرکه**

- $P_{\text{کل یا تولیدی}} = \varepsilon I$
- $P_{\text{تلف}} = rI^2$
- $P_{\text{مفید یا خروجی}} = \varepsilon I - rI^2$
- $P_{\text{مفید بیشینه}} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$

**مولد ضد محرکه**

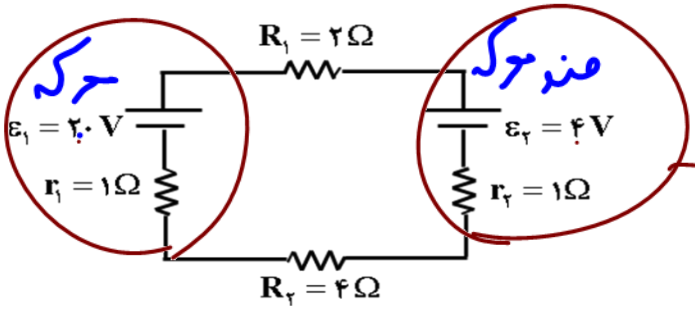
- $P_{\text{توان وروری ضدمحرکه}} = \varepsilon I + rI^2$




$$r = \sqrt{R_1 \times R_2}$$

**تست:** با توجه به مدار شکل مقابل، توان خروجی (مفید) مولد محرکه و توان ورودی مولد ضد محرکه به ترتیب از راست به چپ چند وات است؟




۱) ۳۶ و ۱۲
۲) ۴۴ و ۱۲
۳) ۴۴ و ۴
۴) ۳۶ و ۴

**در سوال بالا محاسبه کنید:**

توان تولیدی مولد محرکه؟
توان مصرفی (تلف) مولد محرکه؟
توان خروجی (مفید) مولد محرکه؟
حداکثر توان مفید مولد محرکه؟
توان ورودی به مولد ضد محرکه؟

**تست:** دو مقاومت ۶ و ۳ اهمی به یک مولد ۲۰ ولتی سری شده‌اند، اگر مقاومت داخلی یک اهم باشد، چند درصد از توان آن (تلف) می‌شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۵

**تست:** اگر دمای رشتهٔ درون یک لامپ را ۲۲۵۰ درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، توان مصرفی آن با همان ولتاژ قبلی چگونه تغییر می‌کند؟ (ضریب دمایی مقاومت رشتهٔ درون لامپ برابر با است.)
(ویژه دانش آموزان ریاضی)

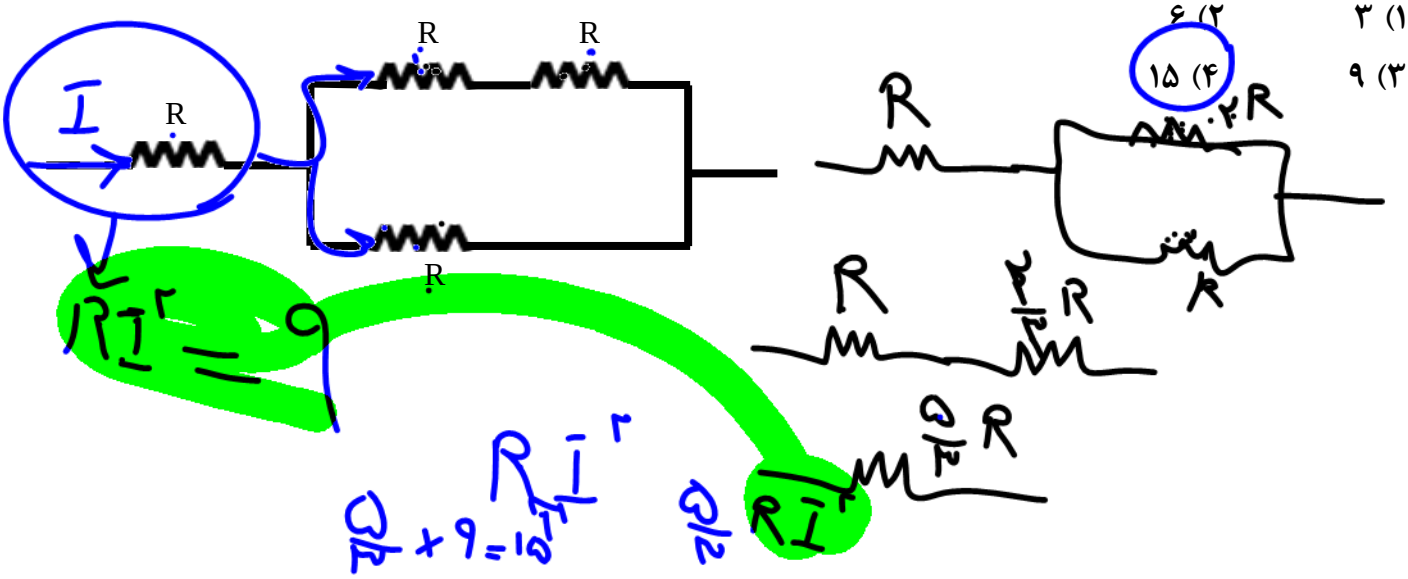
۱) ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۱۰ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۹۰ درصد کاهش می‌یابد.
۴) ۹۰ درصد افزایش می‌یابد.

## حداکثر توان قابل تحمل

مراقب کسی باشید که بیشترین آر آی دو را دارد !!!!!!!!!

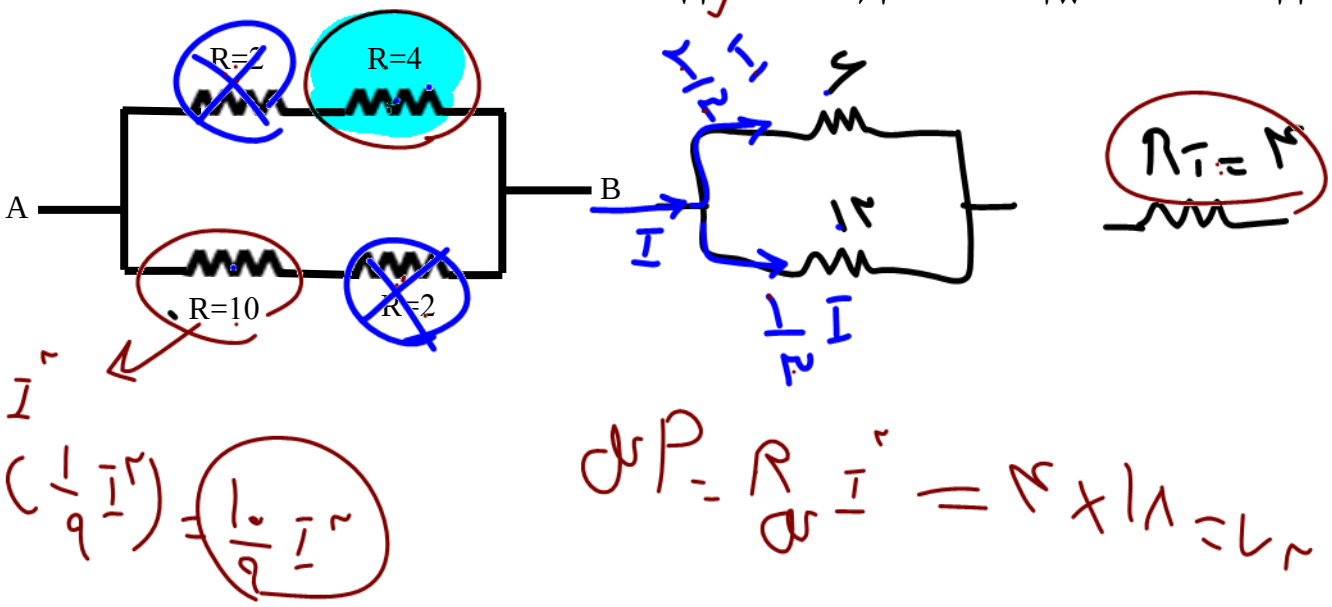
**تست:** بیشترین توان قابل تحمل هریک از مقاومتهای یکسان شکل زیر ۹ وات است، بیشترین توانی که میتوان از این مدار گرفت تا هیچیک از مقاومتها آسیب نبینند چند وات است؟

۱) ۳ ۲) ۶
۳) ۹ ۴) ۱۵




**تست:** در شکل زیر بیشترین توانی که هر مقاومت بدون آسیب می‌تواند تحمل کند ۳۲ وات است، حداکثر توانی که بین دو نقطه A و B میتوان مصرف کرد بدون آنکه هیچیک از مقاومتهای مدار آسیب ببینند چند وات است؟

۳۲ ۴۸ ۶۴ ۷۲

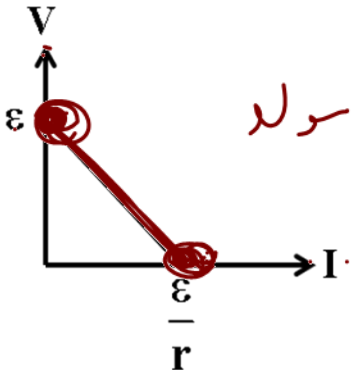


## افت پتانسیل

افت پتانسیل مولد: $V' = Ir = \frac{\varepsilon r}{R+r}$

افت پتانسیل مقاومت خارجی: $V = IR = \frac{\varepsilon R}{R+r}$

$V = \varepsilon - Ir$




یاداوری: در نمودار V-I یک مولد محرکه داریم:

$V = \varepsilon - Ir$

تست : دو سر مولدی را یک بار به مقاومت ۴ اهمی و بار دیگر به مقاومت ۳۰ اهمی وصل می‌کنیم، اگر ولت سنجی را به دو سر این مقاوتها وصل کنیم، اگر افت پتانسیل مقاومت خارجی در حالت دوم ۱/۵ برابر حالت اول شود، در اینصورت مقاومت درونی مولد چند اهم بوده است؟

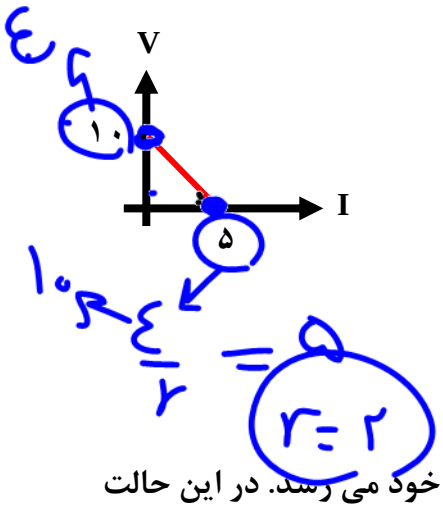
۱) ۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۲ ۴) ۱/۲۵

تست: افت پتانسیل درون یک مولد ۲۰درصد نیروی محرکه مولد است، نسبت مقاومت خارجی مدار به مقاومت درونی مولد کدامست؟

۱) ۲ ۲) ۰/۲۵ ۳) ۴ ۴) ۱

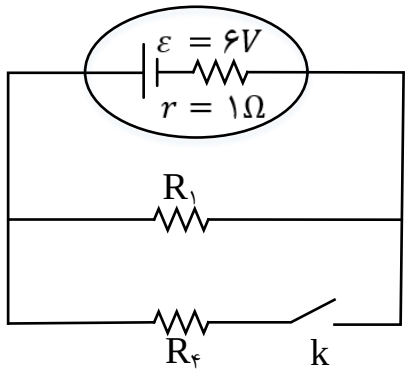
**تست :** نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد بر حسب جریان گرفته شده از آن بصورت مقابل است، بیشترین توان مفید این مولد چند وات می‌شود؟

۱) ۲۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰




**تست:** در مدار شکل زیر، با بستن کلید K، توان مفید مولد به بیشینه ی مقدار خود می رسد. در این حالت شدت جریان الکتریکی عبوری از مولد چند آمپر است؟

۱) ۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۳ ۴) ۱




گزینه ۳

توان مفید مولد از رابطه ی $P = \varepsilon I - rI^2$ به دست می آید که این رابطه یک تابع درجه ی دوم نسبت به متغییر $I$ می باشد. مقدار بیشینه ی این تابع $(P_{max})$ به ازای $I = \frac{-b}{2a} = \frac{\varepsilon}{2r}$ به دست می آید. داریم:

$$\begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon}{2r} \\ I = \dfrac{\varepsilon}{R_T + r} \end{cases} \rightarrow \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \rightarrow R_T = r$$

$$\xrightarrow{r=1\Omega} R_T = 1\Omega \text{ و } I = \frac{6}{1+1} = 3A$$

## ولتاژ و توان اسمی

بر روی هر وسیله ی برقی ۲عدد نوشته می شود که یکی ازآن ها اختلاف پتاسیل مناسب کار دستگاه است که به آن ولتاژ اسمی می گویند و عدد دوم توان کار دستگاه در صورت اتصال به ولتاژ اسمی است که به این توان، توان اسمی می شود

به زبان ساده‌تر، به ولتاژ و توانی که کارخانه سازنده بر روی وسیله درج کرده،ولتاژ و توان اسمی میگوییم به ولتاژی که در دنیای واقعی به وسیله وصل میکنیم،ولتاژ واقعی میگوییم و این مقادیر را از فرمول زیر محاسبه نمایید

$$\frac{P_{\text{اسمی}}}{P_{\text{واقعی}}} = \frac{V^2_{\text{اسمی}}}{V^2_{\text{واقعی}}}$$

**تست:** دو سر یک لامپ را که بر روی آن اعداد۲۰۰وات و ۲۲۰ ولت نوشته شده است، آنرا به اختلاف پتانسیل ۱۱۰ وصل می‌کنیم. انرژی الکتریکی مصرف شده توسط لامپ در مدت ۱۲ ساعت بر حسب چند کیلووات ساعت است ؟ (مقاومت لامپ را ثابت فرض می‌کنیم)

۱) ۲/۴ ۲) ۱/۲

۳) ۰/۶ ۴) ۰/۳

$$\frac{P_{\text{اسمی}}}{P_{\text{واقعی}}} = \frac{V^2_{\text{اسمی}}}{V^2_{\text{واقعی}}}$$

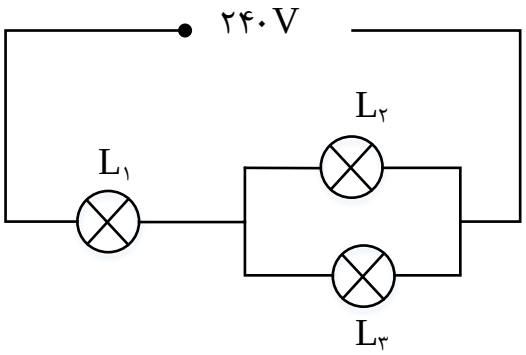
$$\xrightarrow[R_2=?\ ,\ V_2=110V]{R_1=200W,\ V_1=220V} \frac{200}{P_2} = \left(\frac{220}{110}\right)^2 \rightarrow P_2 = 50W$$

$$U = P.t \xrightarrow[t=12h]{P=50W=50\times10^{-3}kW} U = 50\times10^{-3}\times12$$

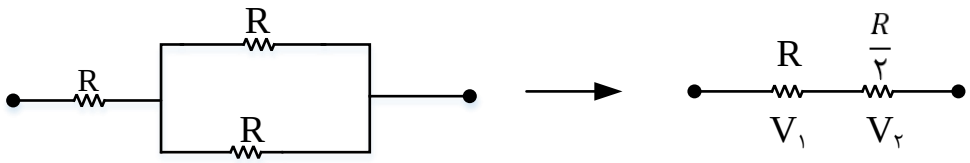
$$\rightarrow U = 0/6\ kWh$$

**تست: در مدار شکل زیر، لامپ ها مشابه و روی هر یک اعداد (100W، 240V) درج شده است. در این مدار توان مصرفی لامپ $L_1$ چند وات است؟ (مقاومت لامپ ها ثابت فرض شود.)**

۱) $\frac{400}{9}$ ۲) $\frac{200}{9}$ ۳) $\frac{200}{3}$ ۴) $\frac{400}{3}$




لامپ ها مشابه و مقاومت الکتریکی هر یک را که ثابت است، برابر با $R$ درنظر می گیریم؛ بنابراین:




اختلاف پتانسیل دو سر لامپ $L_1$ برابر است با:

$$V_1 = R_1 I \xrightarrow{I=\frac{V}{R_T}} V_1 = \frac{R}{R+\frac{R}{2}} \times V = \frac{2}{3} \times 240 = 160V$$

حال با استفاده از مشخصات اسمی لامپ، توان مصرفی آن را در حالتی که به اختلاف پتانسیل $160V$ متصل است، حساب می کنیم:

$$\frac{P_1}{P_1'} = \left(\frac{V_1}{V_1'}\right)^2 \rightarrow \frac{P_1}{100} = \left(\frac{160}{240}\right)^2 \rightarrow P_1 = \frac{400}{9}W$$

## مدارهای R C (مطالعه نیمه آزاد)

مدارهای RC یعنی مداری که در آن هم مقاومت ( R ) داریم و هم خازن ( C )،دقت کنید که خازن ها در زمان کوتاهی کاملا پر میشوند و دیگر جریانی را از خود عبور نمیدهند

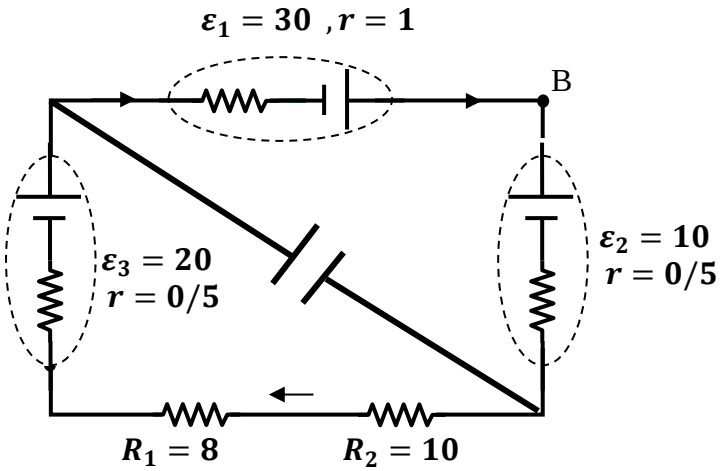
در مدارهای RC سه حالت زیر وجود دارد:

خازن و مقاومت

- اگر خازن در شاخه اصلی باشد،جریان در شاخه اصلی صفر می‌شود.
- اگر خازن موازی با جزئی از مدار باشد ولتاژ دو سرخازن با آن جزء از مدار برابر می‌شود.
- اگرخازن سری با جزئی از مدار باشد، جریان فقط در آن شاخه صفر می‌شود.

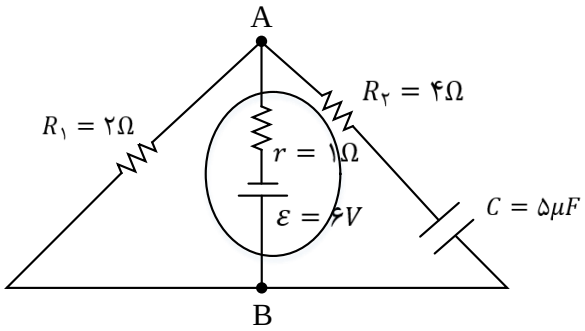
تست: با توجه به شکل مقابل شدت جریان عبوری از مقاومت ۵ اهمی برحسب آمپر و انرژی ذخیره شده در خازن (۲۰ میکروفارادی) بر حسب میکروژول به ترتیب از راست به چپ.....

۱) ۲- ۴۹۰ ۲) ۲- ۳۸۰ ۳) ۱۰- ۳۸۰ ۴) هیچکدام



**تست:** **در مدار شکل زیر، انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C چند میکروژل است؟**

**۱) ۴۰ ۲) ۹۰ ۳) ۵۷/۶ ۴) ۶۲/۵**




گزینه ۱ : از آن جایی که مقاومت $R_2$ در شاخه ای از مدار، شامل خازن C قرار گرفته است، جریان الکتریکی مستقیم از آن عبور نمی کند و بنابراین ولتاژ بین دو نقطه ی A و B همان ولتاژ دو سر خازن خواهد شد.

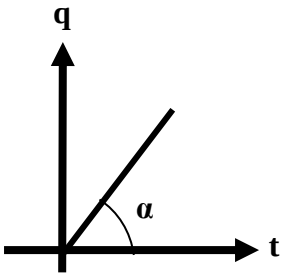
پس خواهیم داشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \rightarrow I = \frac{6}{2+1} = 2A$$

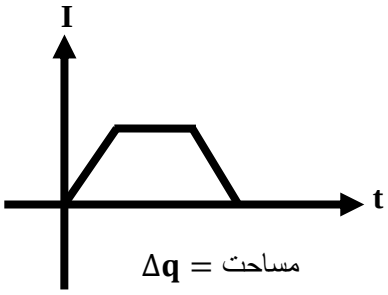
$$V_{AB} = \varepsilon - Ir \rightarrow V = 6 - 2 \times 1 = 4V$$

$$\xrightarrow{U=\frac{1}{2}CV^2\ ,C=5\mu F\ ,V=4V} U = \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2 = 40\mu J$$

# جمعبندی نمودارهای فصل جریان

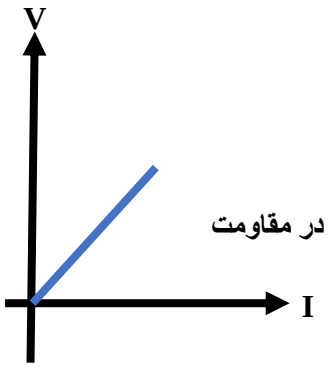



$I = tan\alpha$

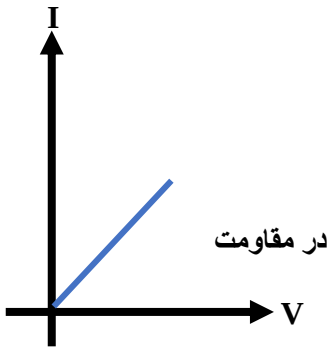



$\Delta q =$ مساحت

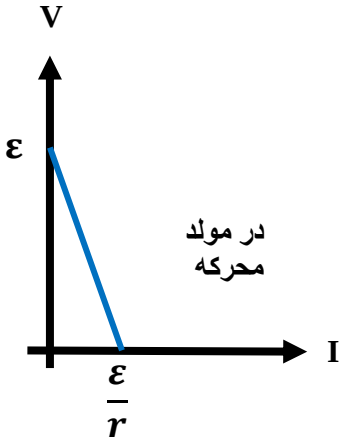
$I_{متوسط} = \frac{\text{مساحت}}{\text{زمان}}$

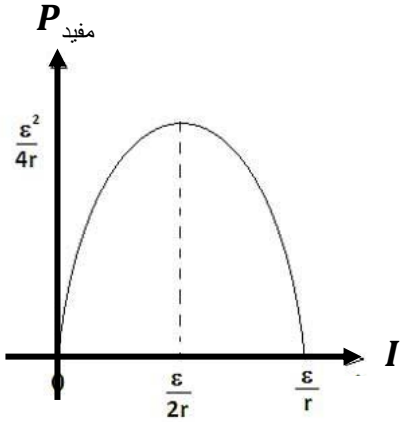


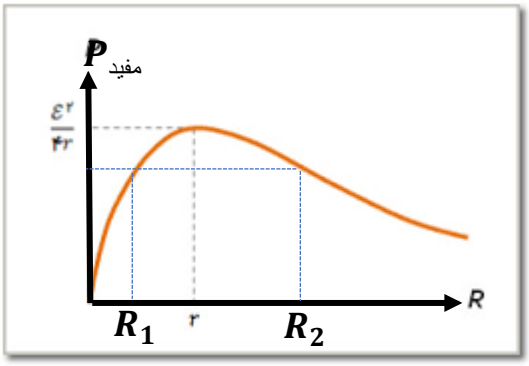

$R = tan\alpha$




$R = cot\ \alpha$



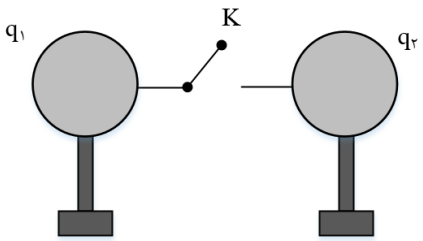




$r = \sqrt{R_1 \times R_2}$

# Home Work

۱- مطابق شکل زیر، دو گوی فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = 6\mu C$ و $q_2 = -4\mu C$ می باشند و روی پایه های عایق در مجاورت یک دیگر قرار گرفته اند. اگر کلید Kرا وصل کنیم در مدت $2ms$ این دو کره هم پتانسیل می شوند. بزرگی جریان متوسط عبوری از کلید در این مدت زمان چند میلی آمپر است؟

۱) ۱ ۲) ۲/۵ ۳) ۲ ۴) ۵

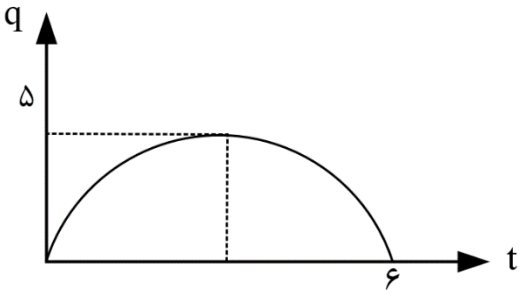



۲- معادله ی بار الکتریکی عبوری از مقطع یک سیم رسانا در SI به صورت $q = (4t^2 + 2t + 6)$ است. در کدام یک از بازه های زمانی زیر بزرگی جریان الکتریکی متوسط عبوری از این سیم بیش تر است؟

۱) $t = 0$ تا $t' = 2s$ ۲) $t = 0$ تا $t' = 1s$

۳) $t = 1s$ تا $t' = 2s$ ۴) $t = 2s$ تا $t' = 3s$

۳- نمودار بار گذرنده از سطح مقطع رسانا بر حسب زمان به صورت زیر سهم ی است. جریان متوسط در بازه ۲/۱s تا ۳/۹s چند آمپر است؟




۱) صفر

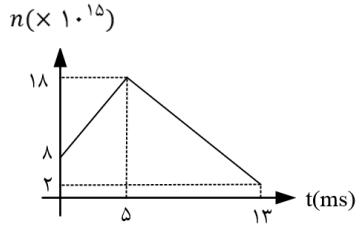
۱) ۲

۳) ۱/۵

۴) اطلاعات سؤال کافی نیست.

۴- نمودار تعداد الکترونهای گذرنده از یک رسانای حامل جریان الکتریکی بر حسب زمان به صورت روبه رو است. جریان متوسط در دو ثانیه سوم حرکت برابر چند آمپر می باشد؟

۱) صفر ۲) ۱/۲۸ ۳) ۲/۵۶ ۴) ۵/۱۲



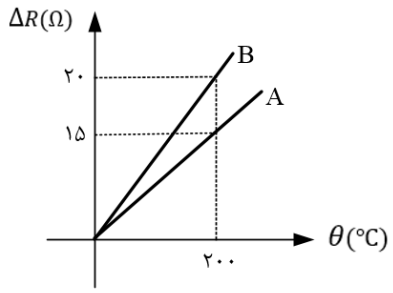

۵- دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی اند. اگر جریان سیم B، $\frac{2}{3}$ جرم سیم A بوده و چگالی $\frac{1}{3}$ آن چگالی سیم A باشد، مقاومت ویژه سیم B چند برابر مقاومت ویژه‌ی سیم A است؟

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

۶- سیمی به طول I و مقاومت R در اختیار داریم. سیم را از وسط نصف کرده و یک نیمه آن را کنار می گذاریم. نیمه باقی مانده سیم را در دمای ثابت کشیده تا طول سیم مجدد اشود. مقاومت این سیم چند R می شود؟

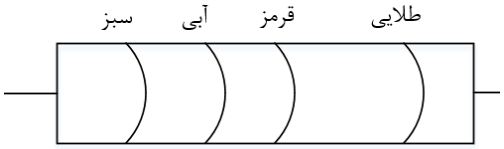
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{4}$

۷- نمودار زیر تغییرات مقاومت الکتریکی دو رسانای A و B را بر حسب دمای درجه سلسیوس نشان می دهد. اگر در دمای $0^oC$ باشد، $R_B = 2R_A$ نسبت $\frac{\alpha_A}{\alpha_B}$ کدام است؟



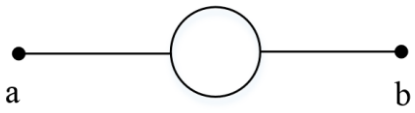

۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{2}{3}$

۸- در شکل زیر بیشترین مقدار مقاومت شکل چند اهم می تواند باشد؟ (سبز: ۵، قرمز: ۲، آبی: ۶، طلایی: ۵)




۱) ۵۶۰ ۲) ۵۶۰۰ ۳) ۵۳۲۰ ۴) ۵۸۸۰

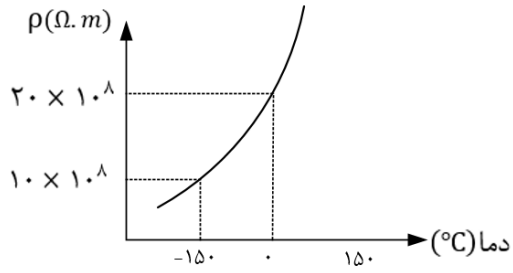
۹- سیم یکنواختی به مقاومت R به سه طول مساوی بریده و یکی از این سه را به شکل دایره در آورده و مطابق شکل به هم متصل می کنیم. مقاومت معادل بین a و b برابر کدام است؟




۱) $\frac{3R}{4}$ ۲) R ۳) $\frac{R}{4}$ 4) $\frac{4R}{5}$

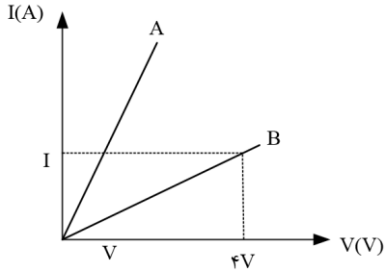
10- نمودار مقاومت ویژهی یک فلز بر حسب دما به شکل زیر است. ضریب دمایی مقاومت ویژهی این فلز چند $K^{-1}$ است؟

۱) $\frac{1}{150}$ ۲) $\frac{1}{75}$ ۳) $-\frac{1}{150}$ ۴) $-\frac{1}{75}$




۱۱-نمودار جریان برحسب ولتاژ برای دو سیم مختلف با جرم های مساوی و چگالی های $\rho_A = 8\frac{g}{cm^3}$ و $\rho_B = 2/4\frac{g}{cm^3}$ مطابق شکل زیر است. اگر مقاومت ویژه ی سیم B، $\frac{3}{10}$ در برابر مقاومت ویژه ی سیم A باشد، قطر سطح مقطع سیم A چند برابر قطر سطح مقطع سیم B است؟ (دما ثابت و یکسان است.)

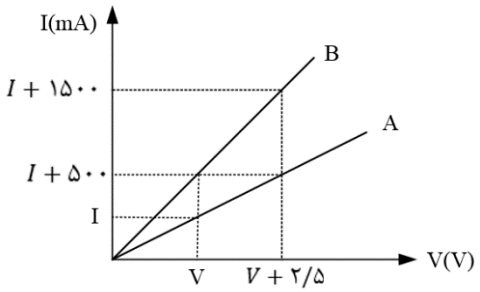
۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) $\sqrt{3}$ ۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$




۱۲- یک مکعب فلزی مستطیل شکل به ابعاد ۸cm، ۲cm و ۱cm را در راستای هر یک از اضلاع آن می توان در مداری که اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر این مکعب ثابت است، قرار داد. حداکثر جریان عبوری از این مکعب چند برابر حداقل جریان الکتریکی عبوری از آن است؟

۱) ۶۴ ۲) $\frac{1}{64}$ ۳) ۳۲ ۴) $\frac{1}{32}$

۱۳- نمودار شدت جریان الکتریکی عبوری از دو مقاومت A و B بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آنها مطابق شکل است. حاصل $R_A - R_B$ بر حسب اهم کدام است؟



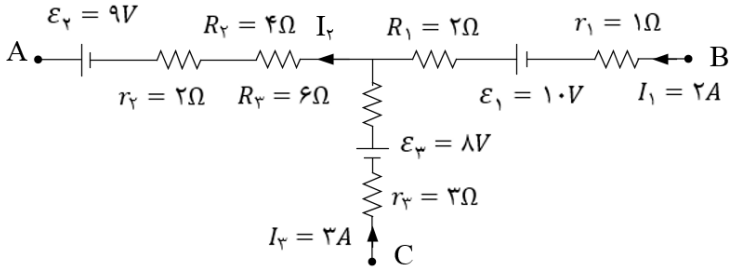

۱) ۱۰

۲) ۵

۳) ۲/۵

۴) ۱/۲۵

۱۴- در مدار شکل زیر، پتانسیل نقطه ی A چند ولت است؟




۱) ۴۰

۲) -۴۰

۳) ۱۴

۴) -۱۴

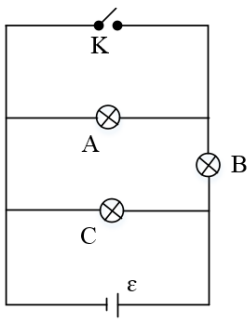
۱۵- مطابق شکل زیر سه لامپ B، A و C به یک باتری با مقاومت درونی ناچیز متصل شده اند. با بستن کلید K نور این لامپ ها چگونه تغییر می کند؟ (مقاومت لامپ ها را ثابت فرض کنید.)

۱) لامپ A خاموش شده و نور لامپ C افزایش می یابد.

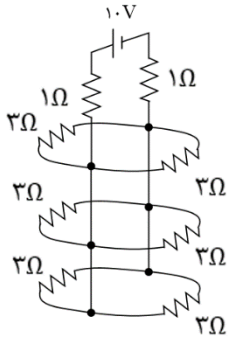
۲) نور لامپ های B و C افزایش می یابد.

۳) نور لامپ B افزایش یافته و نور لامپ C ثابت می ماند.

۴) لامپ A خاموش شده و نور لامپ B کاهش می یابد.



۱۶- در مدار شکل زیر شدت جریانی که از منبع نیروی محرکه آرمانی و از مقاومت های ۳ اهمی می گذرد، به ترتیب و از راست به چپ چند آمپر است؟




۱) ۳ و $\frac{1}{2}$

۲) ۴ و $\frac{1}{2}$

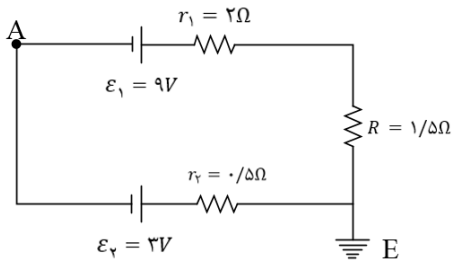
۳) ۳ و $\frac{2}{3}$

۴) ۴ و $\frac{2}{3}$

۱۷- افت پتانسیل در یک مولد در اتصال مقاومت R به آن $\frac{1}{3}$ نیروی محرکه است. اگر در اثر فرسودگی مقاومت درونی آن ۵۰ درصد زیاد شود، افت پتانسیل در این مولد در اتصال به همان مقاومت R چند برابر نیروی محرکه می شود؟

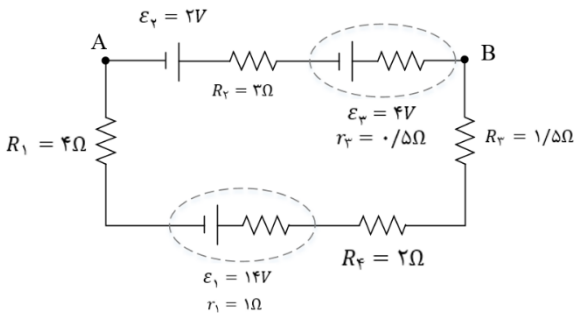
۱) $\frac{5}{70}$ ۲) $\frac{3}{7}$ ۳) $\frac{2}{7}$ ۴) $\frac{1}{7}$

۱۸- در شکل زیر با فرض آن که نقطه E مبدا پتانسیل باشد ($V_E = 0$). پتانسیل A چند ولت است؟




۱) -۳/۷۵ ۲) ۲/۲۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) -۲/۲۵

۱۹- در شکل اختلاف پتانسیل بین A و B ($V_B - V_A$) چند V است؟



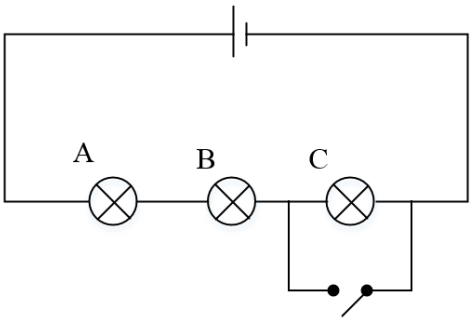

۱) $\frac{14}{3}$

۲) ۶

۳) $\frac{25}{3}$

۴) ۱۲

۲۰- در شکل مقابل با بستن کلید کدام اتفاق می افتد؟ (B، A و C لامپ هستند و مقاومت درونی باتری ناچیز است.




۱) اختلاف پتانسیل دو سر A و B تغییر نمی کند.

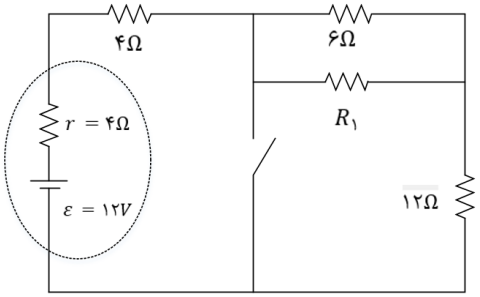
۲) اختلاف پتانسیل دو سر C نصف می شود.

۳) اختلاف پتانسیل دو سر مولد کاهش می یابد.

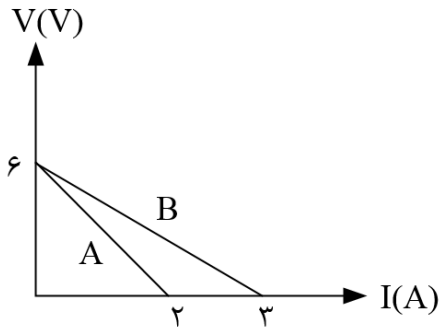
۴) اختلاف پتانسیل B به اندازه ۵۰ درصد افزایش می یابد

۲۱- در شکل زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری ۴۰ درصد کاهش می یابد، $R_1$ چند اهم است؟

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸




۲۲- اگر برای دو باتری A و B نمودار V - I مطابق شکل زیر باشد کدام گزینه در مورد این دو باتری درست است؟




۱) $r_B = 2\Omega\,, r_A = 3\Omega\,, \varepsilon_B = 3V\,, \varepsilon_A = 2V$

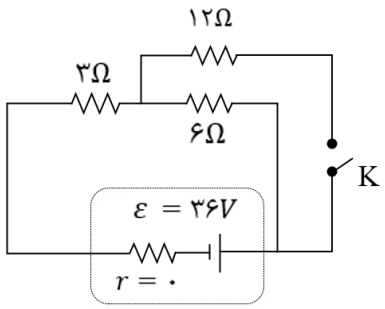
۲) $r_B = 3\Omega\,, r_A = 2\Omega\,, \varepsilon_B = 2V\,, \varepsilon_A = 3V$

۳) $r_B = 2\Omega\,, r_A = 3\Omega\,, \varepsilon_B = \varepsilon_A = 6V$

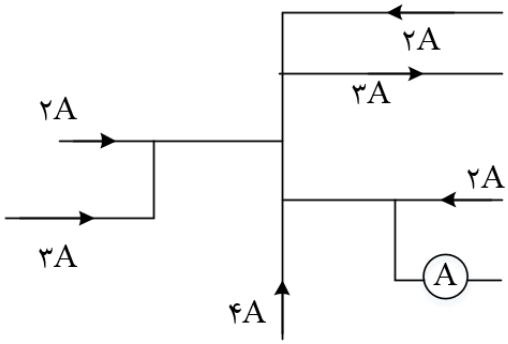
۴) $r_B = 3\Omega\,, r_A = 2\Omega\,, \varepsilon_B = \varepsilon_A = 6V$

۲۳- با بستن کلید k، جریان عبوری از مقاومت ۶ اهمی چند برابر می شود؟

۱) $\frac{7}{3}$ ۲) $\frac{3}{7}$ ۳) $\frac{6}{7}$ ۴) $\frac{7}{6}$

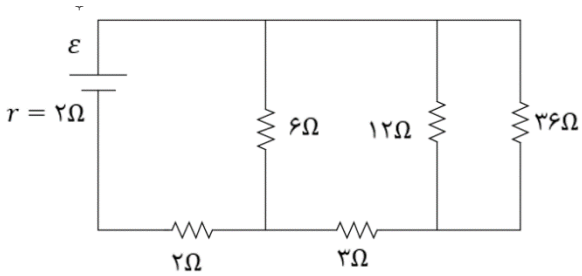



۲۴- در مدار شکل زیر، آمپر سنج چند آمپر را نشان می دهد؟ (آمپر سنج ایده آل است.)



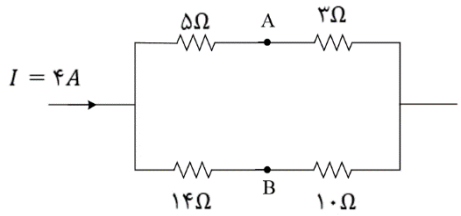

۱) ۱۰
۲) ۱۲
۳) ۴
۴) ۶

۲۵- در مدار زیر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که بیشترین توان در آن تلف می شود، ۱۲ ولت است. ε چند ولت است؟




۱) ۱۲
۲) ۱۸
۳) ۲۰
۴) ۲۴

۲۶- در مدار شکل زیر، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه ی A و B، $(V_A - V_B)$ چند ولت است؟




۱) ۱-

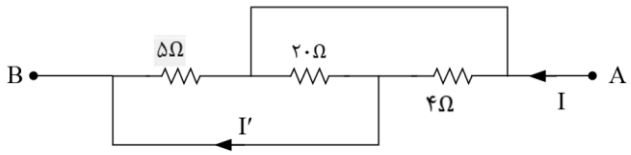
۲) ۱+

۳) ۲۹-

۴) ۲۹+

۲۷- در شکل زیر اگر $V_A - V_B = 20V$ باشد، جریان $I'$ چند آمپر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۴

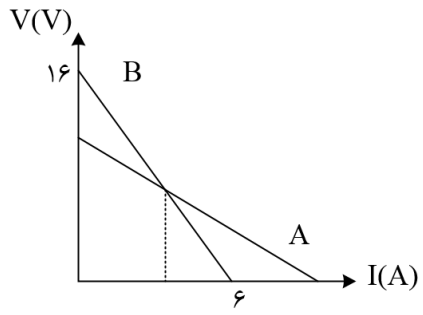



۲۸- منبعی با نیروی محرکه ی ۶ ولت را که مقاومت داخلی آن r است، به مقاومت R می بندیم و جریان الکتریکی ۰/۲ آمپر از آن عبور می کند. افت پتانسیل در مقاومت داخلی، $\frac{1}{9}$ افت پتانسیل در مقاومت خارجی است. مقاومت R چند اهم است؟

۱) ۳ ۲) ۲۷ ۳) ۲۴ ۴) ۳۰

۲۹- نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر دو باتری A و B برحسب جریان الکتریکی عبوری از آنها به صورت زیر است. اگر مقاومت درونی باتری های A و B به ترتیب $r_A = 1\Omega$ و $r_B = 1/5\Omega Q$ باشد. نیروی محرکه ی باتری A چند ولت است؟

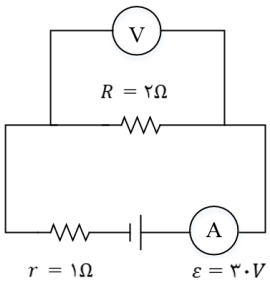
۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۵ ۴) ۱۳



۳۰- اگر در مدار زیر مقاومت الکتریکی R را دو برابر کنیم، اعدادی که ولت سنج و آمپر سنج ایده آل نشان می دهند به ترتیب از راست به چپ چند برابر می شوند؟

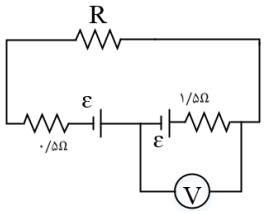
۱) $\frac{3}{5}$ ، $\frac{3}{5}$ ۲) $\frac{6}{5}$ ، $\frac{6}{5}$

۳) $\frac{3}{5}$ ، $\frac{6}{5}$ ۴) $\frac{6}{5}$ ، $\frac{3}{5}$




۳۱- در مدار شکل زیر، ولت سنج عدد صفر را نشان می دهد، مقاومت R چند اهم است؟

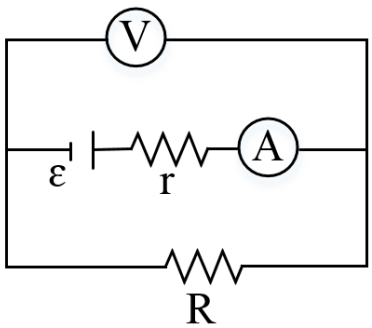
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۵



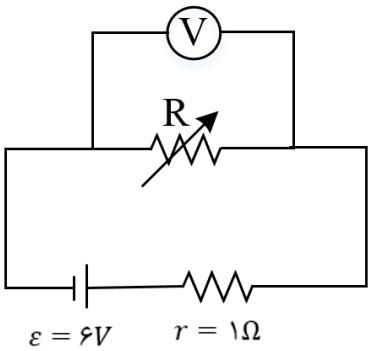

۳۲- در مدار زیر اگر مقدار مقاومت R را افزایش دهیم، مقادیری که آمپر سنج و ولت سنج ایده آل نشان می دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کند؟

۱) کاهش می یابد - کاهش می یابد ۲) افزایش می یابد - افزایش می یابد

۳) افزایش می یابد - کاهش می یابد ۴) کاهش می یابد - افزایش می یابد



۳۳- در مدار زیر اگر مقاومت الکتریکی رئوستا دو برابر شود، عددی که ولت سنج ایده آل نشان می دهد، ۱V افزایش می یابد. مقدار اولیه ی مقاومت رئوستا چند اهم می تواند باشد؟



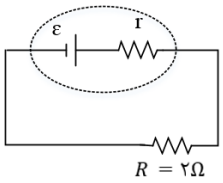

۱) ۲/۵

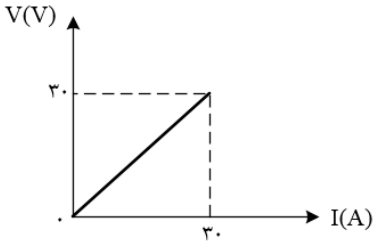
۲) ۱/۵

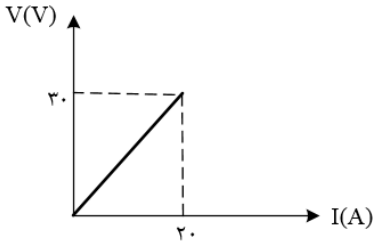
۳) ۲

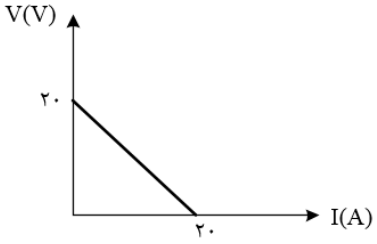
۴) ۱

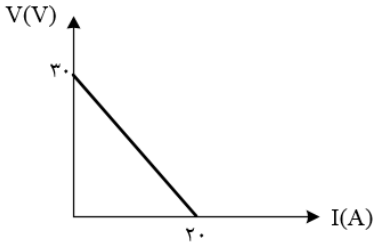
۳۴- در مدار زیر، اگر مقاومت الکتریکی R را دو برابر کنیم، جریان الکتریکی عبوری از مدار ۴۰ درصد کاهش می یابد. کدام نمودار می تواند نشان دهنده ی تغییرات اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری این مدار، بر حسب جریان الکتریکی عبوری از آن باشد؟



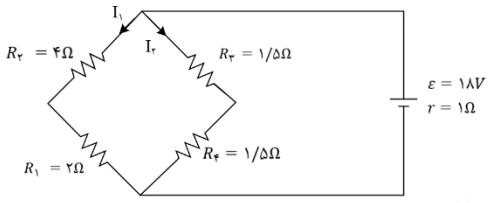

۱)



۲)



۳)



۴)


۳۵- با توجه به مدار زیر، افت پتانسیل مقاومت $R_2$ چند برابر افت پتانسیل درون مولد است؟




۱) $\frac{2}{3}$

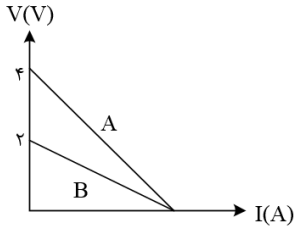
۲) $\frac{3}{2}$

۳) $\frac{4}{3}$

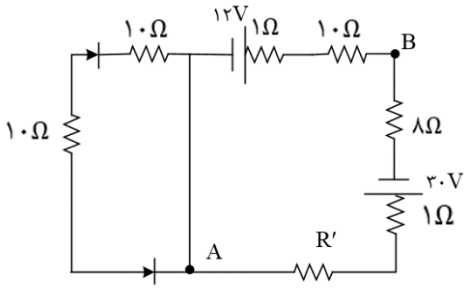
۴) $\frac{3}{4}$

۳۶- نمودار ولتاژ دو سر مولدهای A و B برحسب جریان های گذرنده از آنها مطابق شکل است. اگر از هر دو مولد جریان یکسانی بگذرد، توان تلف شده در مولد A چند برابر توان تلف شده در مولد B است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۳




۳۷- در مدار روبه رو اگر $V_A - V_B = 10V$ باشد، مقاومت 'R چند اهم است؟



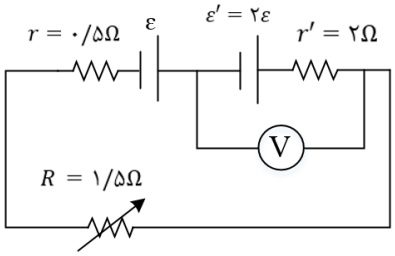

۱) صفر

۲) ۱

۳) ۴

۴) ۶

۳۸- در مدار رو به رو مقاومت متغیر را چند اهم و چگونه تغییر دهیم تا ولت سنج صفر و را نشان دهد؟




۱) مقاومت متغیر را تغییر ندهیم.

۲) $1\Omega$ کاهش دهیم.

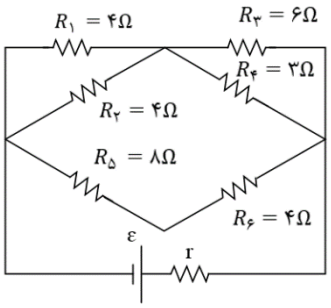
۳) $1\Omega$ افزایش دهیم.

۴) $0/5\Omega$ کاهش دهیم.

۳۹- در سیم کشی منازل، همه مصرف کننده ها به طور موازی متصل می شوند. یک اتوی ۱۱۰۰W، یک نان برشته کن ۱۸۰۰W، پنج لامپ رشته ای ۱۰۰W، یک بخاری ۱۱۰۰W به پریزهای یک مدار سیم کشی خانگی $۲۰۰V$ وصل می شوند. در این مدار فیوز حداقل چند آمپری قرار دهیم تا فیوز نپرد؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۵ ۴) ۲۲/۵

۴۰- در مدار شکل مقابل بیشینه توان مصرفی در کدام مقاومت مصرف می شود؟



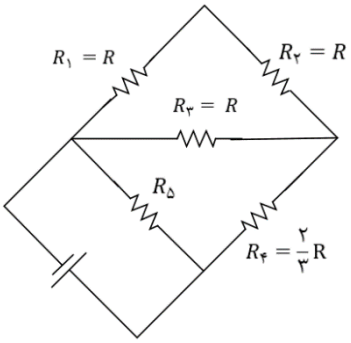

۱) $R_4$

۲) $R_1$

۳) $R_5$

۴) $R_3$

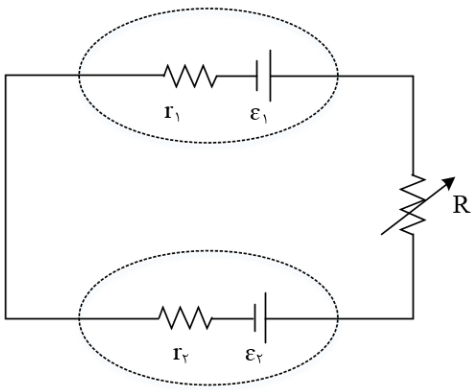
۴۱- در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت $R_3$، $\frac{1}{3}$ توان مصرفی مقاومت $R_5$ است. مقاومت معادل مدار چند برابر R است؟




۱) $\frac{8}{3}$ ۲) $\frac{4}{3}$

۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{1}{3}$

۴۲- در مدار زیر، $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$ است. در این مدار، با کاهش مقاومت R اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری ۱ و توان ورودی باتری ۲ به ترتیب چگونه تغییر می کنند؟



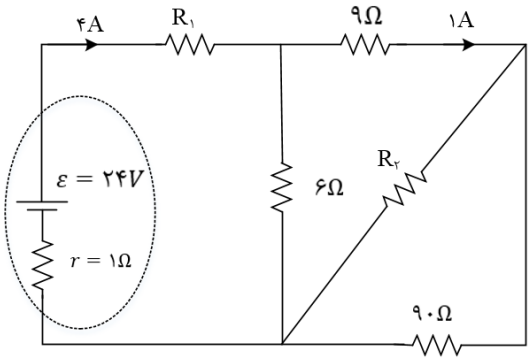

۱) کاهش - افزایش

۲) کاهش – کاهش

۳) افزایش- افزایش

۴) افزایش- کاهش

۴۳- در شکل روبه رو، توان الکتریکی مصرفی مقاومت $R_2$ چند وات است؟



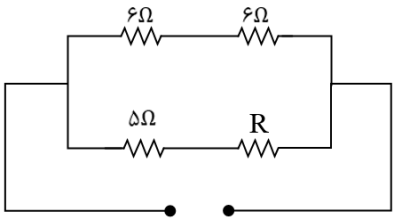

۱) ۹/۸

۲) ۸/۱

۳) ۷/۲

۴) ۳/۶

۴۴- در مدار زیر بیشینه توان مصرفی مربوط به مقاومت R است. مقاومت R کدام یک از گزینه های زیر می تواند باشد؟ $(\sqrt{6} \cong 2/4)$



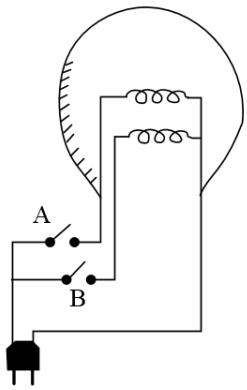

۱) ۷

۲) ۴

۳) ۱۲

۴) ۱۴

۴۵- مطابق شکل یک لامپ سه راهه ۲۲۰ ولتی که در رشته دارد برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. کم ترین و بیشترین توان مصرفی این لامپ به ترتیب ۵۰W و ۱۵۰W است. مقاومت هریک از رشته ها تقریبا چند اهم است؟




۱) ۴۸۵ – ۹۶۸

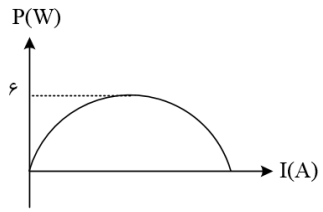
۲) ۶۵۸ – ۹۶۸

۳) ۳۴۸ – ۶۲۸

۴) ۲۸۶ – ۵۸۴

۴۶- نمودار شکل زیر تغییرات توان مفید یک مولد را برحسب جریان عبوری از آن نشان می دهد. اختلاف مقاومت های متغیر متصل به مولد برای آن که توان مولد ۵/۷۶ وات شود، چند برابر مقاومت داخلی مولد است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶



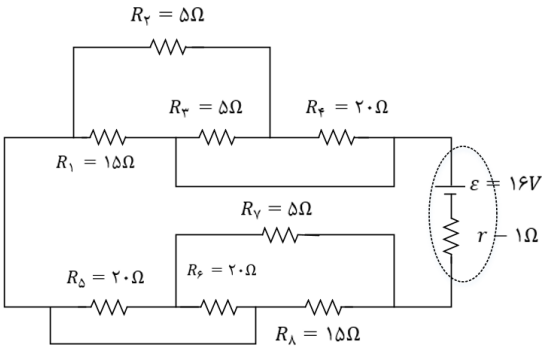

۴۷- دو مقاومت یکسان R را به طور متوالی به ولتاژ ثابتی می بندیم. توانی که در مجموعه ی دو مقاومت مصرف می شود، ۴۰W است. اگر این دو مقاومت را به طور موازی به همان اختلاف پتانسیل ببندیم، توان مصرفی در مجموعه ی دو مقاومت در این حالت چند وات است؟

۱) ۱۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

۴۸- روی یک لامپ اعداد ۱۰۰ وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده 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

۴۹- با توجه به مدار مقابل، توان خروجی باتری در مدار چند وات است؟



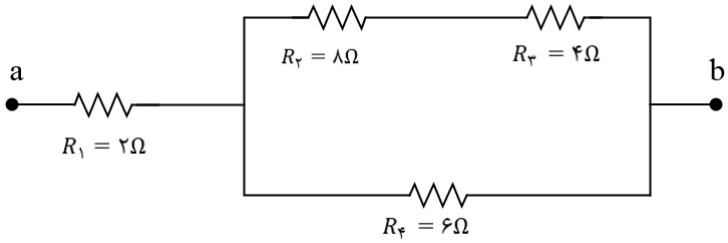

۱) ۱۰

۲) ۱۵

۳) ۲۰

۴) ۳۰

۵۰- در شکل زیر حداکثر توان قابل تحمل هر یک از مقاومت ها ۶۰ وات است. حداکثر توانی که می توان از مجموعه گرفت تا هیچ یک از مقاومت ها آسیب نبینند، چند وات است؟




۱) ۲۴۰

۲) ۱۳۵

۳) ۱۱۰

۴) ۱۰۰

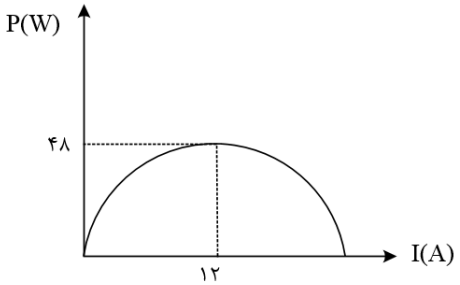
۵۱- با توجه به نمودار زیر که مربوط به توان خروجی بر حسب جریان برای یک باتری است. به ترتیب از راست به چپ، نیروی محرکه ی باتری و مقاومت درونی آن در واحد SI چقدر است؟

۱) ۴ و ۳

۲) ۸ و ۳

۳) ۴ و $\frac{1}{3}$

۴) ۸ و $\frac{1}{3}$



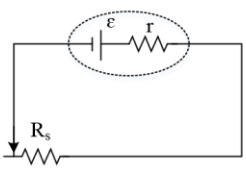

۵۲- در مدار شکل زیر، توان خروجی باتری برحسب جریانی که از آن می گذرد، مطابق نمودار زیر است. مقاومت رئوستا چند اهم باشد تا توان خروجی باتری بیشینه شود؟

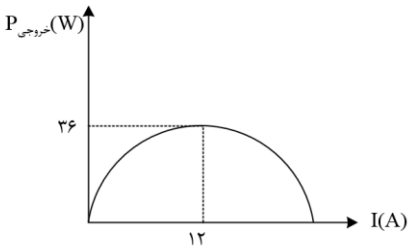
۱) ۰/۲۵

۲) ۰/۵

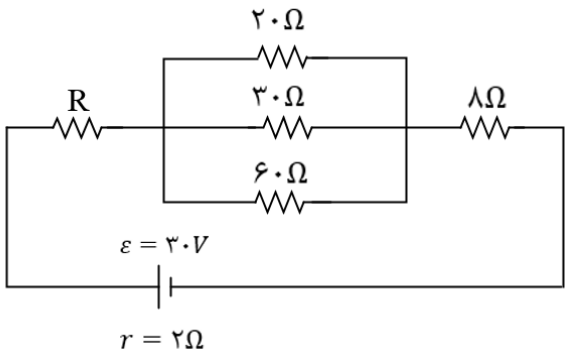
۳) ۰/۷۵

۴) ۱



۵۳- در مدار شکل زیر، اندازه ی مقاومت R را بر حسب اهم کدام گزینه انتخاب کنیم، تا توان مصرفی در آن همواره از توان مصرفی در سایر مقاومت ها بیش تر باشد؟



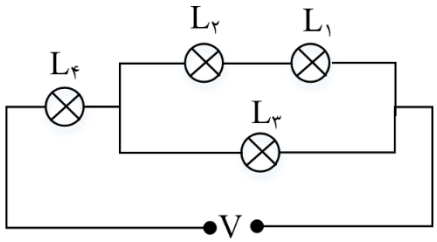

۱) 3Ω

۲) 6Ω

۳) 8Ω

۴) 9Ω

۵۴- در مدار زیر لامپ ها مشابه اند. اگر توان بیشینه ای که هر کدام از لامپ ها می تواند تحمل کند ۹۰W باشد بیشینه توان مصرفی مدار چند وات باشد تا هیچ یک از مقاومت ها آسیب نبینند؟



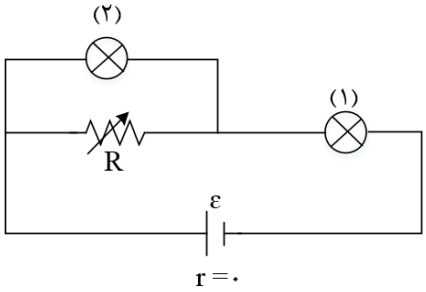

۱) ۱۱۰

۲) ۱۲۵

۳) ۱۳۰

۴) ۱۵۰

۵۵- در مدار شکل مقابل با افزایش مقاومت R، نور لامپ ها چگونه تغییر می کند؟



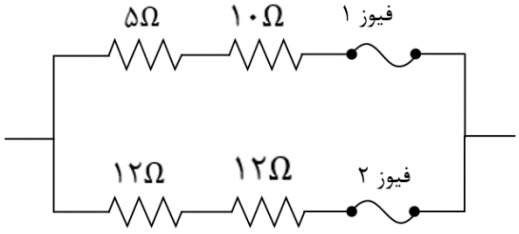

۱) هر دو کم می شود.

۲) لامپ (۱) کم و لامپ (۲) زیاد می شود.

۳) هر دو زیاد می شود.

۴) لامپ (۱) زیاد و لامپ (۲) کم می شود.

۵۶- در مدار زیر توان کل مصرفی در مقاومت ها در یک لحظه برابر ۹۰۰۰W است. اگر فیوزهای (۱) و (۲) هر دو یکسان و ۱۵A باشند، کدام گزینه درست است؟




۱) در این لحظه فیوز (۱) می پرد.

۲) در این لحظه فیوز (۲) می پرد.

۳) در این لحظه فیوز (۱) و (۲) هر دو می پرد.

۴) هیچ کدام از فیوزها نمی پرد.

۵۷- روی لامپی اعداد ۲۲۰ ولت و X وات نوشته شده است. اگر این لامپ را به اختلاف پتانسیل الکتریکی ۱۱۰V متصل کنیم، توان مصرفی آن ۹۰W کاهش می یابد. X کدام است؟ (مقاومت الکتریکی لامپ ثابت است.)

۱) ۶۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۸۰

۵۸- اختلاف پتانسیل ۱۷V به دو سر یک سیم مسی به طول ۳۰ متر و شعاع مقطع ۱mm اعمال می شود. آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟ $(\rho = 1/7 \times 10^{-8}\Omega.m\,,\pi = 3)$

۱۷۰۰ ۱۹۰۰ ۲۰۰۰ ۱۴۴۰

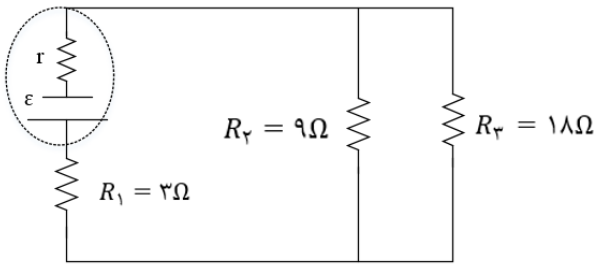
۵۹- روی یک بخاری برقی مشخصات آن به صورت ۱۱۰۰W و ۲۲۰V ثبت شده است. اگر این بخاری را به مدت ۵ ساعت به اختلاف پتانسیل ۱۱۰V وصل کنیم، بهای انرژی مصرفی آن چند تومان می شود؟ (مقاومت الکتریکی بخاری ثابت فرض شود و هزینه هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی ۸۰ تومان است.)

۱) ۴۴۰ ۲) ۳۳۰ ۳) ۲۲۰ ۴) ۱۱۰

۶۰- شخصی دو لامپ معمولی ۲۲۰ ولتی ۱۰۰ واتی خریده و آنها را به طور متوالی بسته و دو سر مجموعه را به برق ۲۲۰ ولت وصل کرده است. با فرض ثابت ماندن مقاومت الکتریکی لامپ ها، توان مصرفی مجموعه در این حالت چند وات است؟

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۶۱- در مدار شکل مقابل، شدت جریان گذرنده از مقاومت $R_7$ برابر با ۴ آمپر است. توان مفید مولد چند وات است؟



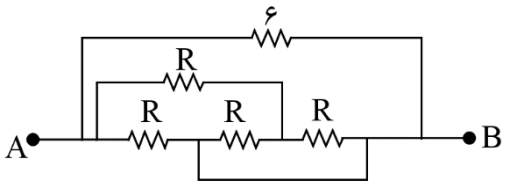

۱) ۳۶

۲) ۵۴

۳) ۱۰۸

۴) ۳۲۴

۶۲- در شکل زیر اگر مقاومت معادل بین نقاط A و B برابر با $\frac{R}{3}$ باشد، مقدار R چند اهم است؟



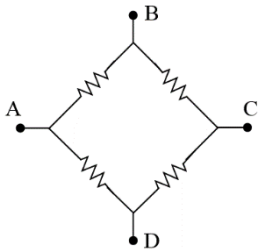

۱) ۴

۲) ۸

۳) ۳

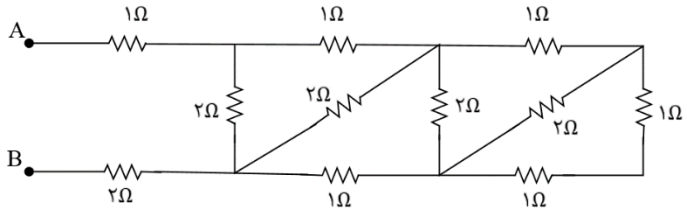
۴) ۶

۶۳- در شکل مقابل نسبت مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و C به مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و B کدام است؟



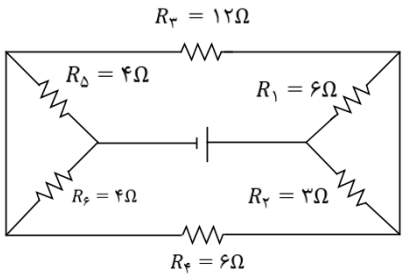

۱) $\frac{4}{3}$
۲) $\frac{3}{4}$
۳) $\frac{8}{3}$
۴) $\frac{3}{8}$

۶۴- مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و B در مدار شکل زیر چند اهم است؟




۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۶۵- مقاومت معادل مدار زیر چند اهم است؟



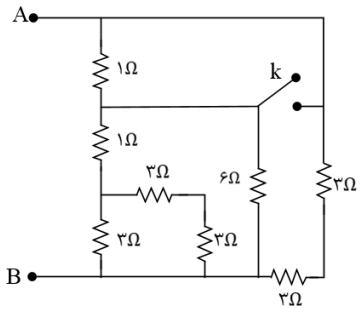

۱) ۲
۲) ۶
۳) ۱۲
۴) ۸

۶۶- چهار مقاومت ۴ ، ۵ ، ۸ و ۲۰ اهمی طوری به هم وصل شده اند که مقاومت معادل آنها 4Ω است. اگر دو سر مجموعه را به منبع برقی وصل کنیم و از مقاومت ۸ اهمی جریان 5A عبور کند، از مقاومت ۲۰ اهمی جریان چند آمپر عبور می کند

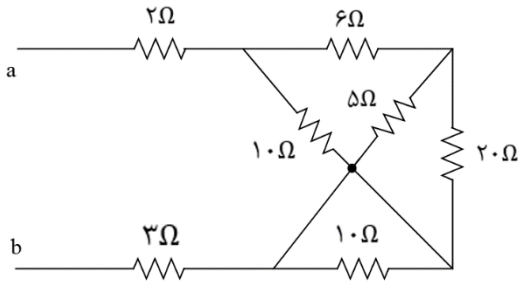
۱) ۱
۲) ۲/۵
۳) ۴
۴) ۵

۶۷- در مدار روبه رو، ابتدا کلید باز است. اگر کلید بسته شود، مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و B چند اهم تغییر می کند؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۱/۲۵




۶۸- در شکل روبه رو که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، از مقاومت ۲۰ اهمی شدت جریان ۰/۵ آمپر عبور می کند. از مقاومت ۲ اهمی شدت جریان چند آمپر عبور می کند؟




۱) ۱/۵

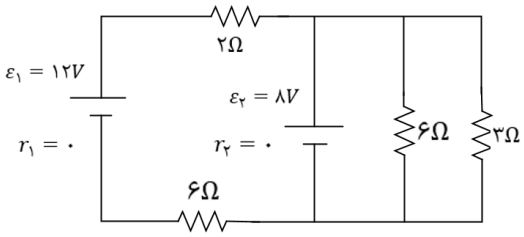
۲) ۲

۳) ۳/۵

۴) ۵

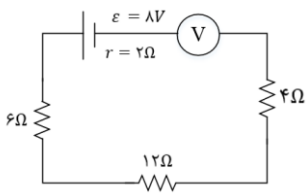
۶۹- در مدار روبه رو شدت جریانی که از مقاومت ۳ اهمی می گذرد، چند آمپر است؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{8}{3}$ ۴) ۴




۷۰- در مدار روبه رو ولت سنج ایده آل، چند ولت را نشان می دهد؟

۱) ۸ ۲) صفر ۳) ۴ ۴) ۷/۳



# Answers of Home Work

# مغناطیس و القا

خاصیت مغناطیسی اولین بار حدود 2500 سال پیش در تکه‌هایی از سنگ آهن مغناطیسی در نزدیکی شهر مگنسیا (مانیسا) (در در غرب ترکیه) مشاهده شد.

نکته۱: میدان مغناطیسی خاصیتی است که در فضای اطراف یک آهنربا یا سیم حامل جریان (بار متحرک) و.. وجود دارد. آنرا با نماد B نشان میدهند و واحدهای آن تسلا و گاوس می‌باشد. (میدان مغناطیسی کمیتی برداری است)

نکته ۲: بنا به تعریف، یک تسلا، بزرگی میدان مغناطیسی است که در آن، بر یک متر از سیمی که حامل جریان یک آمپر است و در راستای عمود بر بردار میدان قرار دارد نیرویی به بزرگی یک نیوتون وارد شود. همچنین تسلا یکای بزرگی است و در کاربردهای عملی از یکای کوچک تری به نام گاؤس استفاده می‌شود

تبدیل گاوس به تسلا:

$G \times 10^{-4} = T$

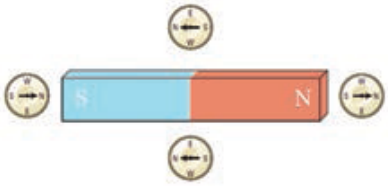
نکته ۳: آهربای طبیعی دارای فرمول شیمیایی روبروست: $Fe_3O_4$

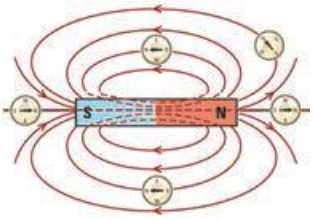
نکته ۴: دو ناحیه در یک آهنربا وجود دارد که خاصیت آهنربایی آن از سایر ناحیه‌ها بیشتر است.به این دو ناحیه قطبهای آهنربا می‌گویند و در ناحیه‌ی وسط بین دو قطب خاصیت مغناطیسی تقریبا صفر است.

اگر یک آهنربای میله‌ای را از وسط و از یک نخ بیاویزیم مشاهده می‌شود که یک طرف آن به سمت شمال کره زمین و سمت دیگر طرف جنوب می‌ایستد.قطبی که به طرف شمال می‌ایستد را N و قطبی که سمت جنوب می‌ایستد را S مینامیم.

تذکر : جهت خطوط میدان مغناطیسی در خارج آهنربا از N به S و در داخل از S به N می‌باشد. بنابر تعریف، بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه از فضای پیرامون یک آهنربا در جهتی است که وقتی قطب N عقربهٔ مغناطیسی در آن نقطه قرار می گیرد، آن جهت را نشان می‌دهد.

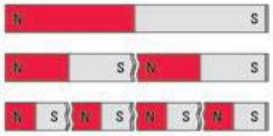
همچنین هرجا تراکم خطوط بیشتر باشد (خطوط به هم نزدیکتر باشند) میدان در آنجا قویتر است. (قطب‌ها میدان قوی تر است)




نکته ۵:القای مغناطیسی :شکل زیر آهنربایی را نشان می‌دهد که دو گیرهٔ آهنی کاغذ را جذب کرده است . این تجربهٔ ساده نشان می‌دهد که ویژگی مغناطیسی درگیره‌های فلزی القا شده است و تا زمانی که گیره‌ها با آهنربا در تماس باشند، این ویژگی را در خود حفظ می کنند .این پدیده را القای مغناطیسی می نامند القای مغناطیسی تنها در آهن، نیکل، کبالت و آلیاژهایی از این عناصر تولید می‌شود.

**نکته ۶ :** اگر یک آهنربا را بشکنیم یا ببریم هرکدام از تکه‌ها خود یک آهنربای مستقل می‌شوند که قطب N و S مجزا دارند. (حتی وقتی قطعهٔ شما به اندازهٔ یک اتم برسد، دو قطب دارد که نشان می‌دهد خود اتم نیز می‌تواند یک آهنربا باشد)



**نکته ۷:** خطوط میدان مغناطیسی همدیگر را قطع نمکنند. همچنین در دنیا تک قطبی مغنایسی وجود ندارد (برخلاف میدان الکتریکی که می‌تواند تک قطبی هم باشد!)

**نکته ۸:** میدان مغناطیسی زمین: زمین نیز دارای نوعی میدان مغناطیسی است که جهت آن تقریبا از جنوب به شمال است. میدان مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی آن منطبق نیستند .در واقع، قطب‌های مغناطیسی و جغرافیایی زمین فاصلهٔ نسبتاً زیادی از یکدیگر دارند .مثلاً قطب جنوب مغناطیسی تقریباً در فاصلهٔ 18 کیلومتری قطب شمال جغرافیایی قرار دارد .این بدان معناست که عقربهٔ مغناطیسی درجهت شمال واقعی جغرافیایی قرار نمی گیرد و تا حدودی از شمال جغرافیایی انحراف دارد .این انحراف وابسته به مکان را میل مغناطیسی می نامند (در هر نقطه از زمین زاویه‌ی بین محور مغناطیسی آویخته شده با راستای افق را زاویه میل می‌نامند.)

محور زمین و محور مغناطیسی زمین باهم زاویه‌ای میسازند که به آن زاویه انحراف مغناطیسی می‌گویند.

**تست:** یک میله آهنی و یک میله آهنربایی ضخیم و مشابه در اختیار داریم کدام گزینه صحیح است؟ (هیچ وسیله دیگری در اختیار نداریم.)

۱) می‌توانیم اهن را از اهن ربا تشخیص دهیم و همچنین نوع قطب‌های آهنربا را

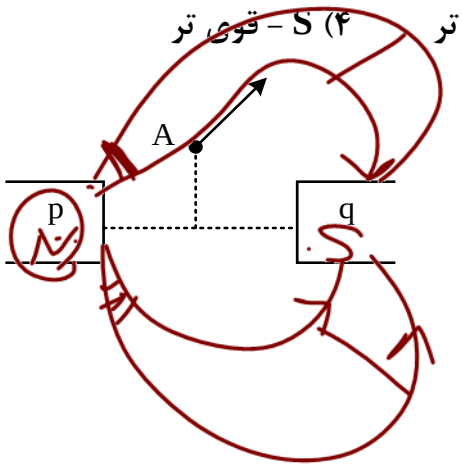
۲) نمی‌توانیم اهن را از اهن ربا تشخیص دهیم و همچنین نوع قطب‌های آهنربا را

۳) می‌توانیم اهن را از اهن ربا تشخیص دهیم ولی نوع قطب‌های آهنربا را خیر

۴) نمی‌توانیم اهن را از اهن ربا تشخیص دهیم ولی نوع قطب‌های آهنربا را می‌توانیم تشخیص دهیم.

**تست:** در شکل مقابل p و q قطب های دو آهن ربای میله ای قوی هستند. در نقطه ی A واقع بر عمود منصف خط واصل بین قطب ها، عقربه ی مغناطیسی مطابق شکل ایستاده است. p قطب ..... است و در مقایسه با q..... است.

۱) N – قوی تر ۲) S – ضعیف تر ۳) N – ضعیف تر ۴) S – قوی تر



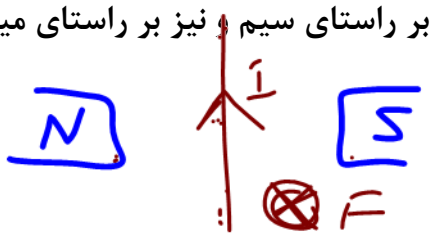

پاسخ: گزینه ۱

## نیروی مغناطیسی وارد بر رسانای حامل جریان

نکته ۸ : هرگاه یک سیم راست به طول **L** حامل جریان **i** در میدان مغناطیسی **B** قرار گیرد از طرف میدان نیرویی بر سیم وارد می‌شود که اندازه آن از رابطه زیر محاسبه میگردد ولی جهت این نیرو از قانون دست راست تعیین میگردد. اورستد با انجام آزمایشی کشف نمود که نیرویی که در میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌شود، بر راستای سیم و نیز بر راستای میدان مغناطیسی عمود است.

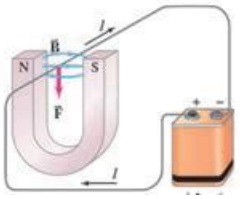
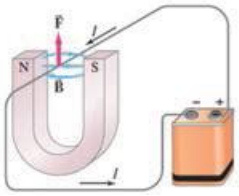
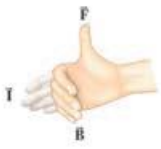
$$F = BiL\sin\alpha$$

$$F_{\text{بیشینه}} = BiL$$

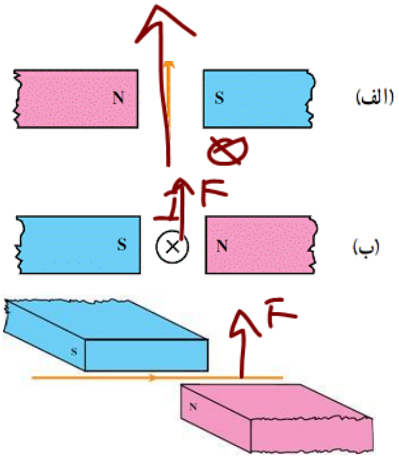



$$F = BIL\sin\alpha$$

**قانون دست راست:** جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی را می توان با استفاده از قاعدهٔ دست راست به این صورت تعیین کرد:

**مثال:** در هریک از شکلهای زیر جهت نیروی وارد بر سیم را مشخص نمایید؟




**تست:** جهت میدان مغناطیسی یکنواختی افقی و رو به سمت شمال است. از یک سیم راست افقی جریانی ۲۰ آمپری و به سمت شرق عبور می‌کند. بر ۲متر از این سیم چند نیوتن نیرو و در چه جهتی وارد میگردد؟

$$B = ۵\times۱۰^{-۳}$$

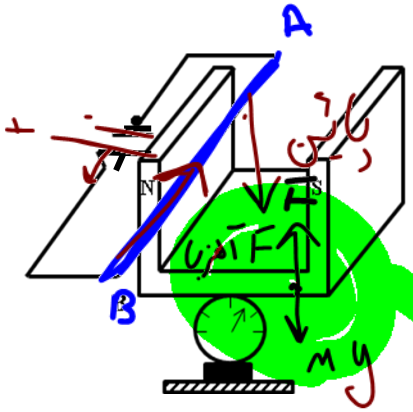
۱) ۰/۲ بالا ✓ ۲) ۰/۲ پایین ۳) ۰/۱ بالا ۴) ۰/۱ پایین

$$F = BIL\sin\theta_{۰}$$

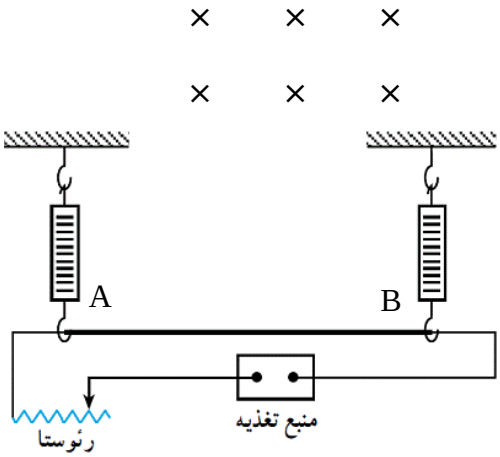
$$F = (۵\times۱۰^{-۳})\times۲۰\times۲\times۱ = ۰/۲$$

**تست:** در شکل مقابل سیم افقی **AB** در میدان مغناطیسی یکنواخت، بین دو قطب معلق است و قبل از بستن کلید **K**، ترازو عدد ۱۰ نیوتن را نشان می‌دهد. وقتی کلید **K** بسته شود، از سیم جریان ۲۰ آمپر می گذرد ، ترازو چه عددی را نشان می‌دهد؟ (طول سیم **AB** برابر ۱۰ سانتی‌متر باشد و اندازه میدان مغناطیسی یک تسلا است.)

۱) ۱۰ ۲) ۸
۳) ۱۲ ۴) ۷




**تست:** مطابق شکل سیمی **AB** به طول ۱۰۰ سانتیمتر و به جرم ۸ گرم حامل جریان **i** می‌باشد.اندازه و جهت جریان چگونه باشد تا این سیم در حالت تعادل باشد؟ (میدان درون سو و اندازه آن ۰/۰۵ میلی تسلا)



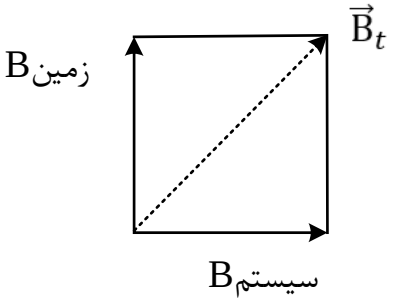

۱) ۱۶۰۰ →
۲) ۱۶۰۰ ←
۳) ۸۰۰ →
۴) ۸۰۰ ←

**تست :** سیمی حامل جریان **I** در میدان مغناطیسی **B** قرار دارد به گونه ای که زاویه میدان با جریان ۳۷ درجه است.اگر سیم را طوری بچرخانیم که بدون تغییر سایر شرایط زاویه میدان و جریان به۷۴ درجه برسد، نیروی وارد بر سیم چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟( **sin37=0/6** )

۱) ۶۰ درصد افزایش ۲) ۱۶۰ درصد افزایش
۳) ۶۰ درصدکاهش ۴) ۱۶۰ درصد کاهش

**تست:** **یک سیم بلند مستقیم به صورت افقی در میدان مغناطیسی زمین قرار دارد و از آن جریان ثابتی به طرف جنوب می گذرد. یک قطب نما (عقربه ی مغناطیسی) درست زیر سیم قرار گرفته است. وضعیت عقربه ی قطب نما در کدام شکل درست نشان داده شده است؟ (بالای صفحه ی کاغذ را شمال در نظر بگیرید.)**

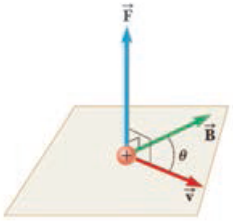
**گزینه ۱ پاسخ صحیح است.**




**جهت میدان مغناطیسی زمین به طرف شمال است. وقتی از سیم جریان به طرف جنوب می گذرد در زیر آن جهت میدان به طرف شرق است. (قانون دست راست) تیغ های قطب نما در امتداد $\vec{B}$ برآیند می ایستد به طوری که خط های میدان از سر S به آن وارد شوند.**

## نیروی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی

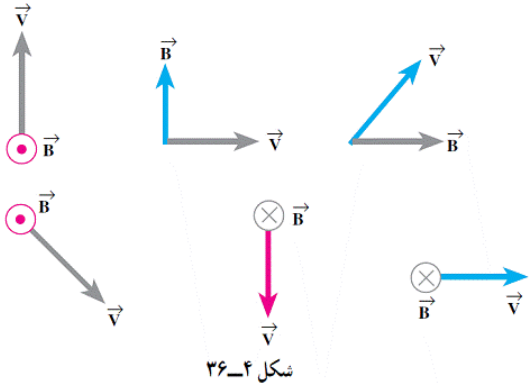
هرگاه بار الکتریکی q با سرعت V وارد میدان مغناطیسی B گردد برآن نیروی F وارد می‌شود که اندازه آن از رابطه رو برو محاسبه میگردد ولی جهت آن از قاعده دست راست.(نیروی F بر V و B عمود است)



$$F = qvB\sin\alpha$$

قانون دست راست:چهار انگشت دست راست را در جهت v قرار میدهیم،به گونه ای که خم شدن بند انگشتان B را نشان دهد، اکنون انگشت شست، جهت F را نشان میدهد

مثال : در هرکدام از شکل‌های زیر جهت نیروی وارد بر ذره بار دار q+ را مشخص کنید؟



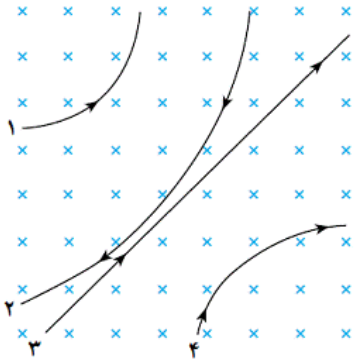
شکل ۴ـ۳۶

تست: در مکانی که میدان مغاطیسی ۰/۰۴ تسلا است ذره ای با بار منفی ۵۰ میکروکولن با سرعت ۱۰۰ متر بر ثانیه افقی به سمت غرب در حرکت است. اگر خطوط میدان افقی و به سمت شمال باشند نیروی وارد بر بار چند نیوتن و در کدام جهت است؟

۱) $2\times10^{-3}$ شمال ۲) $2\times10^{-3}$ جنوب

۳) $2\times10^{-4}$ بالا ۴) $2\times10^{-4}$ پایین

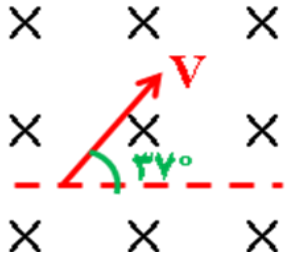
**تست:** با توجه به شکل زیر نوع بار هرکدام از ذرات زیر کدامست؟ (مثبت- منفی – خنثی)




۱) ۱+ ۲+ ۳ خنثی ۴ +
۲) ۱+ ۲- ۳ خنثی ۴ -
۳) ۱- ۲- ۳ - ۴ -
۴) ۱+ ۲+ ۳ خنثی ۴ -

**تست:** پروتونی مطابق شکل نسبت به یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۲۰ میلی تسلا حرکت می‌کند و نیروی مغناطیسی $۱/۲۸\times۱۰^{-۱۶}\,N$ به آن وارد می‌شود. انرژی جنبشی پروتون چند الکترون ولت است و جهت نیروی وارد بر آن چگونه است؟

$(m_p = ۱/۷\times۱۰^{-۲۷}kg\ ,\ e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$




۱) ۲/۵ ↖ ۲) ۲/۵ ↘
۳) ۸/۵ ↖ ۴) ۸/۵ ↘

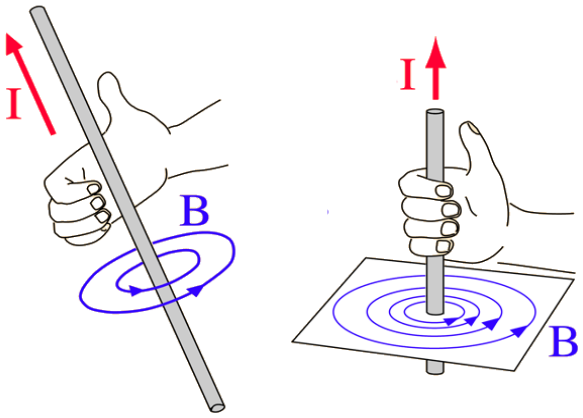
**تست:** ذره سبک بتای الکترونی از بالا به پایین حرکت می‌کنند و ذره ی سبک آلفا از شمال به جنوب شلیک می‌شوند که ناگهان وارد میدان مغناطیسی زمین می‌شوند، جهت انحراف آنها به ترتیب از راست به چپ؟

۱) غرب-پایین ۲) شرق-پایین ۳) غرب-بدون انحراف ۴)شرق-غرب

# میدان مغناطیسی در فضای اطراف سیم‌های حامل جریان

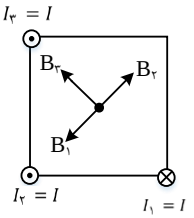
اندازه میدان مغناطیسی اطراف سیم راست از فرمول $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ محاسبه میشود و برای محاسبه جهت این میدان:

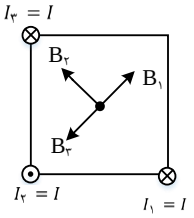
انگشت شست را در جهت جریان قرار می‌دهیم با چهار انگشت دست راست به نقطه مورد نظر سوال اشاره می‌کنیم سپس بند انگشتان را خم می‌کنیم.(در نقطه ها ۹۰ درجه خم کنید!!)

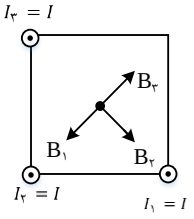


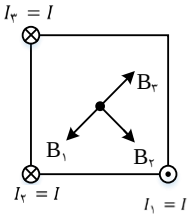

تذکر : فرمول اندازه، از در کتاب درسی حذف گردیده ولی جهت‌ها را باید یاد بگیرید!

تست: مطابق شکل در سه رأس مربع، سیم های حامل جریان الکتریکی، عمود بر صفحه کاغذ قرار دارند. کدام یک از شکل های زیر میدان مغناطیسی در مرکز مربع را درست نشان می دهد؟

۱)


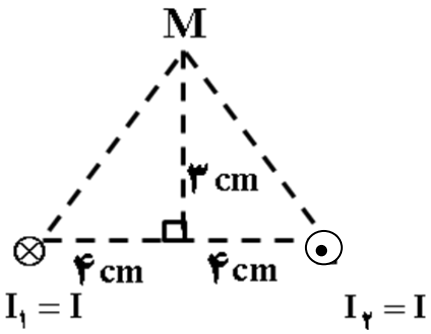

۲)


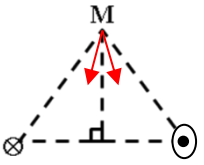

۳)


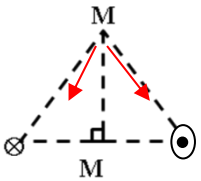

۴)


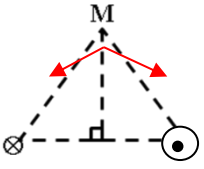

گزینه ۲

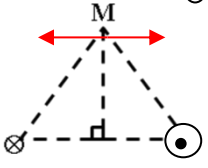
تست: دو سیم موازی بسیار بلند، حامل جریان مساوی ، مطابق شکل زیر عمود بر صفحه قرار دارند. بردار میدان مغناطیسی هر یک از دو سیم در نقطه M در کدام شکل درست است؟




۱)



۲)



۳)


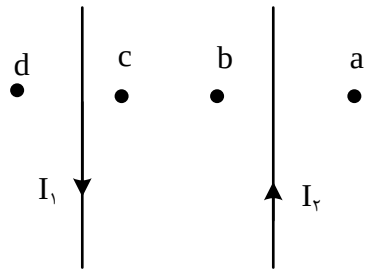

۴)


## صفر شدن میدان برایند میدان مغناطیسی ناشی ازدو سیم موازی حامل جریان

**شرایط: اگر جریانها همجهت باشد میدان در نقطه ای بین دوسیم (نزدیک به جریان کوچکتر) صفر می‌شود ولی اگر جریانها مختلف الجهت باشد میدان در نقطه ای خارج از فاصله بین دوسیم (نزدیک به جریان کوچکتر) صفر می‌شود.**

**تست:** شکل مقابل، دو سیم موازی جریان های نامساوی $I_1$ و $I_2$ را نشان می دهد. اگر $I_1 > I_2$ باشد، میدان مغناطیسی برآیند (خالص) در کدام نطقه می تواند صفر باشد؟

۱) a　　2) b　　۳) c　　4) d




**گزینه ۱**

# میدان مغناطیسی حلقه‌ها و پیچه ها

اندازه میدان در حلقه کامل از فرمول $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ محاسبه میشود

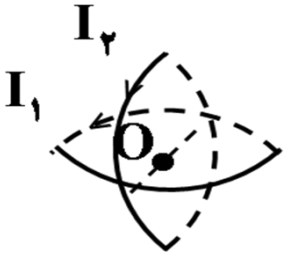
اندازه میدان در حلقه ناقص از رابطه $B = \frac{\alpha}{360}\frac{\mu_0 I}{2R}$ محاسبه میگردد

اندازه میدان در پیچه ها از $B = N\frac{\mu_0 I}{2R}$ محاسبه میشود

برای پیدا کردن جهت میدان در حلقه ها و پیچه ها کافیست انگشت شست را در جهت جریان قرار می دهیم سپس با ۴انگشت به مرکز حلقه(پیچه) اشاره می‌کنیم، اکنون خم شدن بند انگشتان به اندازه ۹۰ درجه ، جهت B را نشان می‌دهد

تست: مطابق شکل زیر، دو حلقه رسانا، هم اندازه و هم مرکز با شعاع‌های ۱۰ سانتیمتر در دو صفحه عمود بر هم قرار دارند و از هر یک جریان مساوی به شدت ۱۰۰ آمپر می گذرد.اندازه برایند میدان‌های مغناطیسی دو حلقه در مرکز حلقه‌ها (نقطه O)، چند گاوس می‌باشد؟ $(\mu_\circ = ۱۲\times ۱۰^{-۷}\ \frac{T.m}{A})$

۱) $۳\sqrt{۲}$ ۲) $۶\sqrt{۲}$ ۳) ۶ ۴) ۱۲



**تست:** سیمی به طول $157cm$ را به‌صورت سیم پیچه مسطحی به شعاع $5cm$ در می آوریم. اگر از این سیم جریان 2 آمپر بگذرد، میدان مغناطیسی در مرکز سیم پیچ مسطح چند تسلا است؟ $(\mu_\circ = 4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A})$

۱) $6/3\times10^{-7}$ ۲) $12/5\times10^{-5}$ ۳) $12/5\times10^{-7}$ ۴) $6/3\times10^{-5}$

**تست:** سیمی به طول $L$ را به‌صورت پیچه مسطحی به شعاع $r$ در می آوریم و جریانی به شدت $I$ را از آن عبور می دهیم. در این صورت اندازه میدان مغناطیسی در مرکز پیچه برابر با $B$ است. اگر همین سیم را به‌صورت پیچه مسطحی به شعاع $\frac{r}{2}$ در آوریم و جریانی به شدت $2I$ از آن عبور دهیم اندازه میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند $B$ خواهد بود؟

۱) ۱ ۲) ۴

۳) ۲ ۴) ۸

حل : در هر حالت، تعداد حلقه‌های پیچه برابر است با: $N=\frac{L}{2\pi r}$

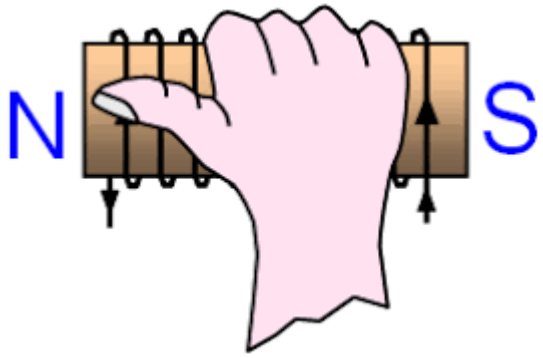
با استفاده از رابطه بزرگی میدان مغناطیسی در داخل یک پیچه، داریم:

$$B=\frac{\mu_\circ NI}{2r}=\frac{\mu_\circ\times\frac{L}{2\pi r}\times I}{2r}=\frac{\mu_\circ LI}{4\pi r^2}$$

$$\Rightarrow\frac{B_2}{B_1}=\frac{\frac{\mu_\circ L2I}{4\pi(\frac{1}{2}r)^2}}{\frac{\mu_\circ LI}{4\pi r^2}}=8$$

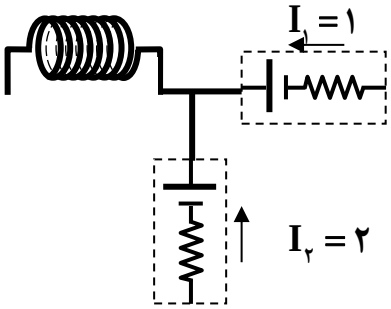
# میدان مغناطیسی سیملوله

در سیملوله ها اندازه میدان مغناطیسی از رابطه $B = \frac{\mu_0 NI}{L}$ محاسبه میگردد
و برای پیدا کردن جهت این میدان، اگرچهار انگشت دست راست را روی سیملوله و در جهت جریان قرار می دهیم، اکنون انگشت شست هم جهت قطب N و هم جهت میدان B را در داخل سیملوله نشان می‌دهد.



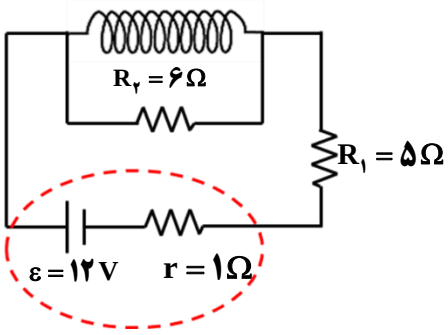

تست: در مدار روبرو طول سیملوله ۳۰ سانتیمتر و دارای ۵۰۰ حلقه است. میدان مغناطیسی در داخل سیملوله چند گاوس است؟

۱) $۲۰\pi$ ۲) $۲\pi$ ۳) $۲\pi \times ۱۰^{-۲}$ ۴) $۲\pi \times ۱۰^{-۳}$




تست: در مدار شکل زیر مقاومت سیملوله ناچیز است. اگر طول سیملوله ۱۰cm و تعداد دورهای آن ۵۰۰ باشد، بزرگی میدان مغناطیسی روی محور اصلی آن چند گاوس است؟ ($\pi=۳$)

۱) ۱۲ ۲) ۶
۳) ۱۲۰ ۴) ۶۰



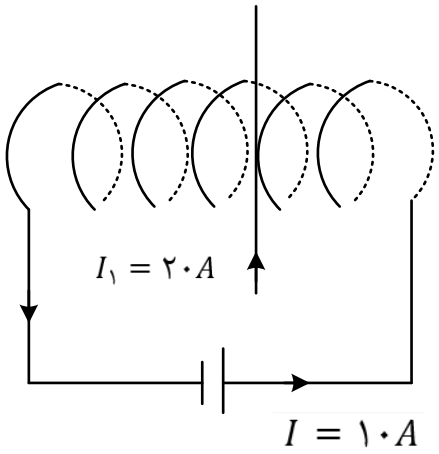
**تست:** **در شکل زیر سیم راست از لابه لای حلقه های سیم لوله گذشته و عمود بر محور سیم لوله است و جریان ۲۰ آمپر دارد. اگر تعداد حلقه های سیم لوله در واحد طول ۲۰۰ عدد و شعاع حلقه ها ۵ سانتی متر باشد، بزرگی و جهت نیروی وارد بر سیم راست چند نیوتن و در کدام جهت است؟** $(\boldsymbol{\mu_0 = 12 \times 10^{-7}\ \frac{T.m}{A}})$

۱) $4/8 \times 10^{-3}$ نیوتن و عمود بر صفحه به طرف داخل

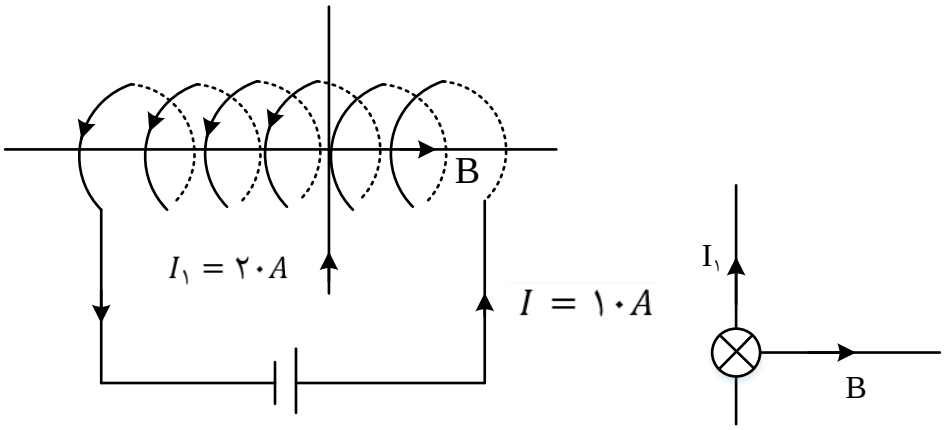
۲) $2/4 \times 10^{-3}$ نیوتن و عمود بر صفحه به طرف بیرون

۳) $4/8 \times 10^{-3}$ نیوتن و عمود بر صفحه به طرف بیرون

۴) $2/4 \times 10^{-3}$ نیوتن و عمود بر صفحه به طرف داخل




گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.




$$\boldsymbol{B = \frac{\mu_0 N I}{L}} = 12 \times 10^{-7} \times 200 \times 10 = 24 \times 10^{-4} T$$

طول سیم در میدان $L =$ قطر سیم لوله $= 2 \times 5 \times 10^{-2} = 10^{-1} m$

$$F = BIL \sin 90 = 20 \times 0/1 \times 24 \times 10^{-4} = 4/8 \times 10^{-3} N$$

طبق قاعده ی دست راست جهت نیرو عمود بر صفحه به طرف داخل است

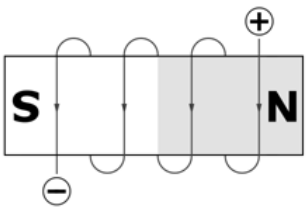
فرمول‌های میدان برای $K$ هوا

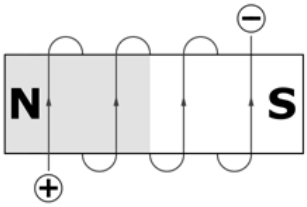
- سیم راست
  - اندازه $B = \frac{\mu . I}{2\pi r}$
  - جهت شست در جهت جریان- خم شدن انگشتان میدان
- حلقه
  - اندازه $B = \frac{\mu . I}{2r}$
  - جهت شست در جهت جریان- خم شدن انگشتان میدان
- پیچه
  - اندازه $B = N\frac{\mu . I}{2r}$
  - جهت شست در جهت جریان- خم شدن انگشتان میدان
- سیملوله
  - اندازه $B = \frac{\mu . NI}{L}$
  - جهت چهار انگشت دست راست در جهت جریان- انگشت شست جهت $N$

## آهنربای الکتریکی:

با قرار دادن یک میلهٔ آهنی در میدان مغناطیسی می‌توان ویژگی مغناطیسی در آن القا کرد .اگر میلهٔ آهنی در یک سیملولهٔ حامل جریان که میدان در آنجا از هر جای دیگر در اطراف سیملوله قوی تر است قرار گیرد، آن را هستهٔ سیملوله می نامند. پیش از آنکه جریانی از سیملوله عبور کند، سیملوله و هستهٔ آهنی خاصیت مغناطیسی ندارند .اما وقتی جریانی در سیملوله برقرار شود، میدان مغناطیسی سیملوله خاصیت مغناطیسی در هستهٔ آهنی القا می‌کند و هستهٔ آهنی، آهنربا می‌شود .این آهنربا را آهنربای الکتریکی می نامند چه تعداد دورهای سیملوله در واحد طول و جریانی که از آن می گذرد بیشتر باشد، آهنربای چه تعداد دورهای سیملوله در واحد طول و جریانی که از آن می گذرد بیشتر باشد، آهنربای الکتریکی قوی تر خواهد بود. وجود هستهٔ آهنی باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می‌شود .میدان مغناطیسی سیملولهٔ بدون هستهٔ آهنی به قدری ضعیف است که در عمل کاربردهای کمی دارد.

برای تشخیص قطب N و S در آهنربای الکتریکی باید ۴ انگشت دست راست را در روی آهنربا و در جهت جریان قرار دهیم. اکنون انگشت شست قطب N را نشان می‌دهد.

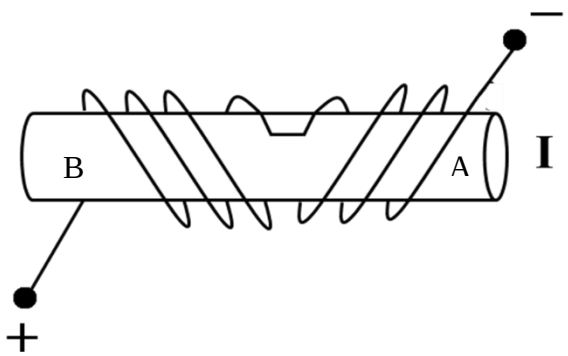



تست : با توجه به شکل مقابل نقاط A وB به ترتیب از راست به چپ کدام قطب آهنربا هستند؟

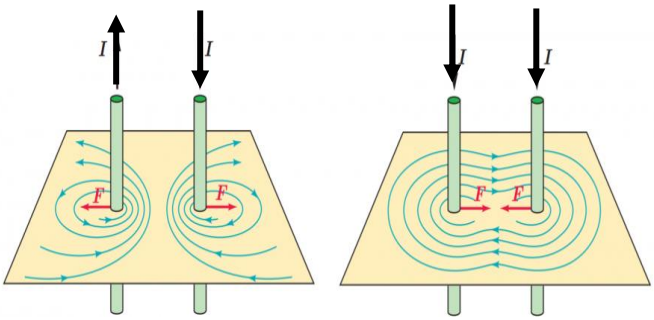
۱) S-N ۲) N-S

۳) N-N ۴) S-S



## محاسبه نیرویی که دو سیم حامل جریان برهم وارد می‌کنند

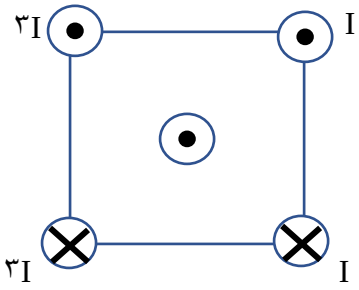
دو سیم راست و موازی و حامل جریان برهم نیرو وارد میکنند، اگر جریان‌های دو سیم راست و موازی همجهت باشد نیرویی که دوسیم برهم وارد می‌کنند از نوع جاذبه است ، اگر جریان‌های دو سیم راست و موازی مختلف الجهت باشد نیرویی که دوسیم برهم وارد می‌کنند از نوع دافعه است.




و در هر دو حالت اندازه این نیرو از رابطه روبرو محاسبه می‌گردد که این فرمول مطالعه آزاد است اما جهت ها را باید یاد بگیرید

مطالعه آزاد $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi d}$

تست: شکل رو به رو، سیم‌های بلند و موازی را نشان می‌دهد که بر صفحه کاغذ عمودند و جریان‌ها با جهت و اندازه مشخص شده از آنها می گذرد، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیمی که از مرکز مربع می گذرد، کدام است؟




۱) ←
۲) ↑
۳) →
۴) ↓

## خواص مغناطیسی مواد

مواد باتوجه به ویژگی‌های مغناطیسی‌شان به دسته‌های مختلفی همچون فرومغناطیس، پارامغناطیس، دیامغناطیس، و .... تقسیم می‌شوند که هریک کاربردهای مخصوص به خود را دارد اینجا در ادامه به تعریف برخی از این اصطلاحات میپردازیم

**مواد فرومغناطیس:** موادی هستند که حوزه‌های مغناطیسی همجهت دارد ولی سمت گیری هر حوزه با حوزه دیگر متفاوت است.

انواع مواد فرو مغناطیس:

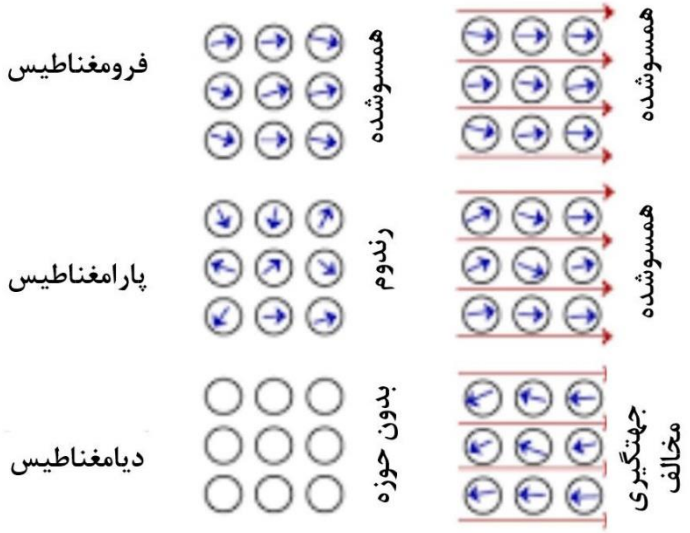
**فرو مغناطیس نرم:** این مواد به آسانی آهنربا شده و به آسانی نیز این خاصیت را از دست میدهند. ( مثل آهن – نیکل- کبالت خالص و...)

**فرو مغناطیس سخت:** این مواد به سختی آهنربا شده و به سختی نیز این خاصیت را از دست میدهند. (مثل فولاد)

**مواد پارامغناطیس:** در این مواد دوقطبی‌های مغناطیسی بصورت کاتوره‌ای و نامنظم توزیع شده‌اند.و فقط تحت تاثیر میدان‌های بسیار قوی موقتا خاصیت مغناطیسی بدست می‌آورند و به محض حذف میدان قوی آنها خاصیت مغناطیسی خود را از دست میدهند.

**مواد دیامغناطیس:** این مواد جلوی هر قطب آهنربا قرار گیرد با آن همنام می‌شود و دفع می‌شود. (مانند بیسموت)

## مشاهده مواد فرو، پارا و دیامغناطیس در حضور و عدم حضور میدان مغناطیسی



# القای الکترومغناطیسی

**شار مغناطیسی**

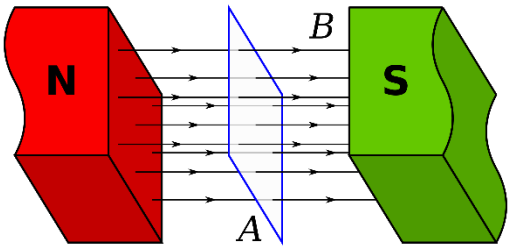
**شار یا فلو به مجموعه ی خطوط میدان مغناطیسی که از یک سطح بسته می گذرد گفته می شود.**

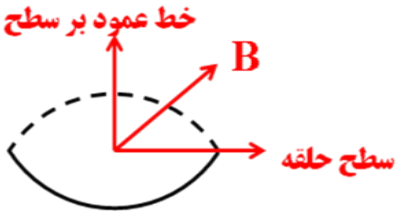
**واحد آن در SI وبر (Wb) و واحد آن در CGS آن ماکسول است**

**نکته۱:** وبر $10^{-8}$ = یک ماکسول

**نکته ۲: CGS سرواژه Centimetre-Gram-Second (سانتیمتر-گرم-ثانیه) یکی از دستگاه‌های اندازه گیری است**

**رابطه:شار از فرمول زیر محاسبه می‌گردد** $\varphi = AB\cos\alpha$




**تست:** قاب مستطیل شکلی به ابعاد ۱۰ در ۴۰ سانتیمتر در میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۲ تسلایی قرار دارد و خط‌های میدان با خط عمود بر سطح زاویه ۳۰ درجه میسازد.شار عبوری از آن چند وبر است؟

۱) $۴\times۱۰^{-۱}$ ۲) $۴\times۱۰^{-۳}$ ۳) $۴\sqrt{۳}\times۱۰^{-۱}$ ۴) $۴\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}$

**تست:** قاب مستطیل شکلی به ابعاد ۱۰ در ۴۰ سانتیمتر در میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۲ تسلایی قرار دارد و خط‌های میدان با سطح قاب زاویه ۳۰ درجه میسازد.شار عبوری از آن چند وبر است؟

۱) $۴\times۱۰^{-۱}$ ۲) $۴\times۱۰^{-۳}$ ۳) $۴\sqrt{۳}\times۱۰^{-۱}$ ۴) $۴\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}$

**تست:** سیملوله ای به طول ۲۰ سانتی‌متر دارای ۱۰۰ حلقه است. حلقه‌ها به دور یک میله عایق به شعاع مقطع ۲ سانتیمتربه صورت منظم پیچیده شده‌اند. وقتی جریان ۰/۵ آمپری از سیملوله می گذرد، شار مغناطیسی گذرنده از هر مقطع عمود بر میله، چند وبر است؟ $\pi^{۲} = ۱۰$

۱) $۸\times۱۰^{-۷}$ ۲) $۱۲\times۱۰^{-۵}$

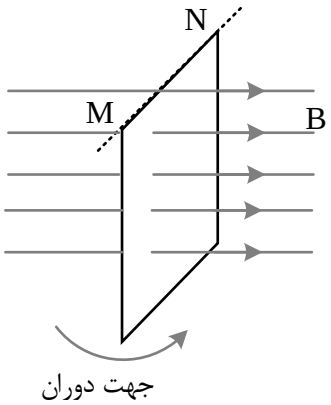
۳) $۴\times۱۰^{-۷}$ ۴) $۲۴\times۱۰^{-۷}$

**تست:** **اگر بردار میدن مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = 0/3\vec{i} + 0/4\vec{j}$ باشد و حلقه ای به مساحت $200\,cm^2$ که سطح آن موازی محور x و عمود بر محور y است، در این میدان قرار داشه باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در آن محیط و شار مغناطیسی عبوری از حلقه در SI از راست به چپ کدام اند؟**

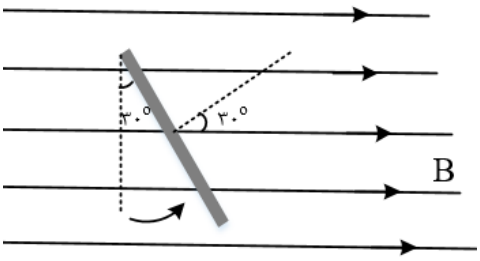
۱) صفر، صفر　　2) $6 \times 10^{-3}, 0/5$　　3) $8 \times 10^{-3}, 0/7$　　4) $8 \times 10^{-3}, 0/5$

**تست:** **سطح حلقه رسانایی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. اگر صفحه را حول ضلع MN به اندازه ۳۰ درجه بچرخانیم، شار مغناطیسی عبوری از سطح چند برابر می شود؟**

۱) $\frac{1}{2}$　　۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}$　　۳) ۲　　۴) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$




گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

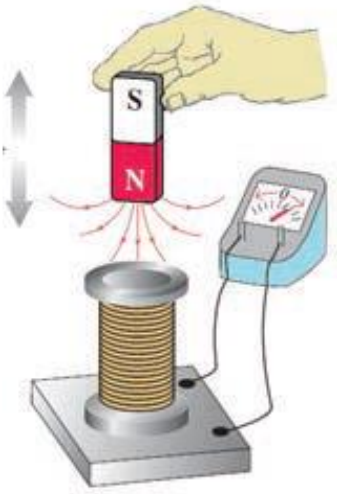



ابتدا عمود است و زاویه صفر ولی اگر سطح حلقه را 30 حول ضلع MN دوران دهیم، زاویه بین نیم خط عمود بر سطح حلقه و خطوط میدان نیز ۳۰ می شود.

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{ABcos30}{ABcos0} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

## القای الکترومغناطیسی

القای الکترومغناطیسی، اساس تولید انرژی الکتریکی در همهٔ نیروگاه‌های برق است که جریان متناوب را تولید، منتقل و توزیع می کنند فارادی کشف کرد با حرکت آهنربا نسبت به پیچه، یک جریان الکتریکی در مدار القا می‌شود .این پدیده را القای الکترومغناطیسی و جریان تولید شده را جریان الکتریکی القایی می نامند. القای الکترومغناطیسی اساس کار مولّد جریان متناوب، دینام، مبدل‌ها و بسیاری از وسیله‌های الکتریکی است. دور یا نزدیک شدن آهنربا به پیچه باعث تغییر میدان مغناطیسی در محل پیچه می‌شود و همین امر جریان الکتریکی را در پیچه القا می‌کند .پس می‌توان چنین نتیجه گرفت که تغییر اندازهٔ میدان مغناطیسی در محل یک مدار بسته باعث القای جریان الکتریکی در آن مدار می‌شود آزمایش نشان می‌دهد که علاوه بر روش گفته شده، به روش‌های دیگر نیز می‌توان در یک پیچه جریان الکتریکی القا کرد اگر شکل پیچه را تغییر دهیم تا مساحت حلقهٔ آن تغییر کند، خواهیم دید که در هنگام این کار نیز جریان الکتریکی در پیچه القا می‌شود .می‌توان نتیجه گرفت که: تغییر مساحت مدار بسته در میدان مغناطیسی نیز می‌تواند جریان القایی در مدار تولید کند. با چرخاندن پیچه در میدان مغناطیسی یکنواخت اندازهٔ میدان مغناطیسی و مساحت حلقهٔ مدار تغییر نمی کند، ولی زاویهٔ بین میدان مغناطیسی و سطح پیچه تغییر می‌کند .از این می‌توان نتیجه گرفت که: تغییر زاویهٔ بین پیچه و راستای میدان مغناطیسی نیز سبب برقراری جریان الکتریکی القایی می‌شود.




نیروی محرکه القایی متوسط:

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

نیروی محرکه القایی لحظه ای:
(مطالعه آزاد)

$$\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt}$$

خلاصه قانون القای فارادی : هرگاه شار عبوری از دوسر مدار بسته‌ای تغییر کند نیروی محرکه‌ای(برق!) در آن بوجود می‌آید که از روابط بالا محاسبه می‌شود

تمرین : پیچه‌ای شامل ۱۰ حلقه است. معادله شار عبوری از آن بصورت $\varnothing = t^3 + 5t + 10$ است:

الف: نیروی محرکه القایی در ۲ ثانیه اول؟

ب: نیروی محرکه القایی در ثانیه دوم ؟

ج: نیروی محرکه القایی در لحظه $t=2$ ؟

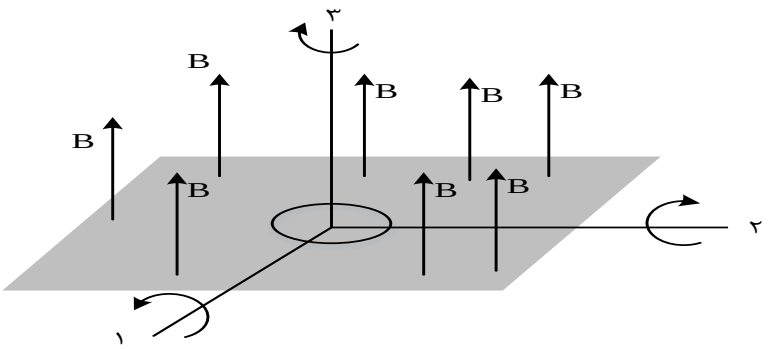
تست: پیچه ای دارای ۵۰ حلقه است و شار مغناطیسی ۰/۰۴ وبر از آن می گذرد. این شار مغناطیسی به طور منظم کاهش پیدا کرده و در مدت $\Delta t$ به صفر می رسد. اگر مقاومت الکتریکی این مدار ۵ اهم باشد، چند کولن الکتریسیته القایی در این مدت در مدار شارش پیدا می‌کند؟

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۴

۳) ۲ ۴) ۴

تست: حلقه ای فلزی درون میدان مفناطیسی یکنواختی مطابق شکل قرار دارد. حلقه را ۱۸۰ درجه حول هر کدام از محورهای نشان داده شده می چرخانیم، در کدام مورد یا موارد، پدیده القای الکترومغناطیسی رخ می دهد؟ (تست آزمون سنجش)

۱) فقط ۳ ۲) فقط ۱و۲ ۳) همه موارد ۴) هیچیک از موارد




گزینه ۲

## بسط قانون فارادی:

ما میتوانیم فرمول فرادی را باز کنیم و سه فرمول زیر را از آن استخراج نماییم

### بسط قانون فارادی :

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$\epsilon = \frac{N\,\Delta A\,B\,\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = -\frac{N\,A\,\Delta B\cos\alpha}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = -\frac{N\,A\,B(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}{\Delta t}$$

تست: حلقه‌ای به مساحت ۵۰۰ سانتیمترمربع عمود بر میدان مغناطیسی ۰/۰۲ تسلایی است. اگر در مدت زمان ۰/۰۱ ثانیه میدان مغناطیسی به صفر برسد اندازه نیروی محرکه القایی متوسط چند ولت می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۱۰ ۳) ۰/۱ ۴) هیچکدام

تست: حلقه‌ای به مساحت ۰/۲ مترمربع عمود بر میدان مغناطیسی ۰/۵ تسلایی است. اگر در مدت ۰/۱ ثانیه به وضعی درآید که خطوط میدان با سطح حلقه زاویه ۳۰ بسازند بزرگی نیروی محرکه القایی چند ولت می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۱

تست: حلقه‌ای به مساحت ۰/۵ متر مربع عمود بر میدان مغناطیسی قرار دارد.که با آهنگ ۲۰ واحد SI تغییر می‌کند. اگر مقاومت این حلقه ۴۰ اهم باشد اندازه شدت جریان القایی چند آمپر می‌شود و پس از $128 \times 10^{-20}$ ثانیه چه تعداد الکترون القا می‌گردد؟

۱) ۰/۲۵- ۲) ۴۰۰- ۳) ۰/۲۵- ۴) هیچکدام

**تست:** حلقه ای به شعاع ۲ سانتی‌متر، عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد. این حلقه از سیمی مسی شعاع مقطع ۲mm و مقاومت $۱/۷\times۱۰^{-۸}\Omega m$ ویژهٔ تشکیل شده است. میدان مغناطیسی با چه آهنگی در SI تغییر کند تا جریانی برابر 0/2 آمپر در حلقه القا شود؟

۱) ۰/۰۲۸ ۲) ۰/۲۸۰

۳) ۰/۰۸۲ ۴) ۰/ ۸۲۰

$$L = ۲\pi r = ۲\times(۳)۲ = ۱۲cm = ۰/۲$$

$$A = \pi r^۲ \xrightarrow{r=۲mm=۲\times۱۰^{-۳}m} A = ۳\times(۲\times۱۰^{-۳})^۲$$

$$= ۱۲\times۱۰^{-۶}m^۲$$

$$R = \rho\frac{L}{A} = \frac{۱/۷\times۱۰^{-۸}\times۱۲\times۱۰^{-۲}}{۱۲\times۱۰^{-۶}} = ۱/۷\times۱۰^{-۴}\Omega$$

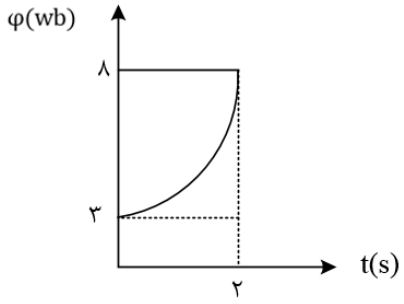
$$\varepsilon = RI = ۱/۷\times۱۰^{-۴}\times۰/۲ = ۳۴\times۱۰^{-۶}V$$

$$\bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B\cos۰}{\Delta t} \xrightarrow{A=\pi r^۲=۳\times(۲\times۱۰^{-۲})^۲=۱۲\times۱۰^{-۴}m^۲}$$

$$۳۴\times۱۰^{-۶} = -۱۲\times۱۰^{-۴}\frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{۳۴\times۱۰^{-۶}}{۱۲\times۱۰^{-۴}}$$

$$\square\ ۲/۸\times۱۰-۲ = ۰/۰۲۸\ \frac{T}{s}$$

**تست:** نمودار شار - زمان که از یک مدار بسته شامل یک حلقه می گذرد، به صورت سهمی زیر است. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در ثانیه دوم چند ولت است؟




۱) ۴/۵

۲) ۱۲

۳) ۷/۵

۴) ۳/۷۵

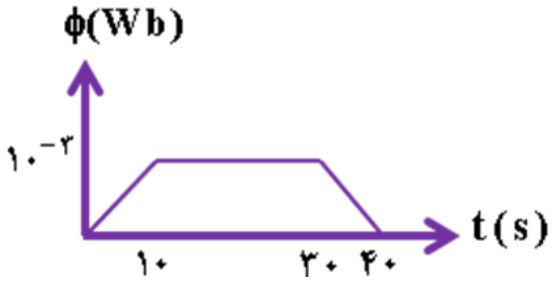
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا معادله سهمی را به دست می آوریم:

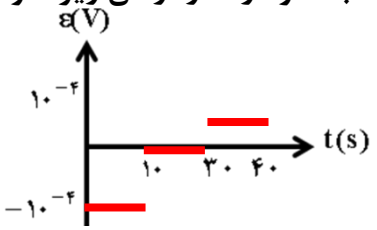
$$\varphi = At^2 + Bt + C$$

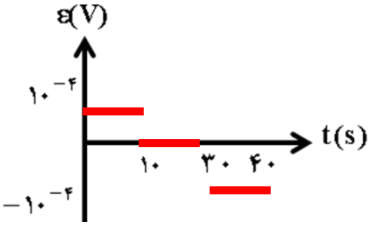
چون در $t = 0$ شیب خط مماس صفر است، $B = 0$ خواهد شد.

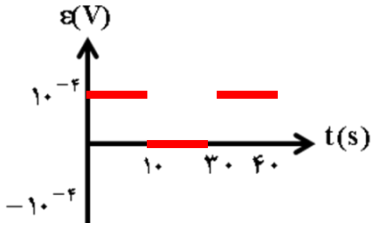
$$\begin{matrix} t = 1 \to \varphi_1 = \frac{17}{4}(wb) \\ t = 2 \to \varphi_2 = 8(wb) \end{matrix} \to \varepsilon = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \to \varepsilon = \frac{\frac{15}{4}}{2-1} = -\frac{15}{4}V = -3/75(V)$$

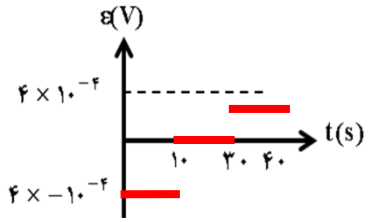
با توجه به نمودار شار-زمان زیر نمودار نیرو محرکه بر حسب زمان کدامست؟



## قانون لنز

پس از آنکه فارادی روش ایجاد جریان مغناطیسی را کشف کرد یک دانشمند روسی به نام لنز قاعده‌ای برای تعین جهت جریان در یک مدار بسته بدست آورد.

بنا بر قانون لنز جهت جریان القایی به گونه ای است که با عامل بوجود آورنده خود مخالفت می‌کند.

دستور عمل قانون لنز (روش اصلی)

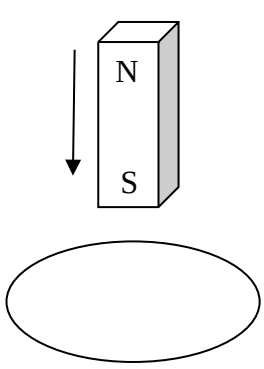
قدم اول: $\mathbf{B}$ اصلی را رسم کنید.

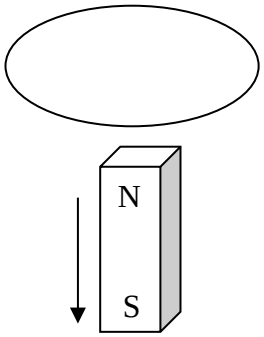
قدم دوم:

اگر $\mathbf{B}$ اصلی افزایش یابد مخالف $\Leftarrow$ $\mathbf{B}'$ مخالف $\mathbf{B}$ اصلی می‌شود.

اگر $\mathbf{B}$ اصلی کاهش یابد $\Leftarrow$ $\mathbf{B}'$ هم‌جهت $\mathbf{B}$ اصلی می‌شود.

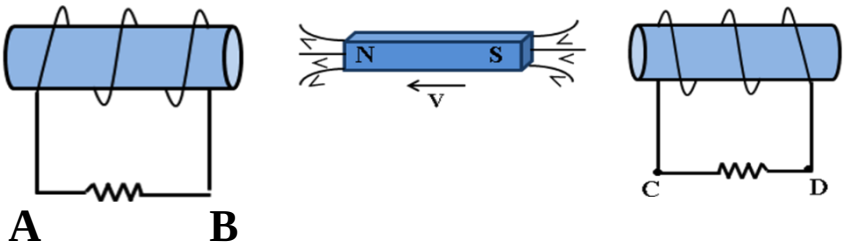
تمرین: یک آهنربای میله‌ای را از ارتفاع معینی رها می‌کنیم. و در مسیر از داخل حلقه ای رسانا عبور می‌کند. جهت جریان القایی هنگام ورود و هنگام خروج آهنربا چگونه می‌شود؟



**تست:** در شکل زیر سیملوله‌ها ثابت اند آهنربا به سمت چپ در حرکت است. جهت جریان القایی در مقاومت‌ها کدام است؟

۱) از A به B و از C به D
۲) از B به A و از C به D
۳) از A به B و از D به C
۴) از B به A و از D به C

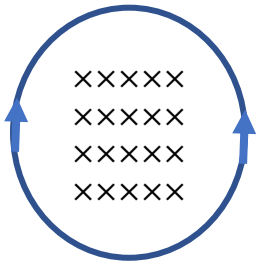



**تست:** دو سیم طویل و موازی حامل جریانهای مساوی I هستند اگر حلقه را مطابق شکل از چپ به راست و به نزدیکی سیم دیگر حرکت دهیم، جهت جریان القایی در هر حلقه چگونه است؟

۱) ساعتگرد-ساعتگرد
۲) ساعتگرد-پاد ساعتگرد
۳) پاد ساعتگرد- ساعتگرد
۴) پاد ساعتگرد- پاد ساعتگرد

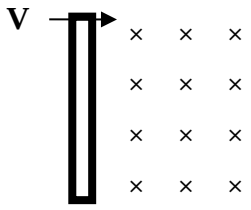
**تست:** در شکل مقابل حلقه‌ای در میدان درونسوی B- قرار دارد،اگر میدان به B+ تبدیل شود،جهت جریان القایی کدامست؟

ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد
ابتدا پادساعتگرد سپس دساعتگرد
همواره ساعتگرد
همواره پادساعتگرد



## حرکت میله با سرعت v در میدان B

هرگاه میله‌ای به طول L با سرعت V وارد یک میدان مغناطیسی به شدت B گردد نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌گردد که از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.




$$\epsilon = -B\,V\,L\,\sin\alpha$$

تذکر: آلفا زاویه‌ی بین Bوv است.

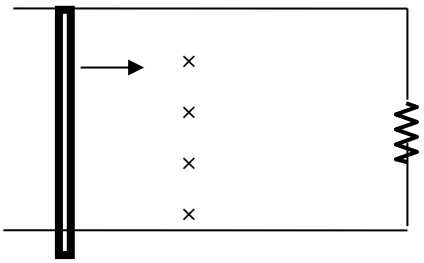
تذکر: منظور از L ضلعی از قاب است که بر راستای حرکت عمود است.

قانون دست راست برای پیدا کردن جهت جریان در شکل بالا:

تمرین: در شکل مقابل اگر مقاومت ۰/۴ اهم ومیدان درون سوی آن ۰/۵ تسلا و سرعت حرکت میله ۱۰ متر بر ثانیه به سمت راست باشد و طول میله ۲۰ سانتیمتر باشد:

الف: اندازه جریان القایی

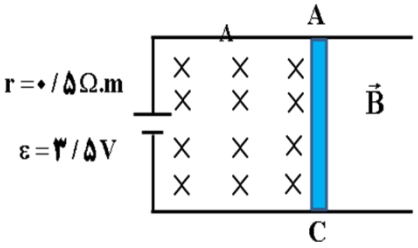
ب: جهت جریان ساعتگرد است یا پاد ساعتگرد؟

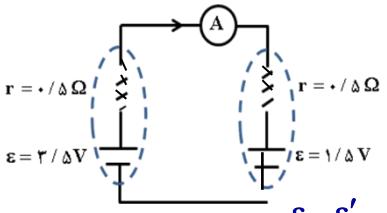


تست: در شکل زیر، طول میلهٔ رسانای AC برابر با ۶۰cm و مقاومت الکتریکی آن برابر با ۰/۵ اهم است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت درون سو برابر ۵۰۰۰G باشد و میلهٔ AC را با سرعت ثابت ۵ به سمت راست حرکت دهیم، آمپرسنج ایده آل چند میلی آمپر را نشان می‌دهد؟

۱) ۲ ۲) ۲۰۰۰ ۳) ۵ ۴) ۰/۰۰۲

حل: میله متحرک را همانند یک باطری در نظر می‌گیریم:



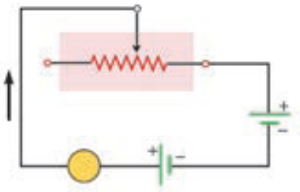




$$\varepsilon' = B\ell v = ۵۰۰۰\times۱۰^{-۴}\times۶۰\times۱۰^{-۲}\times۵ = ۱/۵V$$

$$I = \frac{\varepsilon-\varepsilon'}{R_T+\Sigma r} = \frac{۳/۵-۱/۵}{۰/۵+۰/۵} = ۲A = ۲۰۰۰mA$$

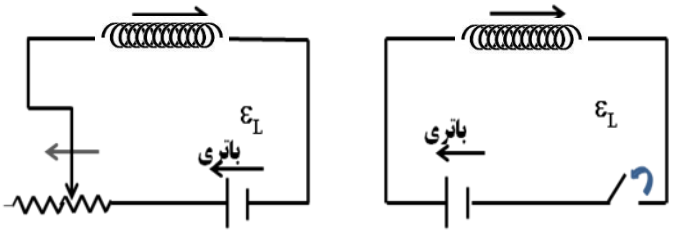
## پدیده خودالقایی

اگر در مدار یک سیملوله قرار داشته باشد و جریان گذرنده از مدار تغییر کند در دوسر سیملوله نیروی محرکه-ای توسط خود سیملوله القا می‌شود که بر روی جریان مدار اثر میگذارد. این پدیده را خودالقایی می‌نامیم.
مثلاً در مدار شکل روبرو ، بنابه قانون لنز جهت نیروی محرکهٔ خودالقایی چنان است که می خواهد مانع تغییر شار مغناطیسی ای شود که مولد ایجاد می‌کند.

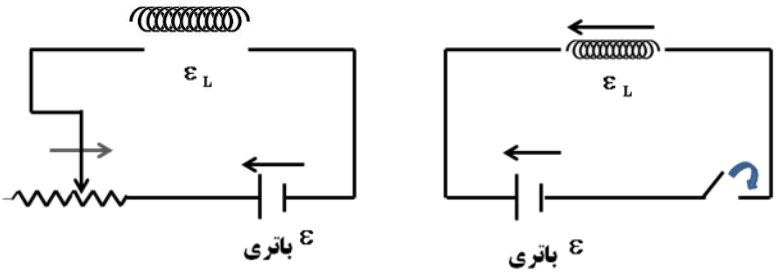


برای مثال، اگر مقاومت رئوستا کاهشیابد، جریان و در نتیجه شار مغناطیسی
عبوری از القاگر می خواهد افزایش یابد .در نتیجه نیروی محرکهٔ خودالقایی در
جهتی ایجاد می‌شود که با افزایش شار مخالفت می‌کند .به عبارت دیگر در این حالت نیروی محرکهٔ خودالقایی معادل نیروی محرکهٔ باتری ای عمل می‌کند که در جهت مخالف مولد در مدار قرار گرفته باشد.

## پدیده خود القایی




لحظهٔ قطع کلید یا افزایش مقاومت( کاهش شدت جریان)




لحظهٔ وصل کلید یا کاهش مقاومت (افزایش شدت جریان)

## انرژی سیملوله

**انرژی ذخیره شده در سیملوله از رابطه زیر محاسبه میگردد**

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

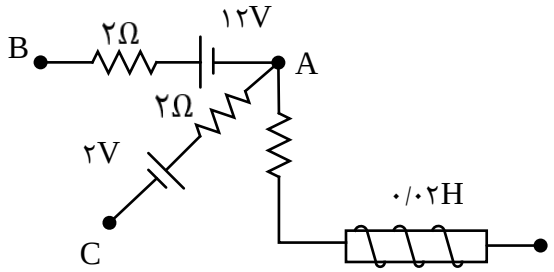
**در فرمول بالا $L$ ضریب خودالقاوری (هانری) است. در سوالات رشته تجربی طراحان آنرا به ما میدهند! ولی در رشته ریاضی ممکن است ندهند و باید خودمان آنرا از رابطه زیر محاسبه کنیم: (فقط دانش اموزان رشته ریاضی)**

**ضریب خودالقایی** $L = \frac{K\mu.N^2 A}{l}$

**تعریف‌هانری: یک‌هانری ضریب خودالقایی القاگری است که اگر جریان عبوری از آن با آهنگ یک آمپر بر ثانیه $A/s$ تغییر کند، نیروی محرکهٔ خودالقایی برابر یک ولت در آن القا می‌شود.**

**تست :** شکل مقابل قسمتی از یک مدار الکتریکی است. اگر $V_B - V_A = 20V$ و $V_C - V_A = -6V$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیم لوله چند ژول است؟

۱) ۰/۰۳ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۰/۰۸ ۴) ۰/۰۶




گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. جهت $I_1$ از نقطه ی B به سمت نقطهی A است و داریم:

$$V_B - 2I_1 - 12 = V_A \rightarrow 2I_1 + 12 = 20 \rightarrow I_1 = 4A$$

جهت ما را از نقطه ی A به سمت نقطه ی C قرض می شود و داریم:

$$V_C = 2 + 2I_2 = V_A \rightarrow 2 + 2I_2 = 6 \rightarrow I_2 = 2A$$

$$A \text{ گره‌ی} = I_1 - I_2 - I_3 = 0 \rightarrow \text{جریان سیم لوله } I_3 = 4 - 2 = 2A \rightarrow U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times 0/02 \times 2^2 = 0/04J$$

**تست:** سیملوله‌ای دارای هسته مغناطیسی ۴۰۰ و تعداد دورهای ۲۰۰ و سطح مقطع ۴ سانتیمتر مربع و طول ۶۲/۸ سانتیمتر است.اگر جریان عبوری از آن ۵ آمپر باشد انرژی ذخیره شده در آن چند ژول می‌شود؟

۱) ۰/۱۶ ۲) ۱/۶ ۳) ۱۶ ۴) ۱۶۰

**تست :** با سیم روکش داری به طول یک متر و قطر مقطع $1mm$ ، سیملوله ای بدون هسته ساخته ایم که مساحت هر حلقهٔ آن $\pi\times10^{-4}m^2$ می‌باشد و حلقه‌ها در یک لایه کنار هم پیچیده شده‌اند. ضریب القاوری این سیملوله چندهانری است؟ ( $\mu_0=4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A}$ )

۱) $5\pi\times10^{-6}$ ۲) $2\pi\times10^{-6}$

۳) $5\pi\times10^{-3}$ ۴) $2\pi\times10^{-3}$

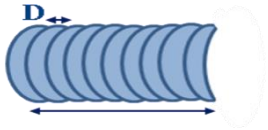
حل: در ابتدا تعداد حلقه‌های سیملوله را محاسبه می‌کنیم:

$$A=\pi R^2\Rightarrow\pi\times10^{-4}=\pi\times R^2\Rightarrow R=10^{-2}m$$

$$=2\pi R=2\pi\times10^{-2}m$$

$$N=\frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط یک حلقه}}=\frac{1}{2\pi\times10^{-2}}\Rightarrow N=\frac{50}{\pi}$$

حال برای تعیین طول سیملوله ای با $N$ حلقه سیم روکش دار به قطر $D$ داریم :



$$\ell=ND=\frac{50}{\pi}\times10^{-3}m$$

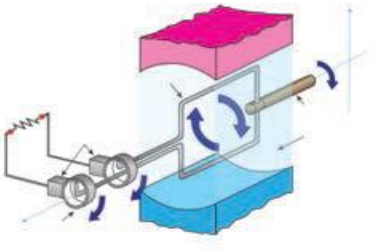
**اکنون برای تعیین ضریب خود القایی داریم :**

$$L=\frac{k\mu_0N^2A}{\ell}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times(\frac{50}{\pi})^2\times\pi\times10^{-4}}{\frac{50}{\pi}\times10^{-3}}$$

$$\Rightarrow L=2\pi\times10^{-6}\ H$$

## شدت جریان متناوب

یکی از کاربردهای مهم القای الکترومغناطیسی، تولید جریان متناوب است .دیدیم که برای تولید نیروی محرکهٔ القایی باید شار عبوری از مدار تغییر کند، و شار مغناطیسی که از یک پیچه می گذرد از رابطهٔ $\Phi = AB\cos\alpha$ محاسبه می‌شود که در آن $\alpha$ زاویهٔ بین نیم خط عمود بر سطح پیچه و میدان مغناطیسی است ساده‌ترین راه برای تغییر شار، تغییر زاویهٔ $\alpha$ است .به همین دلیل متداول ترین روش تولید جریان القایی، تغییر زاویهٔ $\alpha$ است شکل زیر پیچه ای را نشان می‌دهد که می‌تواند در میدان مغناطیسی یکنواخت دور محور x بچرخد حرکت مکانیکی از طریق میل گردان، سبب چرخیدن پیچه در میدان مغناطیسی می‌شود و جریان متناوبی را در مدار به وجود می‌آورد.



چند تعریف مقدماتی:

دوره تناوب: به زمان یک دور کامل می‌گوییم T

بسامد: تعداد دورهای زده شده در واحد زمان f

بسامد زاویه‌ای:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \qquad \omega = 2\pi f$$

اگر شار مغناطیسی که $\Phi = AB\cos\alpha$ در لحظهٔ t از پیچه عبور می‌کند برابر است با:

$$\alpha = \omega t \qquad \Phi = AB\cos\omega t$$

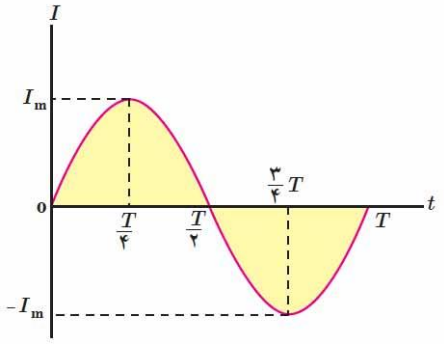
نیروی محرکهٔ القا شده در پیچه با توجه به قانون فارادی از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

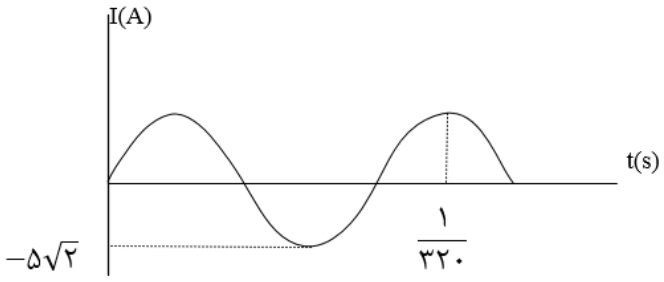
$$\varepsilon = NAB\omega\,\mathrm{Sin}\,\omega t \rightarrow \varepsilon = \varepsilon m\,\mathrm{Sin}\,\omega t$$

همچنین با تقسیم رابطه بالا بر مقامت R معادله شدت جریان به‌دست می‌آید:

$$I = \frac{NAB\omega\,\mathrm{Sin}\,\omega t}{R} \rightarrow I = Im\,\mathrm{Sin}\,\omega t$$



**تست:** نمودار تغییرات یک جریان متناوب سینوسی به صورت شکل زیر است، اندازه جریان در لحظه ی $\frac{1}{3200}$ سر ثانیه چند آمپر است؟




۱) ۲/۵

۲) $2/5\sqrt{2}$

۳) 5

۴) $5\sqrt{2}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق نمودار:

$$\frac{5T}{4} = \frac{1}{320} \rightarrow T = \frac{1}{400}s$$

همچنین مقدار بیشینه ی جریان الکتریکی $5\sqrt{2}A$ است.

$$I = I_{max}Sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = 5\sqrt{2}Sin\left(\frac{2\pi}{\frac{1}{400}} \times \frac{1}{3200}\right) = 5\sqrt{2}Sin\frac{\pi}{4} = 5\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 5A$$

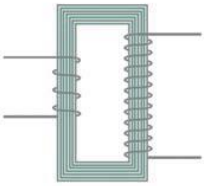
**تست: نیروی محرکه متناوبی که بیشینه آن ۱۰ ولت است و دوره آن ۰/۰۲ ثانیه است از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد در چه لحظه‌ای شدت جریان برای ۳۱ امین بار بیشینه خواهد بود؟**

۱) $\frac{۶۱}{۲۰۰}$ ۲) $\frac{۶۳}{۲۰۰}$ ۳) $\frac{۶۳}{۱۰۰}$ ۴) هیچکدام

**مبدل‌ها:** یکی از امتیازهای مهم توزیع توان الکتریکی ac بر dc آن است که افزایش و کاهش ولتاژ ac، بسیار آسان تر از dc است .در انتقال توان در فاصله‌های دور می خواهیم تا حدّ امکان از ولتاژ هرچه بالاتر و جریان هرچه کمتری استفاده کنیم، این کار اتلاف RI2 را در خط‌های انتقال کم می‌کند و می‌توان از سیم‌های نازک تری استفاده و در مصرف مواد اولیه صرفه جویی کرد .خط‌های انتقال توان الکتریکی به طور معمول از ولتاژهای در حدود ۴۰۰ کیلوولت استفاده می کنند از طرف دیگر، ملاحظات ایمنی و الزامات عایق بندی در ساخت وسایل خانگی و صنعتی، ولتاژهای به نسبت پایین تری را ضروری می‌کند .ولتاژ استاندارد برای سیم کشی خانگی در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر 220 است .تبدیل ولتاژ مورد نیاز با استفاده از مبدل‌ها صورت می‌گیرد.

شکل زیر مبدلی شامل دو پیچه با تعداد دورهای متفاوت را نشان می‌دهد که به دور یک هستهٔ آهنی(فرومغناطیس نرم)پیچیده شده‌اند در عمل پیچهٔ اولیهٔ با $N_1$ دور به یک مولد جریان متناوب بسته شده است که ولتاژ آن $V_1$ است .پیچهٔ ثانویه با $N_2$ دور به مصرف کننده ای وصل شده است که ولتاژ $V_2$ را تأمین کند .برای یک مبدل آرمانی که مقاومت پیچه‌های آن ناچیز است، رابطهٔ زیر برقرار است:

(ولتاژ خروجی $V_2$) و $N_2$ دور



(ولتاژ ورودی $V_1$) و $N_1$ دور

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{N_2}{N_1}$$

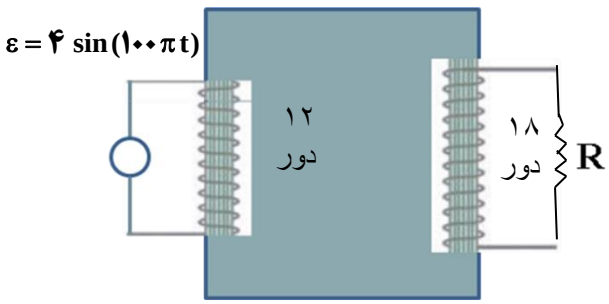
**تست:** مبدل آرمانی زیر توسط مولد جریان متناوب با تابع $\varepsilon = 4\sin(100\pi t)$ تغذیه می‌شود. بیشینهٔ ولتاژ دو سر مقاومت R چند ولت است؟

۱) ۶ – کاهنده

۲) ۲۴– افزاینده

۳) ۶– افزاینده

۴) ۷۲ – افزاینده




$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{N_2}{N_1}\xrightarrow{N_2=18,\ N_1=12,\ V_1=4V}\frac{V_2}{4}=\frac{18}{12}$$

$$\rightarrow V_2=6V$$

# Home work

۱- کدام عبارت نادرست است؟

۱) عقربه مغناطیسی جهت میدان مغناطیسی در هر نقطه را نشان می دهد.

۲) اگر آهن ربا را از وسط آن آویزان کنیم، در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی گیرد و امتداد آن با سطح افقی زمین زاویه می سازد که به آن شیب مغناطیسی گفته می شود.

۳) هنگامی که چند مقاومت را با هم موازی میبندیم، مقاومت معادل از کوچک ترین مقاومت بزرگ تر و از بزرگترین مقاومت کوچک تر است.

۴) رابطه توان $P = VI$ هم برای نیروی محرکه و هم برای وسایل مصرف کننده و یا ... در مدار استفاده می شود.

۲- چند مورد از عبارات زیر نادرست است؟

الف) قطب جنوب مغناطیسی زمین در فاصله ی نسبتا زیادی از قطب شمال جغرافیایی قرار دارد.

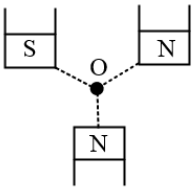
ب) قطب شمال جغرافیایی زمین در نزدیکی قطب شمال مغناطیسی زمین است.

ج) در نقاط مختلف میدان مغناطیسی یکنواخت، جهت و اندازه ی میدان مغناطیسی یکسان است.

د) خط های میدان های مغناطیسی در نزدیکی قطب های مغناطیسی یک آهن ربای میله ای به یکدیگر نزدیک تر هستند .

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳- سه آهن ربای مشابه مطابق شکل قرار گرفته و نقطه O از هر سه قطب به یک فاصله است. جهت برآیند میدان مغناطیسی حاصل از سه آهن ربا در نقطه O به کدام سو خواهد بود؟



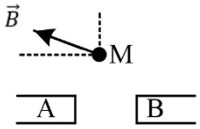

1) ↖

۲) ↙

۳) ↘

۴) ↗

۴- با توجه به شکل مقابل اگر $\vec{B}$ برآیند میدان های حاصل از آهن ربای A و B باشد، کدام گزینه درست است؟ (M بر روی عمود منصف خط واصل دو آهن ربا قرار دارد.)



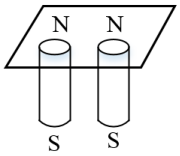

۱) هر دو قطب A و B قوی تر است.

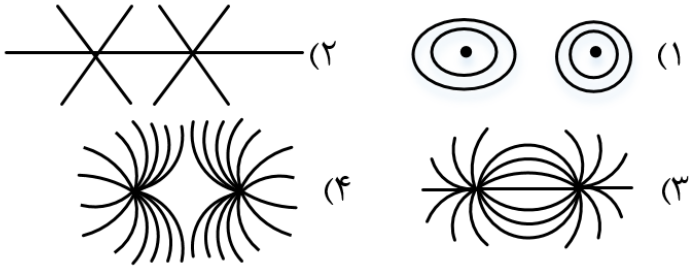
۲) هر دو قطب N هستند و A قوی تر است.

۳) A قطب S، B قطب N و B قوی تر است.

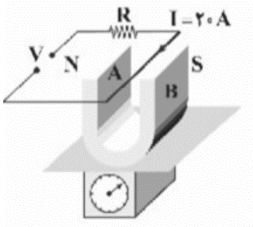
۴) A قطبS، B قطب N و A قوی تر است.

۵- دو آهن ربای میله ای را مطابق شکل، زیر یک صفحه ی کاغذ قرار داده و روی صفحه براده های آهن می پاشیم، خطوط میدان مغناطیسی به صورت کدام یک از شکل های زیر در می آید؟




۶- مطابق شکل مقابل، یک آهنربای نعلی شکل به جرم ۵۰g بر روی کفه ی ترازوی حساسی قرار دارد. میدان مغناطیسی ایجادشده توسط دو قطب آهنربا برابر با $\vec{B}$ است. اگر ۱۰cm از سیم در فضای میدان مغناطیسی آهنربا باشد و ترازو عدد صفر را نشان دهد. میدان مغناطیسی $\vec{B}$ گاوس و در چه جهتی است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)



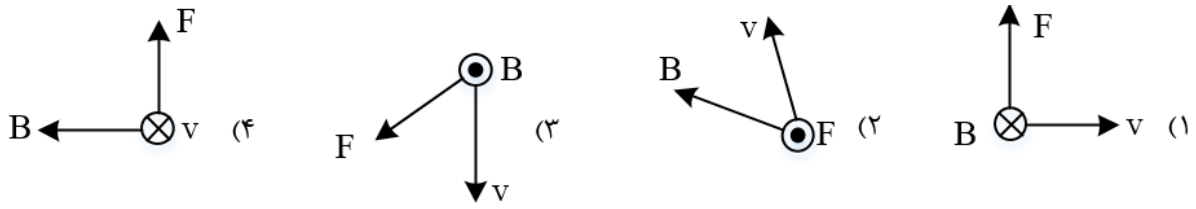

۱) ۲۵۰، B به A

۲) ۲۵۰۰، B به A

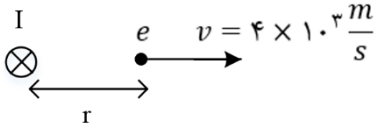
3) ۲۵۰، A به B

۴) ۲۵۰۰، A به B

۷- کدام گزینه نیروی وارد بر پروتون متحرک در یک میدان مغناطیسی را نادرست نشان می دهد؟



۸- در شکل زیر یک سیم حامل جریان I یک الکترون در فاصله r از سیم نشان داده شده است. اندازه میدان مغناطیسی سیم در فاصله r برابر $۵۰G$ است. اگر در این لحظه تندی الکترون $v = 4 \times 10^2 \frac{m}{s}$ باشد، نیروی وارد بر الکترون در این لحظه چند نیوتن و در چه جهتی است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19}$)




۱) $-3/2 \times 10^{-18}$ درونسو

۲) $-1/6 \times 10^{-18}$ درونسو

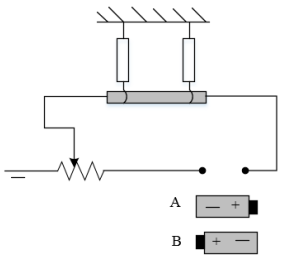
۳) $3/2 \times 10^{-18}$ برونسو

۴) $-1/6 \times 10^{-18}$ برونسو

۹- ذره بارداری به جرم۰/۵g و بار $+20\mu C$ تحت زاویه ۳۰° با افق، در راستای شرق -غرب با تندی $7/5 \frac{km}{s}$ و در حال حرکت است و وارد ناحیه ای می شود که در آن میدان مغناطیسی $۱۰۰۰G$ از شمال به جنوب ایجاد شده است. شتاب حاصل از نیروی مغناطیسی چند$\frac{m}{s^2}$ است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۱۰- یک سیم حامل جریان I مطابق شکل زیر با دو نیروسنج فنری متصل به سقف که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی در راستای غرب به شرق قرار دارد. اگر بخواهیم نیروسنج ها عدد صفر را نشان دهند کدام باتری را در مدار قرار دهیم و جریان چند آمپر از سیم عبور کند؟ (میدان مغناطیسی زمین یکنواخت به طرف شمال و ۰/۵mT و جرم هر متر از سیم ۰/۸ گرم و $g = 10 \frac{N}{kg}$ است.)




۱) A-۱۶

2) B -۱۶

3) A -8

۴) B - ۸

۱۱- پروتونی تحت زاویه ی ۹۰ نسبت به یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۲۰mT$ حرکت می کند و نیروی مغناطیسی $3/2 \times 10^{-16}N$ به آن وارد می شود، انرژی جنبشی الکترون تقریبا چند الکترون ولت است؟ ($m_p = 1/7 \times$ $e = 1/6 \times 10^{-19}$ و $10^{-27}kg$)

۱) ۵۳ ۲) ۱۸ ۳) ۳۳ ۴) ۲۴

۱۲- ذره ای به بار $-2\mu C$ با تندی $2 \times 10^5 \frac{m}{s}$ در امتداد قائم از بالا به پایین درون میدان مغناطیسی یکنواخت $۲۰۰G$ به سمت شمال شرق در حرکت است. برای آن که راستای حرکت ذره تغییر نکند باید میدان الکتریکی به بزرگی .....در جهت ..... ایجاد کنیم.

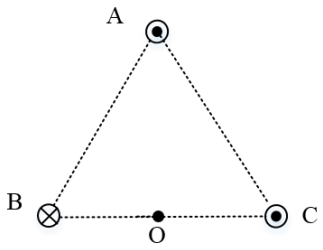
۱) $۲۰۰۰ \frac{N}{C}$ - جنوب شرقی

۲) $-۴۰۰۰ \frac{N}{C}$ - جنوب شرقی

۳) $۲۰۰۰ \frac{N}{C}$ - شمال غربی

۴) $۴۰۰۰ \frac{N}{C}$ - شمال غربی

۱۳- مطابق شکل زیر، سه سیم حامل جریان های مساوی، در سه رأس یک مثلث متساوی الاضلاع قرار دارند. اگر یک عقربه مغناطیسی را در نقطه O وسط ضلع BC قرار دهیم، کدام گزینه جهت گیری عقربه را به درستی نشان می دهد؟



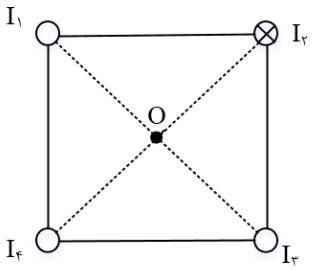

۱) ↓

۲) ↙

۳) ↘

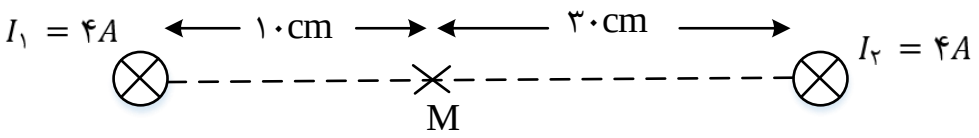
۴) ←

۱۴- مطابق شکل زیر، از چهار سیم بلند و مستقیم که در رئوس مربعی قرار گرفته اند، جریان های یکسانی عمود بر صفحه کاغذ عبور می کنند. اگر سیم $I_3$ سیم های $I_2$ و $I_3$ را جذب و سیم $I_4$ را دفع کند، بر این میدان مغناطیسی حاصل از چهار سیم در نقطه O در چه جهتی است؟




۱) →　　۲) ←　　۳) ↙　　۴) ↖

۱۵- در شکل روبه رو، از دو سیم بلند موازی که عمود بر صفحه اند، در جهت نشان داده شده، جریان های $I_1$ و $I_2$ می گذرد. جهت میدان مغناطیسی برایند در نقطه ی M کدام است؟



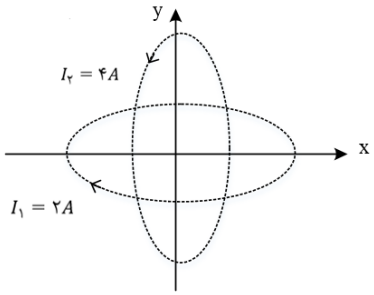

۱) ↑

۲) ↓

۳) ⊗

۴) ⊙

۱۶- مطابق شکل دو حلقه دایره ای به شعاع $\pi$ و $\frac{3\pi}{2}$ که محور اولی منطبق بر محور xها و محور دومی منطبق بر محور yها است و جریان $I_1 = 2A$ و $I_3 = 3A$ به ترتیب در جهت های نشان داده شده در شکل از آنها می گذرد. میدان در مرکز حلقه ها که بر مبدأ مختصات منطبق است، کدام گزینه است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\frac{T.m}{A})$



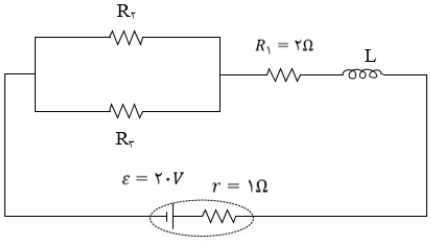

۱) $4 \times 10^{-5}i - 3 \times 10^{-5}j$

۲) $4 \times 10^{-5}i - 4 \times 10^{-5}j$

۳) $-4 \times 10^{-5}i - 3 \times 10^{-5}j$

۴) $-4 \times 10^{-5}i - 4 \times 10^{-5}j$

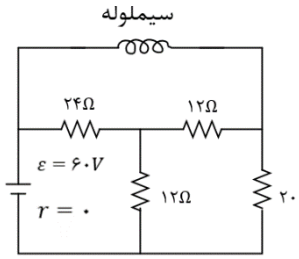
۱۷- سیم لوله ای آرمانی به طول ۲۰cm و ۱۰۰ دور حلقه با مقاومت الکتریکی ناچیز در مداری مطابق شکل زیر قرار گرفته است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی روی محور سیم لوله ۱۸G باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت $R_2$ چند ولت بیشتر از اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت $R_1$ است؟




$(\mu_0 = 12 \times 10^{-7}\frac{T.m}{A})$

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۱

۱۸- سیم لوله ای بدون هسته به طول ۴cm با ۵۰۰ حلقه که مقاومت الکتریکی ندارد در مدار شکل زیر قرار دارد. اندازه میدان مغناطیسی در داخل سیم لوله چند گاوس است؟($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$)



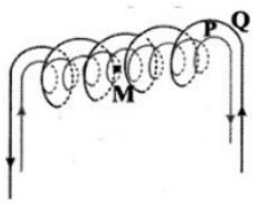

۱) ۲۵

۲) ۵۰۰

۳) ۷۵۰

۴) ۱۰۰۰

۱۹- در شکل زیر، دو سیملوله ی P و Q هم محورند و طول برابر دارند. تعداد دور سیملوله ی P برابر ۱۵۰ و تعداد دور سیملوله ی Q برابر ۲۵۰ است. اگر جریان 3A از سیملوله ی Q عبور کند، از سیملوله ی P چه جریانی باید عبور کند تا برایند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه ی M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟




۱) ۱/۵

۲) ۳

۳) ۵

۴) ۴/۵

۲۰- کدام یک از موارد زیر در مورد مواد پارامغناطیس درست است؟

۱) مواد پارامغناطیس پس از آهن ربا شدن در صورتی که در میدان مغناطیسی نباشند برای مدت طولانی خاصیت آهن ربایی خود را حفظ می کنند.

۲) مواد پارامغناطیس فقط در میدان های مغناطیسی قوی آهن ربا می شوند.

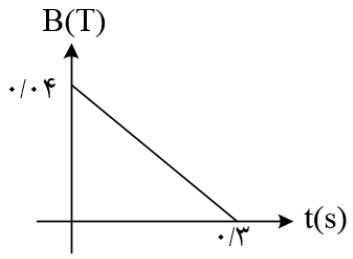
۳) مواد پارامغناطیس دارای حوزه های مغناطیسی نامنظمی هستند.

۴) آهن و کبالت ناخالص از مواد پارامغناطیس هستند.

۲۱- پیچه ای به مقاومت دو اهم از ۵۰ حلقه هر یک به مساحت $100cm^2$ تشکیل شده است. سطح این قاب عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت یک گاوس قرار دارد. اگر قاب را به اندازه ۱۸۰ بچرخانیم تا دوباره عمود بر خطوط میدان شود، بار الکتریکی متوسط عبوری از یک مقطع از پیچه چند $\mu C$ است؟

۱) صفر ۲) ۱۰۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰

۲۲- حلقه ای به شعاع ۱۰cm و مقاومت 5Ω، عمود بر میدان مغناطیسی که مطابق شکل تغییر می کند، قرار دارد. جریان القایی حلقه در لحظه ی $t = 0/2s$ چند میلی آمپر است؟ $(\pi = 3)$



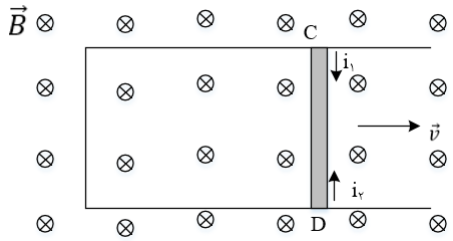

۱) ۰/۶

۲) ۸/۰

۳) ۱

۴) ۴

۲۳- مطابق شکل زیر، میله ی فلزی CD به طول ۲۰cm با سرعت ثابت $5\frac{cm}{s}$ روی قاب رسانایی که عمود بر خطوط یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $4mT$ قرار دارد. در حال حرکت به سمت راست شکل است. بزرگی نیروی محرکه ی القایی متوسط در میله ی CD چند ولت است و جهت جریان القایی در آن به کدام سمت است؟




1) $i_1 , 4 \times 10^{-3}$

۲) $i_2 , 4 \times 10^{-5}$

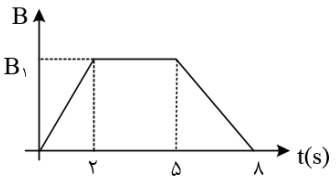
۳) $i_2 , 4 \times 10^{-3}$

۴) $i_1 , 4 \times 10^{-5}$

۲۴- حلقه ای به شعاع ۰/۵m عمود بر محور x ها قرار دارد. میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = -0/3\vec{i}\, 0/4\vec{j}$ برقرار است. اگر در 0/1s با ثابت ماندن اندازه میدان مغناطیسی، جهت میدان کاملا در خلاف جهت اولیه شود، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط چند ولت می شود؟ $(\pi = 3)$

۱) ۴/۵ ۲) ۰/۴۵ ۳) ۵ ۴) ۸

۲۵- نمودار تغییرات میدان مغناطیسی گذرنده از یک مدار بسته در مدت ۸ ثانیه به صورت شکل زیر است. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در ۰/۵s اول چند برابر 2s آخر است؟




۱) $\frac{3}{2}$

۲) $\frac{2}{3}$

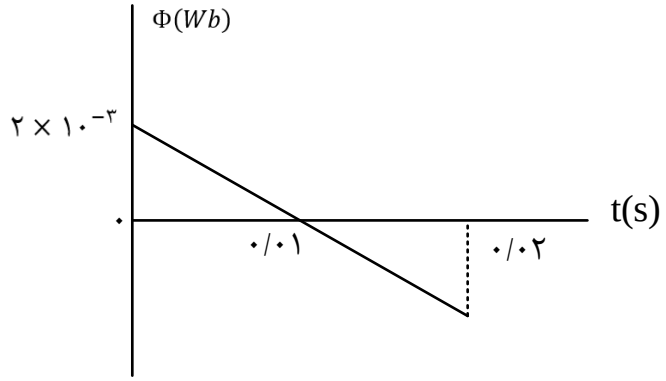
۳) ۴

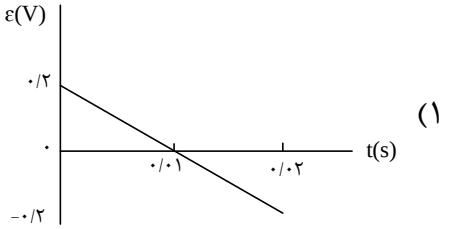
۴) $\frac{1}{4}$

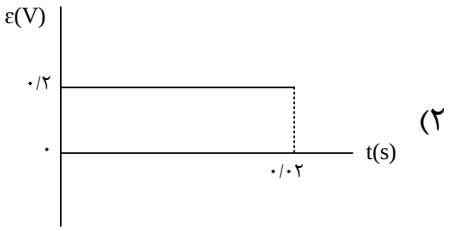
۲۶- حلقه ای رسانا به شعاع ۴cm، عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد. این حلقه از سیمی به شعاع مقطع ۴mm و مقاومت ویژه $2 \times 10^{-8}\Omega m$ تشکیل شده است. میدان مغناطیسی با چه آهنگی در SI تغییر کند تا جریان برابر ۰/۲ آمپر در حلقه القا شود؟ $(\pi = 3)$

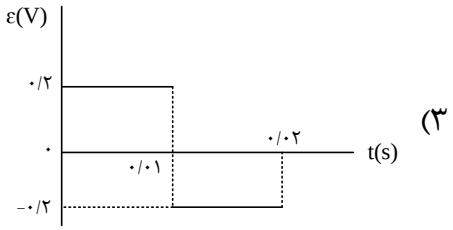
۱) $\frac{1}{240}$ ۲) $\frac{1}{480}$ ۳) $\frac{1}{120}$ ۴) $\frac{1}{360}$

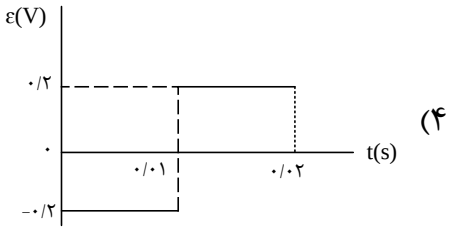
۲۷- نمودار شار مغناطیسی که از یک حلقه می گذرد، در شکل زیر، نشان داده شده است. نمودار نیروی محرکه ی القایی در این مدت کدام است؟




۱)



۲)


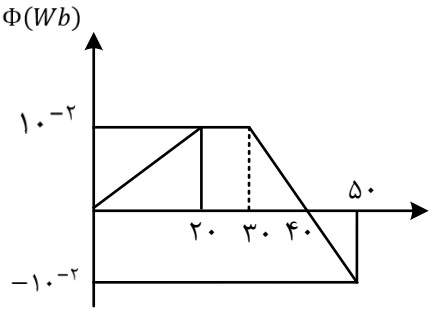

۳)



۴)



۲۸- شاری که از یک پیچه ی ۲۰ حلقه ای می گذرد، ۰/۲ وبر تغییر می کند. اگر مقاومت پیچه 4Ω باشد، چند کولن بار الکتریکی در پیچه جریان یافته است؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۱ ۴) ۲

۲۹- نمودار تغییرات شار مغناطیسی که از یک حلقه می گذرد بر حسب زمان مطابق شکل مقابل است. اندازه نیروی محرکه القایی در لحظات $t_1 = 10s$ و $t_2 = 40s$ به ترتیب از راست به چپ چند ولت است؟




1) $5 \times 10^{-4}V$، صفر

۲) $2/5 \times 10^{-4}V$، صفر

۳) $5 \times 10^{-4}V$، $10^{-3}V$

4) $2/5 \times 10^{-4}V$، $10^{-3}V$

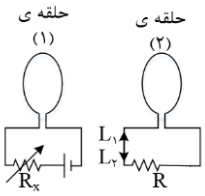
۳۰- سیملوله ای به شعاع مقطع ۲cm و با ۳۰۰ حلقه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۲۰۰G به گونه ای قرار گرفته است که خطوط میدان عمود بر سطح حلقه های سیم لوله است. اگر میدان مغناطیسی مورد نظر با آهنگ $200\frac{G}{s}$ تغییر کند، جریان به شدت $4mA$ در این سیملوله القا می شود. مقاومت الکتریکی هر حلقه ی سیملوله چند میلی اهم است؟ $(\pi = 3)$

1) ۱۸۰ ۲) ۱/۸ ۳) ۶ ۴) ۶۰

۳۱- یک قاب مستطیلی شکل به ابعاد ۲۰cm × ۱۰cm و مقاومت $0/1\Omega$ عمود بر خطوط یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 3T قرار دارد. در یک بازهی زمانی معین اندازه ی میدان مغناطیسی $3T$ افزایش یافته و جهت خطوط میدان 180 تغییر می کند. در این بازه ی زمانی چند کولن بار الکتریکی در قاب جریان یافته است؟

۱) ۰/۶ ۲) ۶ ۳) ۱/۸ ۴) ۱۸

۳۲- در شکل مقابل، مقاومت $R_x$ را به تدریج کاهش می دهیم. جهت جریان القایی در حلقه ی (۲) در جهت ..... بوده و دو حلقه یکدیگر را ..... می کنند.



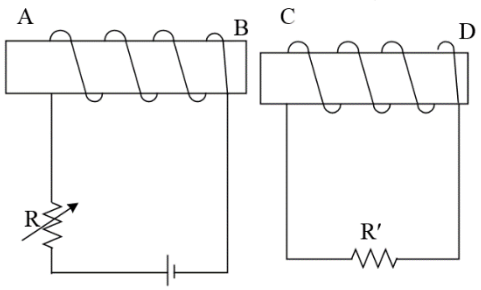

۱) $I_2$ - جذب

۲) $I_2$ - دفع

۳) $I_1$ - دفع

۴) $I_2$ - جذب

۳۳- در شکل مقابل اگر مقامت R را افزایش دهیم، جهت جریان خودالقایی در سیم لوله ی چپ و جهت جریان القایی در سیم لوله ی راست به ترتیب از راست به چپ کدام خواهد بود؟



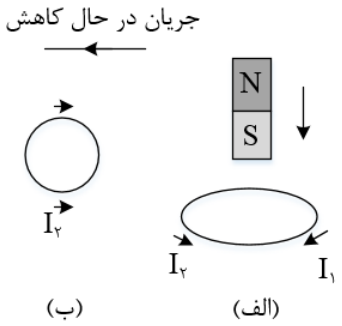

۱) از A به B - از C به D

۲) از A به B - از D به C

۳) از B به A- از C به D

۴) از B به A - از D به C

۳۴- در شکل های الف و ب جهت جریان القایی در حلقه به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



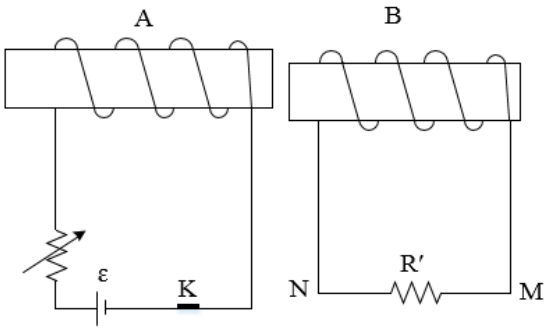

1) $I_2$ , $I_1$

۲) $I_1$ , $I_1$

۳) $I_1$ , $I_2$

۴) $I_2$ , $I_2$

۳۵- در کدام حالت، جریان القایی در 'R، از N به M است؟



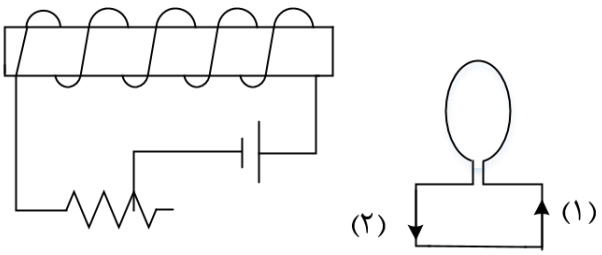

۱) لحظه ی قطع کلید k

۲) وقتی مقاومت رئوستا در حال افزایش است.

۳) وقتی سیملوله ی B به سمت راست حرکت می کند.

۴) وقتی سیملوله ی A به سمت راست حرکت می کند.

۳۶- در مدار روبه رو، مقاومت رئوستا در حال افزایش است، جهت جریان القایی در حلقه در جهت ..... است و نیروی محرکه ی خودالقایی در سیملوله در ..... نیروی محرکه ی مولد عمل می کند.



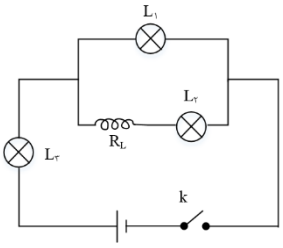

۱) (۱)، جهت

۲) (۲)، جهت

۳) (۱)، خلاف جهت

۴) (۲)، خلاف جهت

۳۷- در مدار مقابل با بستن کلید چند گزینه درباره ی تغییر نور لامپ ها که مشابه هستند درست است؟




الف) $L_2$ ابتدا خاموش است و به تدریج پرنور می شود.

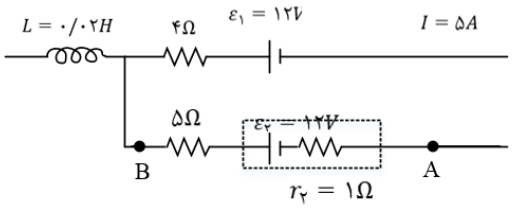
ب) را ابتدا پرنور است و سپس کم نور می شود.

پ) نور $L_3$ رفته رفته بیشتر می شود. تا در نهایت نور ما بیشتر از او را هم بیشتر از $L_2$ است.

۳۸- اگر جریان الکتریکی عبوری از یک سیم لوله 0/2A کاهش یابد و مقدار انرژی آن از $40\mu J$ به $10\mu J$ کاهش یابد. ضریب القایی در این القاگر چند میلی هانری است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۵۰ ۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۰۰۵

۳۹- شکل روبه رو قسمتی از یک مدار الکتریکی است. اگر $V_A - V_B = 6V$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند ژول است؟




1) ۰/۳۲

۲) ۰/۵

۳) ۰/۶۴

۴) ۰/۷۲

۴۰- در میدان آرمانی زیر اگر معادله ولتاژ دو سر مولد در SI به صورت $v = 240\sin 100\pi t$ باشد معادله شدت جریان در مقاومت R کدام است؟

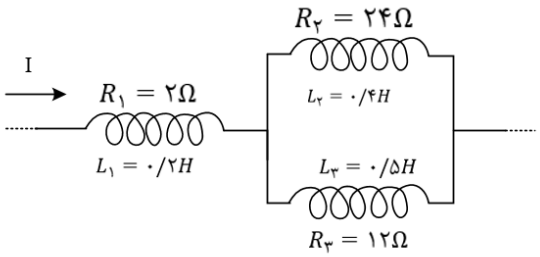
۱) $I = 4\sin(20\pi t)$

۲) $I = 4\sin(100\pi t)$

۳) $I = 10\sin(100\pi t)$

۴) $I = 10\sin(20\pi t)$

۴۱- در شکل زیر سیم لوله ها دارای مقاومت الکتریکی هستند. اگر انرژی ذخیره شده در سیم لوله (۳) برابر با 0/09J باشد در سیم لوله (۱) چند میلی ژول انرژی ذخیره می شود؟



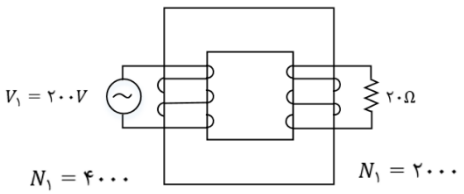

۱) ۰/۰۶۴

۲) ۰/۰۸۱

۳) ۸۱

۴) ۶۴

۴۲- شکل زیر یک مبدل جریان متناوب را نشان می دهد. اگر یک سر مبدل به یک مقاومت 20Ω وصل شود، جریان عبوری از مقاومت 20Ω چند آمپر است؟



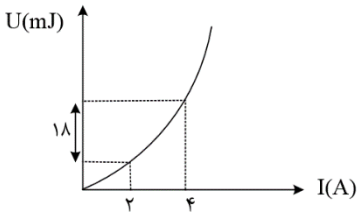

۱) ۲/۵

۲) ۱۰

۳) ۵

۴) ۷/۵

۴۳- نمودار انرژی ذخیره شده در سیملوله‌ای آرمانی بر حسب جریان گذرنده از آن به صورت مقابل است. ضریب القاوری سیملوله چند هانری است؟



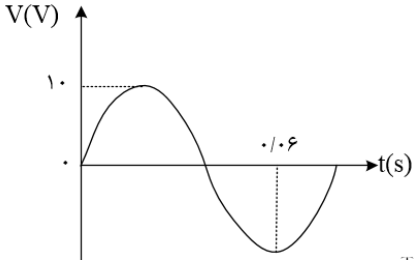

۱) ۳

۲) ۹

۳) $3 \times 10^{-3}$

۴) $9 \times 10^{-3}$

۴۴- معادله ی جریان در یک مولد جریان متناوب در SI به صورت $I = 0/6\text{Sin}\ (\frac{2\pi}{T}t)$ است. اگر نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر این مولد به صورت زیر باشد، در لحظه ی $t = \frac{1}{150}s$ جریان عبوری از مولد چند آمپر است؟



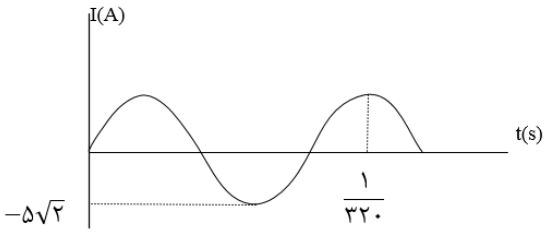

۱) صفر

۲) ۰/۲

۳) ۰/۳

۴) ۰/۶

۴۵- نمودار تغییرات یک جریان متناوب سینوسی به صورت شکل زیر است، اندازه جریان در لحظه ی $\frac{1}{3200}$ سر ثانیه چند آمپر است؟




۱) ۲/۵

۲) $2/5\sqrt{2}$

۳) 5

۴) $5\sqrt{2}$

۴۶- در یک منبع تولید جریان متناوب سینوسی که در لحظه $t = 0$ جریان صفر است. در مدت ۰/۰۹s ، ۵ بار قدرمطلق جریان بیشینه می شود. اگر قدر مطلق جریان بیشینه $4A$ باشد، معادله جریان متناوب کدام گزینه است؟

1) $I = 4Sin\frac{50\pi}{3}t$

۲) $I = 4Sin50\pi t$

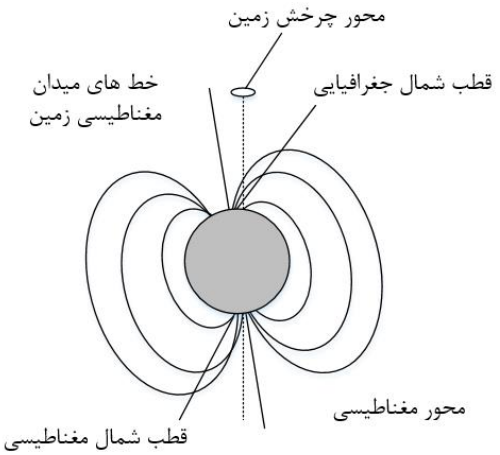
۳) $I = 4Sin\frac{25\pi}{3}t$

۴) $I = 4Sin25\pi t$

# Answers of Home work

۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مقاومت های موازی، مقاومت معادل از تک تک مقاومت ها کوچک تر است.

۲) گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در شکل زیر قطب های مغناطیسی و جغرافیایی کره ی زمین مشخص شده است. همان طور که در این شکل می بینید، قطب شمال جغرافیایی زمین در نزدیکی قطب جنوب مغناطیسی زمین قرار گرفته است، بنابر این عبارت (ب) نادرست است. بقیه‌ی عبارت های مطرح شده درست می باشند.




۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

خطوط میدان آهن ربا در خارج آهن ربا همواره از قطب N خارج و به قطب S وارد می شود:

۴- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

۵) گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. چون دو قطب مماس بر صفحه ی کاغذ، قطب همنام هستند (قطب N) بنابر این خطوط تشکیل شده از براده های آهن که همان خطوط مغناطیسی هستند، به همدیگر برخورد نمی کنند (گزینه های ۱ و ۴) و چون باید یکدیگر را دفع کنند، بنابراین شکل خط های میدان در گزینه ی (۴) به درستی میدان مغناطیسی ناشی از این دو آهن ربا را نشان می دهد.

۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای آن که ترازو غدد صفر را نشان بدهد باید نیروی وزن آهنربا توسط نیرویی که از طرف سیم بر آهنربا وارد می شود، خنثی شود، بنابراین می توان نوشت:

$$F = mg \rightarrow IlB\ Sin\ 90° = mg$$

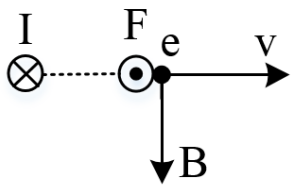
$$\rightarrow B - \frac{mg}{Il} = \frac{0/05 \times 10}{20 \times 0/1} = 0/25T = 2500G$$

جهت میدان باید از B به طرف A باشد.

۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

نیروی F همواره بر v و B عمود است.

۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.




میدان مغناطیسی سیم I در نقطه نشان داده شده، رو به پایین است و نیروی وارد بر الکترون در این لحظه برونسو است و مقدار آن برابر است با:

$$F = qvB \rightarrow F = ۱/۶ \times ۱۰^{-19} \times 4 \times 10^3 \times ۵۰ \times ۱۰^{-4} \rightarrow F = ۳/۲ \times ۱۰^{-18} N$$

9- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

مسیر حرکت ذره با افق زاویهٔ $۳۰^{\circ}$ می سازد در حالی که بر میدان مغناطیسی عمود است.

$$\alpha = 90° \rightarrow F = qvBSin\,90° = ma$$

$$\rightarrow 2 \times 10^{-5} \times 7500 \times 0/1 = 5 \times 10^{-4} \times a \rightarrow a = \frac{1500 \times 10^{-15}}{5 \times 10^{-4}} \rightarrow a = 30\frac{m}{s^2}$$

۱۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

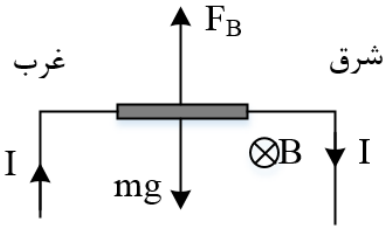
برای آن که بر نیروسنج ها نیرو وارد نشود باید نیروی مغناطیسی رو به بالا و هم اندازه نیروی وزن به آن وارد شود:

$$BIl = mg \rightarrow 0/5 \times 10^{-3} \times I \times l = m \times 10 \rightarrow 0/5 \times 10^{-4} \times I = \frac{m}{l}$$

با توجه به این که جرم واحد طول $0/8\ \frac{g}{m}$ است، پس باید به جای $\frac{m}{l}$، عدد $8 \times 10^{-4}\frac{kg}{m}$ قرار دهیم:

$$0/5 \times 10^{-4} \times I = 8 \times 10^{-4} \rightarrow I = \frac{8}{0/5} \rightarrow I = 16A$$

با توجه به قاعده دست راست، جهت جریان به سمت راست است و باید باتری B را انتخاب کنیم.




11- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$F = qvB\,Sin\,\theta = (1/6 \times 10^{-19})(v)(20 \times 10^{-3})$$

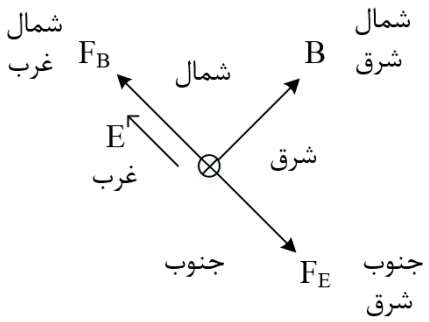
$$F = 3/2 \times 10^{-16} \rightarrow v = 10^5\ m/s$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(1/7 \times 10^{-27})(10)^{10}\ J = (0/85)(10) - 17J = 8/5 \times 10^{-18}J$$

هر الکترون ولت معادل $1/6 \times 10^{-19J}$ است.

$$\frac{8/5 \times 10^{-18}}{1/6 \times 10^{-19}} = 53/125 = 53eV$$

۱۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



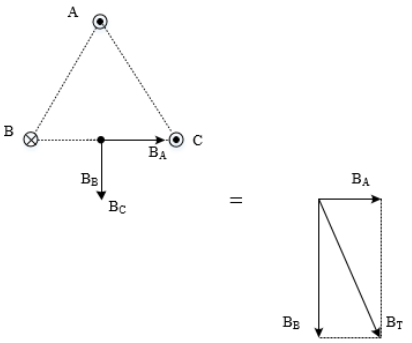

ابتدا یک نقشه جغرافیایی می کشیم تا در حل سؤال به ما کمک کند، در این نقشه جهت پایین درون سو است. با توجه به قاعده دست راست و منفی بودن جهت نیروی مغناطیسی را به دست می آوریم. (نیروی مغناطیسی هم به خطوط میدان و هم به راستای حرکت عمود است.)

پس نیروی مغناطیسی به سمت شمال غرب بوده و چون نمی خواهیم جهت حرکت ذره تغییر کند، باید نیروی الکتریکی به سمت جنوب شرق به ذره وارد شود و ذره دارای بار منفی بوده (میدان الکتریکی و نیروی الکتریکی خلاف جهت هم هستند)، بنابر این میدان الکتریکی به سمت شمال غرب می شود:

$$|F_E| = |F_B| \rightarrow E|q| = |q|VB$$

$$\rightarrow E \times 2 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^5 \times 200 \times 10^{-4} \rightarrow E = 4000\frac{N}{C}$$

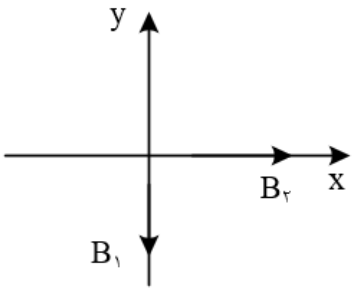
۱۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از قاعده دست راست، انگشت شست دست را در جهت جریان قرار می دهیم و چرخش چهار انگشت دیگر جهت میدان مغناطیسی را نشان می دهد که مطابق شکل زیر خواهد بود.




۱۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. همان طور که می دانید اگر جریان عبوری از سیم های موازی هم سو باشند، دوسیم یکدیگر را جذب کرده و اگر جریان عبوری از آنها ناهمسو باشند، دو سیم یکدیگر را دفع می کنند. با توجه به این که سیم $I_2$، سیم های $I_2$ و $I_3$ را جذب می کند، پس جریان هر سه سیم، همسو بوده و درون سو می باشد و سیم $L_4$ حاوی جریان برون سو خواهد بود. در شکل زیر جهت جریان عبوری از سیم ها معین شده است و به کمک قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی ناشی از هر سیم و برآیند آنها در نقطه O مشخص شده است.

۱۵- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. طبق قاعدهی دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم $I_2$ رو به بالا است و جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم $I_1$ رو به پایین است و به دلیل نزدیک تر بودن سیم $I_1$ به نقطه ی M، شدت میدان به وجود آمده از آن قوی تر است.

۱۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به قاعده دست راست، جهت میدان ها را به دست آورده و اندازه آنها را محاسبه می کنیم:




$$\vec{B} = B_2 i - B_1 j$$

$$B_1 = \frac{\mu_0}{2} \times \frac{NI}{R} = 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{2}{\pi \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-5} T$$

$$B_2 = 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{3}{\frac{3\pi}{2} \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-5}$$

$\vec{B} = 4 \times 10^{-5} i - 4 \times 10^{-5}$

۱۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گام اول: جریان الکتریکی عبوری از سیم لوله را به دست می آوریم:

$$B = \frac{\mu . NI}{L} \rightarrow 18 \times 10^{-4} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 100 \times I}{0/2} \rightarrow I = 3A$$

گام دوم: از آنجایی که مقاومت $R_1$ با سیم لوله متوالی است، جریان الکتریکی عبوری از آن نیز برابر 3A می شود و اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن برابر خواهد بود با: $V_1 = R_1 I = 2(3) = 6V$

گام سوم: اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری را به دست می آوریم:

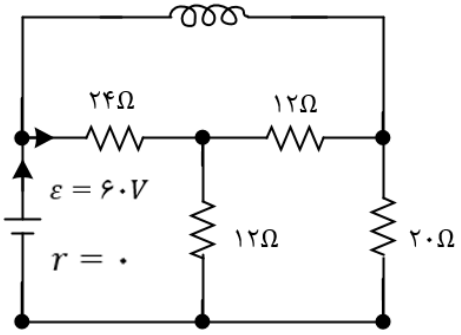
$V = \varepsilon - rl = 20 - 1(3) = 17V$

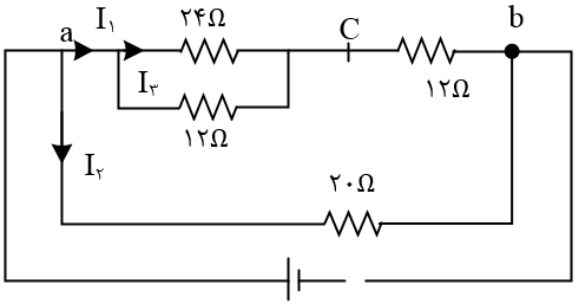
گام چهارم: مقاومت های $R_2$ و $R_3$ موازی هستند و اختلاف پتانسیل یکسانی دارند و داریم:

$V_{2,3} + V_1 = V \rightarrow V_{2,3} + 6 = 17 \rightarrow V_{2,3} = 11V$

بنابر این اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت $R_1$ برابر 6V و اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت $R_2$ برابر 11V است و تفاضل آنها برابر 5V می باشد.

18- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.




$R_1, R_2$ موازیند $\rightarrow R_a = \frac{12 \times 24}{36} = 8\Omega$

$R_a, R_3$ متوالی $\rightarrow R_b = 12 + 8 = 20\Omega$

$R_4, R_b$ موازی $\rightarrow R_{eq} = \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 10\Omega$

$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{60}{10} = 6A$

$I_1 = I_2 = \frac{6}{2} = 3A$

$I_3 = \frac{1}{3} I_1 = 1A$

$\rightarrow$ جریان سیملوله $I_L = 6 - 1 = 5A$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 500 \times 5}{4 \times 10^{-2}} \rightarrow 75 \times 10^{-3}(T) = 750(G)$$

۱۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای این که میدان در نقطه ی $M$ صفر شود، میدان مغناطیسی حاصل از دو سیملوله باید برابر هم و در جهت مخالف باشند. با توجه به شکل صورت سؤال، جهت آنها مخالف است، پس کافی است که مقدار آنها با هم برابر باشند:

$$B_P = B_Q \rightarrow \frac{\mu_0 N_P I_P}{I_P} = \frac{\mu_0 N_Q I_Q}{I_Q} \xrightarrow{I_P = I_Q} N_P I_P = N_Q I_Q$$

$$\rightarrow 150 \times I_P = 250 \times 3 \rightarrow I_P = 5A$$

۲۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۲۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\theta_1 = 0\,, \theta_2 = 180$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{-N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}}{R} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta(BACos\theta)}{\Delta t} \rightarrow \bar{I} = -\frac{N}{R}BA\frac{Cos\theta_2 - Cos\theta_1}{\Delta t}$$

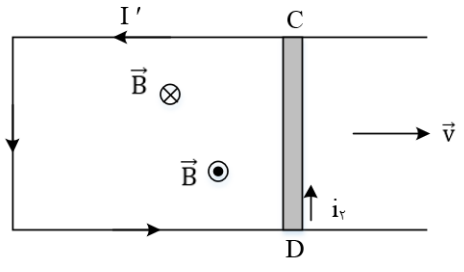
$$\Delta q = \bar{I}\Delta t \rightarrow \Delta q = -\frac{N}{R}BA(Cos\theta_2 - Cos\theta_1)$$

$$\rightarrow \Delta q = -\frac{50}{2} \times 1 \times 10^{-4} \times 100 \times 10^{-4} \times (Cos180 - Cos0) \rightarrow \Delta q = 50 \times 10^{-6}C = 50\mu C$$

۲۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$I = \frac{N}{R}\left|\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right| = \frac{N}{R}\frac{A|\Delta B|}{\Delta t} = \frac{N\pi r^2}{R}\frac{|\Delta B|}{\Delta t} \rightarrow I = \frac{1 \times 3 \times (0/1)^2 \times 0/04}{5 \times 0/3} = 8 \times 10^{-4}A = 0/8mA$$

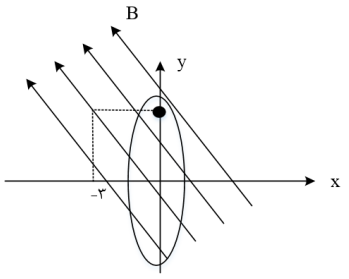
۲۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای محاسبه ی بزرگی نیروی محرکه ی القا شده در میله ی CD می توان نوشت:




$$|\bar{\varepsilon}| = BIv\,Cos\theta \rightarrow |\bar{\varepsilon}| - 4 \times 10^{-2} \times 0/2 \times 5 \times 10^{-2} \times Cos0° = 4 \times 10^{-5}V$$

با حرکت میله به سمت راست شکل، مساحت سطح مؤثر حلقه افزایش می یابد، بنابراین طبق قانون لنز، جهت جریان القایی در قاب به گونه ای است که جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی در خلاف جهت $\vec{B}$ است. به کمک قاعده ی دست راست، جهت جریان القایی در جهت جریان $i_2$ است.

۲۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.




$$\vec{B}_1 = -0/3\vec{\imath} + 0/4\vec{\jmath}$$

$$\vec{B}_2 = 0/3\vec{\imath} - 0/4\vec{\jmath}$$

چون مؤلفه افقی میدان از داخل حلقه می گذرد، تغییرات شار مربوط به این مولفه خواهد بود.

$$\Delta B = \Delta B_x = 0/6T$$

$$\Delta\varphi = A\Delta B_x = \pi t^2 \Delta B = \pi \times 0/5^2 \times 0/6 \xrightarrow{\pi=3} \Delta\varphi = 0/45Wb$$

$$\varepsilon - N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{0/45}{0/1} = -4/5V$$

۲۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. شیب خط در0/5s اولبرابر با شیب خط در 2s اول است و به همین ترتیب شیب خط در ۲s آخر نیز برابر با شیب در ۳s آخر است.

$$\varepsilon = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t} \rightarrow \frac{|\varepsilon_1|}{|\varepsilon_2|} = \frac{\left|\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)_1\right|}{\left|\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)_2\right|} = \frac{\left|\frac{B_1}{2}\right|}{\left|\frac{-B_1}{3}\right|} = \frac{3}{2}$$

۲۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طول سیم برابر است با:

$$I = \pi R = 2 \times 3 \times \frac{4}{100} = 0/24m$$

سطح مقطع سیم رسانا خواهد شد:

$$A = \pi R^2 = 3 \times (4 \times 10^{-3})^2 = 48 \times 10^{-6} m^2$$

مقاومت سیم را حساب می کنیم:

$$R = \rho\frac{I}{A} = 2\times10^{-8}\times\frac{24\times10^{-2}}{48\times10^{-6}} \rightarrow R = 10^{-4}\Omega$$

نیروی محرکه القایی خواهده شد:

$$\varepsilon = IR = 0/2\times10^{-4} = 2\times10^{-5}V$$

$$\varepsilon = N\frac{A\Delta B}{\Delta t} \rightarrow 2\times10^{-5} = (\pi\times16\times10^{-4})\frac{\Delta B}{\Delta t} \rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{1}{240}\frac{T}{s}$$

۲۷- ۲۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. قرینه شب خط در نمودار شار برابر: $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

نیرو محرکه القایی می باشد ← شیب نمودار شار منفی است پس در زمان داده شده نیرو محرکه القایی مثبت است.

۲۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از رابطهی جریان القایی داریم:

$$I = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \xrightarrow{\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}} I = \frac{-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R}\ (I)$$

از طرفی:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = I\Delta t \xrightarrow{(I)} \Delta q = \frac{-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R}\Delta t \rightarrow |\Delta q| = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{R}\right| = \left|\frac{-20\times0/2}{4}\right| = 1C$$

۲۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تغییرات شار در بازه های صفر تا $20s$ و $30s$ تا $50s$ خطی است. در نتیجه مقدار لحظه ای آهنگ تغییر شمار با مقدار متوسط آن برابر است، لذا نیروی محرکه القایی هریک از لحظات این بازه ها با نیروی محرکه القایی متوسط در آن بازه برابر است:

$$E_{t=10s} = \bar{E}_{20s\ \text{تا صفر}} = \frac{10^{-2}-0}{20-0} = 5\times10^{-4}V$$

$$|E_{t=40s}| = \left|\bar{E}_{20s\ \text{تا}\ 30s}\right| = \left|\frac{0-10^{-2}}{40-30}\right| = 10^{-3}V$$

۳۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا مساحت حلقه های سیم لوله را به دست می آوریم:

$$A = \pi r^2 = 3(2)^2\times10^{-4} = 12\times10^{-4}m^2$$

در ادامه اندازه ی نیروی محرکه ی القایی را در بازه ی زمانی مورد نظر به دست می آوریم:

$$|\varepsilon| = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\Phi=BACos\theta} |\varepsilon|NACos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\rightarrow\ |\varepsilon| = 300\times12\times10^{-4}\times(1)\times200\times10^{-4} = 72\times10^{-4}V$$

به کمک قانون اهم، مقاومت الکتریکی سیملوله را به دست می آوریم:

$$R = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{72 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-3}} = 1/8\Omega$$

و در نهایت مقاومت هر حلقه برابر است با:

$$R_{\text{هر حلقه}} = \frac{R}{N} = \frac{1/8}{300} = 6 \times 10^{-3}\Omega = 6m\Omega$$

۳۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا اندازه ی تغییرات شار عبوری از حلقه را در بازه ی زمانی مورد نظر به دست می آوریم:

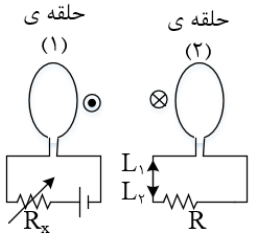
$$\Phi\Delta = (AB)ACos\,\theta \xrightarrow{B_1=3T\,,B_2=-6T\ ,\ \ Cos\theta=1}$$

$$|\Phi\Delta| = |(-9) \times 200 \times 10^{-4}| = 0/18Wb$$

در ادامه به کمک رابطه ای که در زیر اثبات شده است، بار الکتریکی عبوری از قاب را به دست می آوریم

$$\begin{cases} |\varepsilon| = N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ |\varepsilon| = RI = R\dfrac{\Delta q}{\Delta t} \end{cases} \rightarrow N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = R\frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = \frac{N\Delta\Phi}{R} \rightarrow \Delta q = \frac{1(0/18)}{0/1} = 1/8C$$

۳۲- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. با کاهش مقاومت $R_x$ شدت جریان در حلقه ی (۱) افزایش می یابد که باعث ایجاد میدان برون سو می شود در نتیجه جریان در حلقه ی (۲) به گونه ای القا می شود که با عامل ایجاد کننده ی خود مقابله کند (بنابر قانون لنز) پس باید میدان درون سو ایجاد کند، بنابر این جریان ایجاد شده به شکل پل است و دو حلقه به علت به وجود آمدن قطب های موافق یکدیگر را دفع می کنند.




۳۳- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. در اثر افزایش مقدار R جریان در سیم لوله ی چپ کاهش می یابد که این پدیده باعث ایجاد جریان خود القایی در جهت جریان اصلی سیم لوله ی چپ می شود و بنابر قانون لنز جریان در سیم لوله ی راست از C به D است.

۳۴- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

در شکل (الف) با نزدیک شدن آهنربا به حلقه، شار گذرنده از حلقه افزایش می یابد. با توجه به قانون لنز در حلقه جریان القایی در جهتی شارش می کند که میدان ناشی از آن ('B) با میدان آهنربا (B) مخالفت می کند.

اگر جریان در شکل (ب) کاهش یابد، شار و میدان مغناطیسی گذرنده از حلقه نیز کاهش می یابد. بنابر این جریان القایی در حلقه (۱) در جهتی است که میدان ناشی از آن ('B) هم جهت با B است.

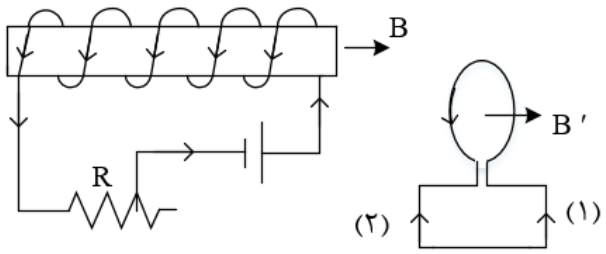
۳۵- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

۱) اگر کلید k قطع شود جریان در سیم لوله A از I به صفر می رسد یعنی جریان کم می شود در نتیجه جهت جریان در دو سیم لوله باید در یک جهت باشند.

۲) مقاومت زیاد شود جریان در مدار A کم می شود در نتیجه جهت جریان در دو سیم لوله باید هم جهت باشند.

۳) اگر سیم لوله A به سمت راست حرکت نماید یعنی میدان در سیم لوله B زیاد می شود در نتیجه جریان در دو سیم لوله باید مخالف یکدیگر باشند.

۳۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وقتی رئوستا در حالت معینی قرار دارد، جریان I در سیم لوله در جهتی که نشان داده شده است می گذرد و در حلقه جریانی وجود ندارد. با ازدیاد مقاومت رئوستا جریان I کم شده و خط های میدان مغناطیسی عبوری از حلقه کم می شود، بنا به قانون لنز باید جریان القایی در حلقه در جهتی به وجود بیاید که با عامل مولدش مخالفت کند و به عبارت دیگر، آن تغییر را جبران کند، پس در این حالت در حلقه، جریان در جهت (۱) (که هم جهت با جریان I است) به وجود می آید، تا تغییر شار مربوط به کم شدن I را جبران کند از طرفی نیروی محرکه ی خود القایی در سیم لوله ($\varepsilon_L$) طبق قانون لنز در جهتی است که می خواهد مانع کاهش شار مغناطیسی ای شود که منبع تغذیه ایجاد می کند به همین دلیل در جهت نیروی محرکه ی منبع تغذیه عمل می کند.




۳۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. القاگر در مسیر لامپ $L_2$ با تغییر جریان مخالفت می کند لذا ابتدا جریانی از $L_2$ عبور نمی کند و تمام جریان از را عبور می کند.

وقتی کلید بسته می شود القاگر مانند یک مقاومت بسیار بزرگ عمل می کند و مقاومت مدار شامل مقاومت های $L_3$ و $L_1$ می شود. ولی پس از آن که جریان ثابت شد مقاومت القاگر در حد معمول $R_L$ می ماند. بنابر این مقاومت اولیه $2R$ و مقاومت ثانویه $R = \frac{R(R+R_L)}{R+(R+R_L)}$ است یعنی مقاومت کل کاهش می یابد و جریان کل مدار که تعیین کننده ی نور $L_3$ است، افزایش می یابد.

۳۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می دانیم انرژی ذخیره شده در یک القاگر به صورت $U = \frac{1}{2}LI^2$ است:

$$U_1 = \frac{1}{2}LI_1^2 = 40\mu J \rightarrow U_2 = \frac{1}{2}LI_2^2 \xrightarrow{L_2=L_1=0/2} U_2 = \frac{1}{2}L(I_1 - 0/2)^2 = 10\mu J$$

$$\rightarrow \frac{10\mu J}{40\mu J} = \frac{\frac{1}{2}L(I_1 - 0/2)^2}{\frac{1}{2}LI_1^2} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{I_1 - 0/2}{I_1} = 2I_1 - \frac{0}{4} \rightarrow I_1 = 0/4A$$

$$\rightarrow L_1 = \frac{2 \times 40 \times 10^{-6}}{16 \times 10^{-2}} = 0/5 \times 10^{-3}H = 0/5mH$$

۳۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جریان را در شاخه ی پایینی از A به B گرفته و آن را با مینامیم.

$$V_A + \varepsilon_2 - r_2I_2 - 5I_2 = V_B \rightarrow V_A - V_B = -12 + I_2 + 5I_2$$
$$\rightarrow 6 = -12 + 6I_2 \rightarrow I_2 = 3A$$

در نتیجه جریان گذرنده از سیملوله برابر است با:

$$I + I_2 = 5 + 3 = 8A$$

از رابطه ی انرژی ذخیره شده در القاگر داریم:

$$U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times 0/02 \times (8)^2 = 0/64J$$

۴۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{N_2}{N_1}\rightarrow\frac{V_2}{220}=\frac{20}{100}\rightarrow V_2=44V$$

$$V_2=RI_m\rightarrow 44=11I_m\rightarrow I_m=4A$$

$$I=I_mSinwt\rightarrow I=4Sin100\pi t$$

۴۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$U_3=\frac{1}{2}L_3I_3^2\rightarrow\frac{9}{100}=\frac{1}{2}\times\frac{5}{10}I_3^2\rightarrow I_3^2=0/36\rightarrow I_3=0/6A$$

سیم لوله های (۲) و (۳) با هم موازی هستند.

$$R_2I_2=R_3I_3\rightarrow 24I_2=12I_3\rightarrow I_2=\frac{12\times 0/6}{24}=0/3A$$

$$I=I_2+I_3=0/9A$$

$$U_1=\frac{1}{2}L_1I^2=\frac{1}{2}\times\frac{2}{10}\times\frac{81}{100}=81mJ$$

۴۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا باید ولتاژ ایجاد شده توسط مبدل را در دو سر مقاومت $20\Omega$ بیابیم:

$$\frac{N_2}{N_1}=\frac{V_2}{V_1}\rightarrow\frac{2000}{4000}=\frac{V_2}{200}\rightarrow V_2=100(v)$$

قانون اهم: $R=\frac{V}{I}\rightarrow 20=\frac{100}{I}\rightarrow I=5(A)$

۴۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. گام اول: به کمک نمودار رسم شده، دوره را به دست می آوریم:

$$3\left(\frac{T}{4}\right)=0/06\rightarrow T=0/08s$$

گام دوم: معادله ی جریان متناوب عبوری از مولد را نوشته و مقدار $t=\frac{1}{150}s$ را در آن جایگذاری می کنیم:

$$I=I_mSin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)=0/6Sin(\frac{2\pi}{0/08}t)$$

$$\rightarrow I=\frac{0}{6Sin}\left(\frac{200\pi}{8}\times\frac{1}{150}\right)=0/6Sin(\frac{\pi}{6})=0/3A$$

۴۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق نمودار:

$$\frac{5T}{4}=\frac{1}{320}\rightarrow T=\frac{1}{400}s$$

همچنین مقدار بیشینه ی جریان الکتریکی $5\sqrt{2}A$ است.

$$I=I_{max}Sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)=5\sqrt{2}Sin\left(\frac{2\pi}{\frac{1}{400}}\times\frac{1}{3200}\right)=5\sqrt{2}Sin\frac{\pi}{4}=5\sqrt{2}\times\frac{\sqrt{2}}{2}=5A$$

۴۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در مدت یک ثانیه، ۵ بار قدر مطلق جریان پیشینه شده است.

$$T + T + \frac{T}{4} = 0/09 \rightarrow \frac{9T}{4} = 0/09 \rightarrow T = 0/04s$$

معادله جریان خواهد شد:

$$I = I_m Sin\left(\frac{2\pi}{T}\right)t \rightarrow I = 4Sin\frac{2\pi}{0/04}t \rightarrow I = 4Sin50\pi t$$