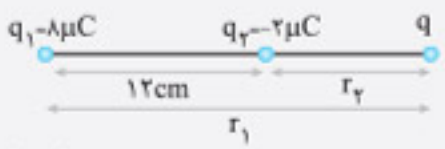
مثال: در شکل زیر بار q را در چند سانتی‌متری q_1 قرار دهیم تا در تعادل الکتروستاتیکی باشد؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۲۴

پاسخ: گزینهٔ «۴»

گام اول: چون دو بار q_1 و q_2 ناهمنام هستند، بار q می‌تواند روی نقطه‌ای خارج از فاصلهٔ بین q_1 و q_2 نزدیک به بار q_2 در تعادل الکتروستاتیک قرار گیرد.



گام دوم: با استفاده از شرط تعادل بار q، فاصله آن را تا q_1 حساب می‌کنیم:

$$\frac{|q_1|}{|q_2|} = (\frac{r_1}{r_2})^2 \Rightarrow \frac{8}{2} = (\frac{r_1}{r_2})^2 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = 2 \xrightarrow{r_2 = r_1 - 12} \frac{r_1}{r_1 - 12} = 2 \Rightarrow r_1 = 24cm$$

مثال: در شکل زیر هر سه بار الکتریکی در تعادل الکتروستاتیکی‌اند. q_2 چند میکروکولن است؟

۱) $\frac{16}{9}$ ۲) $-\frac{27}{16}$ ۳) $\frac{25}{4}$ ۴) $-\frac{25}{4}$

پاسخ: گزینهٔ «۲»

گام اول: ابتدا با در نظرگرفتن تعادل بار q_2، فاصله q_2 تا q_3 را حساب می‌کنیم.

$$\frac{|q_1|}{|q_3|} = (\frac{6}{r})^2 \Rightarrow \frac{27}{3} = (\frac{6}{r})^2 \xrightarrow{\text{ساده می‌کنیم و جذر می‌گیریم}} 3 = \frac{6}{r} \Rightarrow r = 2cm$$

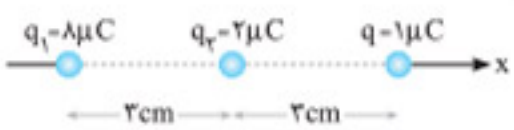
گام دوم: اکنون برای محاسبهٔ q_2 و با توجه به این‌که هریک از بارهای q_3 و q_1 نیز در تعادل الکتروستاتیکی هستند، یکی از این دو بار را در حال تعادل در نظر می‌گیریم. در این‌جا q_1 را در تعادل در نظر می‌گیریم و رابطهٔ تعادل برای این بار را می‌نویسیم:

$$\frac{|q_3|}{|q_2|} = (\frac{r+6}{6})^2 \Rightarrow \frac{3}{|q_2|} = (\frac{2+6}{6})^2 \Rightarrow |q_2| = \frac{27}{16}\mu C$$

گام سوم: چون بار در حال تعادل یعنی q_1 خارج از فاصلهٔ q_2 و q_3 است، q_2 باید ناهمنام با q_3 باشد. پس $q_2 = -\frac{27}{16}\mu C$ است.

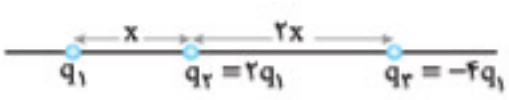
تذکر: در این‌گونه سؤالات که هر سه بار در حال تعادل‌اند: علامت بارها یکی در میان مخالف (مثبت و منفی) است.

۵۵. در شکل زیر، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q بر حسب بردار یکه چند نیوتون است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) صفر ۲) $20\vec{i}$ ۳) $40\vec{i}$ ۴) $80\vec{i}$

۵۶. سه ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر، روی محوری قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_1، چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۱)



۱) ۴ ۲) ۱ ۳) $\frac{7}{11}$ ۴) $\frac{5}{8}$

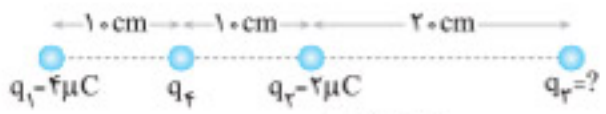
۵۷. اگر اندازهٔ نیرویی که بار الکتریکی نقطه‌ای Q از فاصلهٔ r بر بار الکتریکی نقطه‌ای q وارد می‌کند برابر با F باشد، در شکل مقابل اندازهٔ نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای 3q چند برابر F است؟

۱) $\frac{15}{16}$ ۲) $\frac{3}{8}$ ۳) $\frac{11}{16}$ ۴) $\frac{3}{4}$

۵۸. در شکل زیر، سه ذرهٔ باردار روی محور x قرار دارند. اگر نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار 2q برابر $\vec{F}$ باشد، نیروی خالص وارد بر بار 2q− کدام است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۱)

۱) $3\vec{F}$ ۲) $-3\vec{F}$ ۳) $\frac{3}{7}\vec{F}$ ۴) $-\frac{3}{7}\vec{F}$

۵۹. در شکل مقابل، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است. بار q_3 چند میکروکولن است؟ (ریاضی خارج ۹۱)

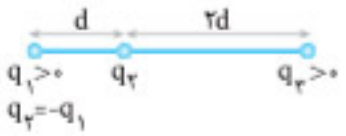


۱) ۱۸ ۲) ۸ ۳) −۸ ۴) −۱۸

۶۰. بارهای نقطه‌ای $5\mu C$ و $-8\mu C$ روی محور x، به‌ترتیب در نقطه‌های $x_1 = 12cm$ و $x_2 = 24cm$ قرار دارند. اگر بارهای نقطه‌ای q_3 و q_4 به‌ترتیب در نقطه‌های $x_3 = 36cm$ و $x_4 = 0$ قرار گیرند، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4 برابر صفر می‌شود. q_3 چند میکروکولن است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۱)

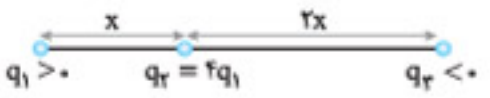
۱) $+27$ ۲) -27 ۳) $+17$ ۴) -17

۶۱. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1، هم‌اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟ (تجربی خارج ۹۵)



۱) $\frac{8}{13}$ ۲) $\frac{13}{8}$ ۳) $\frac{13}{72}$ ۴) $\frac{72}{13}$

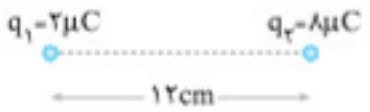
۶۲. مطابق شکل زیر، سه ذرهٔ باردار روی محوری قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_1، $\frac{17}{27}$ برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 است. $|\frac{q_3}{q_1}|$ کدام است؟ (تجربی مجدد ۱۴۰۱)



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

بار الکتریکی در حضور دو نیروی الکتریکی

۶۳. در شکل زیر، بار q را در چند سانتی‌متری از بار q_1 قرار دهیم تا نیروهای الکتریکی خالص وارد بر آن صفر شود؟

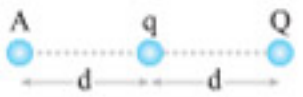


۱) ۸ ۲) ۶
۳) ۴ ۴) ۲

۶۴. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 32\mu C$ و $q_2 = -18\mu C$ به ترتیب روی محور x در مکان‌های $x_1 = 0$ و $x_2 = 10cm$ قرار دارند. بار الکتریکی q_3 را در چه فاصله‌ای از بار q_2 برحسب سانتی‌متر روی محور xها قرار دهیم تا برایند نیروهای الکتریکی وارد بر آن صفر شود؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۳۵

۶۵. در شکل روبه‌رو بار q' در نقطهٔ A در حال تعادل الکتروستاتیکی است. اگر بار q را به $-q$ تبدیل کنیم بار q' در چه فاصله‌ای از Q در حال تعادل الکتروستاتیکی خواهد ماند؟



۱) $\frac{d}{2}$ ۲) $\frac{d}{3}$ ۳) $\frac{2d}{3}$ ۴) چنین حالتی امکان ندارد.

۶۶. در شکل مقابل، $q_2 = 8\mu C$ و $q_1 = 2\mu C$ و فاصلهٔ آن‌ها $6cm$ است. در چند سانتی‌متری بار q_2، بزرگی نیروهایی که q_1 و q_2 بر بار q وارد می‌کنند یکسان است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۱۲ ۴) ۱۲ و ۴

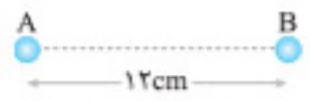
۶۷. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 20\mu C$ و $q_2 = -5\mu C$ در فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متری از هم ثابت نگه داشته‌اند. بار الکتریکی $q_3 = 15\mu C$ را در این محیط در نقطه‌ای قرار می‌دهیم که نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر باشد. در این حالت، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 چند نیوتون است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ (ریاضی ۱۴۰۰)

۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۵

۶۸. در صفحهٔ xy بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -2\mu C$ در نقطهٔ A به مختصات $(0, 9cm)$ قرار دارد و بار الکتریکی $q_2 = -8\mu C$ نیز در نقطهٔ B به مختصات $(12cm, 0)$ ثابت نگه داشه شده است. بار الکتریکی نقطه‌ای q_3 در مکانی در این صفحه قرار دارد که نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر است. فاصلهٔ بین q_1 و q_3 چند سانتی‌متر است؟ (ریاضی دی ۱۴۰۱)

۱) ۱۰ ۲) ۶ ۳) ۵ ۴) ۳

۶۹. در شکل زیر دو گلولهٔ فلزی رسانا، کوچک و هم‌اندازه با بارهای الکتریکی $q_A = -9\mu C$ و $q_B = 1\mu C$ قرار دارند. اگر دو گلوله را به هم تماس دهیم سپس در همان فاصلهٔ $12cm$ از یکدیگر قرار دهیم، نقطه‌ای که برایند نیروهای دو بار A و B بر بار q صفر می‌شود چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌گردد؟



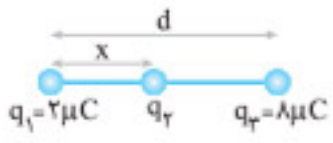
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۱۲

۷۰. در شکل زیر بار نقطه‌ای q' را از مجاورت یکی از بارهای q به طرف بار دیگر حرکت می‌دهیم. بزرگی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q' چگونه تغییر می‌کند؟

۱) همواره کاهش ۲) همواره افزایش
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش

تعادل سه بار الکتریکی

۷۱. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. برایند نیروهای الکتروستاتیکی وارد بر هر یک از بارها صفر است. بار $q_۲$ چند میکروکولن است؟ (تجربی خارج ۸۹)

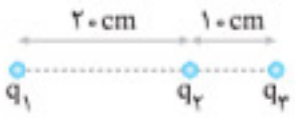


۱) $-\frac{۲}{۹}$ ۲) $+\frac{۲}{۹}$ ۳) $-\frac{۸}{۹}$ ۴) $+\frac{۸}{۹}$

۷۲. مطابق شکل مقابل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ روی خط راستی در حال تعادل هستند. در این صورت کدام گزینه نادرست است؟ $(r_۲ > r_۱)$

۱) بارهای $q_۱$ و $q_۳$ همنام‌اند.
۲) بارهای $q_۲$ و $q_۳$ ناهمنام‌اند.
۳) $|q_۱| < |q_۳|$
۴) $|q_۱| < |q_۲|$

۷۳. در شکل زیر، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای نقطه‌ای برابر صفر است. $\frac{q_۳}{q_۲}$ کدام است؟ (تجربی ۹۳)



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

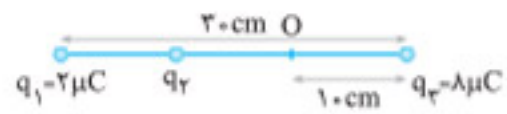
۷۴. مطابق شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر هریک از ذره‌های باردار صفر است. اگر جای بار $q_۲$ و $q_۱$ عوض شود، بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ چند برابر بزرگی نیروی خالص وارد بر بار $q_۱$ می‌شود؟ (تجربی ۱۴۰۰)

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

۷۵. اگر در شکل مقابل برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای الکتریکی صفر باشد، نسبت‌های $\frac{q_۱}{q_۳}$ و $\frac{q_۱}{q_۲}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۱ و -۴ ۲) -۴ و ۱
۳) -۱ و ۲ ۴) ۲ و -۱

۷۶. در شکل زیر، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هریک از بارها صفر است. اگر بار $q_۴ = ۱\mu C$ در نقطهٔ O قرار گیرد، نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتون می‌شود؟ $(k = ۹\times ۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$ (تجربی ۹۷)



۱) ۱/۲۵ ۲) ۵/۲۵
۳) ۶/۷۵ ۴) ۷/۵۵

۷۷. سه ذرهٔ باردار $q_۱ = ۱۲\mu C$، $q_۲ = ۳\mu C$ و $q_۳$ در صفحهٔ $x-y$ به ترتیب در مختصات $(x_۱ = ۴cm, y_۱ = ۳cm)$، $(x_۲ = -۸cm, y_۲ = ۱۲cm)$ و $(x_۳, y_۳)$ قرار دارند. اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر ذره صفر باشد، $q_۳$ چند میکروکولن است؟ (ریاضی خارج ۹۸)

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

۷۸. در شکل زیر، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هریک از بارهای الکتریکی صفر است. نسبت‌های $\frac{x}{r}$ و $\frac{q_۳}{q_۲}$ به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (ریاضی ۹۹)

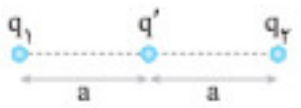
۱) $۹\text{،}\frac{۳}{۲}$ ۲) $-۹\text{،}\frac{۳}{۲}$
۳) $۹\text{،}۲$ ۴) $-۹\text{،}۲$

۷۹. در شکل زیر سه ذرهٔ باردار روی محور x قرار دارند و به بار $q_۲$ نیروی الکتریکی خالص F وارد می‌شود. اگر بار $q_۳$ روی محور x به اندازهٔ $\frac{۴r}{۵}$ به بار $q_۲$ نزدیک شود، نیروی خالص وارد بر بار $q_۲$ چند برابر F می‌شود؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۰)

۱) ۲۵ ۲) ۲۱
۳) $\frac{۱۳}{۳}$ ۴) $\frac{۲۵}{۶}$

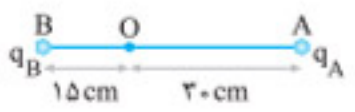
تغییر بردار نیروی الکتریکی هنگام تغییر یکی از بارها

۸۰. در شکل زیر برایند نیروهای الکتریکی دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 بر بار q' برابر $\vec{F}$ است. در صورتی‌که q_1 را حذف کنیم نیروی وارد بر q'، برابر $-\vec{F}$ می‌شود. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) -2 ۴) -1

۸۱. در شکل زیر برایند نیروهایی که بارهای نقطه‌ای q_A و q_B بر بار آزمون واقع در نقطهٔ O وارد می‌کنند برابر F است. اگر بار q_A خنثی شود نیروی F تغییر جهت می‌دهد ولی اندازهٔ آن ثابت می‌ماند. q_A چند برابر q_B است؟

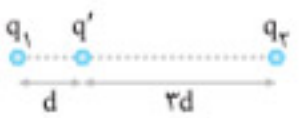


۱) ۸ ۲) ۴
۳) ۳ ۴) ۶

۸۲. در شکل مقابل نیروی الکتریکی که بار $q_1 > 0$ بر بار $q > 0$ وارد می‌کند برابر با $\vec{F}$ و برایند نیروهای وارد بر بار q از طرف بارهای q_1 و q_2 برابر با $4\vec{F}$ است. بار q_2 کدام است؟

۱) $-\frac{3}{4}q_1$ ۲) $\frac{3}{4}q_1$ ۳) $-2q_1$ ۴) $2q_1$

۸۳. در شکل زیر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q' برابر $\vec{F} = (-2N)\vec{i}$ است. اگر به‌جای بار q_1 بار $2q_1$ و با نوع مخالف آن قرار دهیم، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر q' برابر $\vec{F}' = (4N)\vec{i}$ می‌شود. $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟

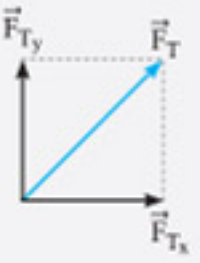


۱) $\frac{1}{9}$ ۲) $-\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{3}$ ۴) $-\frac{1}{9}$

برهم نهی در دو بعد

پیش از این‌که برهم نهی نیروهای الکتریکی در دو بعد را بررسی کنیم، یادآوری مختصری از برایند چند بردار که در یک صفحه قرار دارند مطرح می‌کنیم.

اگر بردارها در یک راستا نباشند و بر هم عمود باشند، برایند آن‌ها را در هر راستای x و y به‌ترتیب قاعده‌ای که در بخش برهم نهی در یک بعد ذکر شد، حساب می‌کنیم و اندازهٔ برایند را از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آوریم



$$\begin{cases} F_{T_x} = F_1 - F_2 \\ F_{T_y} = F_3 - F_4 \end{cases}$$

اندازهٔ برایند بردارها:

$$F_T = \sqrt{F_{T_x}^2 + F_{T_y}^2}$$

مثلاً در شکل بالا اگر $F_1 = 12N$، $F_2 = 6N$، $F_3 = 14N$ و $F_4 = 6N$ باشد، برای محاسبهٔ بردار خالص به‌صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$\left.\begin{aligned} F_{T_x} = F_1 - F_2 \Rightarrow F_{T_x} = 12 - 6 = 6N \\ F_{T_y} = F_3 - F_4 \Rightarrow F_{T_y} = 14 - 6 = 8N \end{aligned}\right\} \Rightarrow F_T = \sqrt{6^2 + 8^2} \Rightarrow F_T = 10N$$

تذکر: هر نیرو (از جمله نیروی خالص وارد بر ذره) که در صفحه است را می‌توان برحسب بردارهای یکه به شکل زیر نوشت:

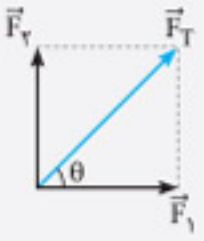
$$\vec{F}_T = F_{T_x}\vec{i} + F_{T_y}\vec{j}$$

برای مثال قوق می‌توان نوشت:

$$\vec{F}_T = (6N)\vec{i} + (8N)\vec{j}$$

نکته

۱) زاویه‌ای که برایند دو بردار عمود بر هم با یکی از بردارها می‌سازد را برحسب اندازهٔ دو بردار عمود بر هم، می‌توان از رابطهٔ روبه‌رو حساب کرد.



$$\tan\theta = \frac{F_2}{F_1}$$

۲) همچنین از نسبت‌های $\sin\theta$ و $\cos\theta$ نیز می‌توان استفاده کرد و رابطهٔ بین F_1 و F_2 با F_T را نوشت:

$$\sin\theta = \frac{F_2}{F_T} \quad , \quad \cos\theta = \frac{F_1}{F_T}$$

۳) برای دو بردار عمود بر هم و هم‌اندازه می‌توان نوشت:

$$F_1 = F_2 \Rightarrow F_T = \sqrt{2}F$$

۲۳۵. در شکل مقابل با نیروی دست، بار $q>0$ (مثبت) را خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی کار دست ما..... و کار میدان الکتریکی..... است. (برگرفته از کتاب درسی)

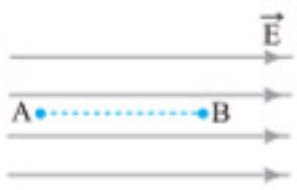
۱) منفی ـ منفی
۲) منفی ـ مثبت
۳) مثبت ـ مثبت
۴) مثبت ـ منفی

۲۳۶. در یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار $q+$ از نقطهٔ A از حال سکون رها می‌شود. سرعت آن در نقطهٔ D چند برابر سرعت در نقطهٔ B است؟

(از گرانش و نیروهای مقاوم صرف‌نظر کنید، $AB=BC=\frac{CD}{2}$)

۱) ۳ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) ۲ ۴) $\sqrt{2}$

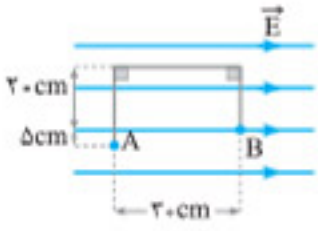
۲۳۷. در شکل مقابل، در میدان الکتریکی یکنواخت $10^5\frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q=-5\mu C$ در نقطهٔ B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده و به نقطهٔ A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟



(از اثر گرانش و نیروهای مقاوم در مقابل حرکت ذره صرف‌نظر شود.) (ریاضی خارج ۹۴)

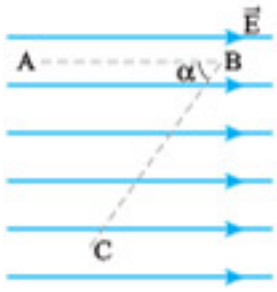
۱) ۰/۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۵

۲۳۸. در شکل روبه‌رو، در میدان الکتریکی یکنواخت $E=10^5\frac{N}{C}$، بار نقطه‌ای $q=-5\mu C$ از طریق مسیر نشان داده شده از نقطهٔ A به نقطهٔ B منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذرهٔ باردار چند ژول تغییر می‌کند؟ (ریاضی ۹۹)



۱) $+0/15$ ۲) $-0/15$
۳) $+0/10$ ۴) $-0/10$

۲۳۹. در میدان الکتریکی یکنواخت $E=10^5\frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q=-5\mu C$ مسیر ABC را از A تا C طی کرده است. انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در این مسیر، چگونه تغییر کرده است؟ $(\sin\alpha=0/8, AB=BC=50cm)$ (ریاضی ۱۴۰۱)

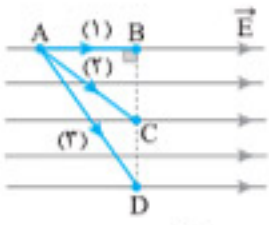


۱) ۰/۱ ژول، افزایش ۲) ۰/۱ ژول، کاهش
۳) ۰/۴ ژول، افزایش ۴) ۰/۴ ژول، کاهش

۲۴۰. ذره‌ای با بار الکتریکی $q=-2\mu C$ در میدان الکتریکی $E=4\times10^4\frac{N}{C}$ توسط یک نیروی خارجی با سرعت ثابت به اندازهٔ $50\,cm$ در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود. در این جابه‌جایی، کار نیروی خارجی و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره به‌ترتیب چند ژول است؟ (ریاضی مجدد ۱۴۰۱)

۱) $-0/4$ و $-0/4$ ۲) $-0/4$ و $+0/4$ ۳) $+0/4$ و $-0/4$ ۴) $+0/4$ و $+0/4$

۲۴۱. در شکل مقابل، در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$، بار الکتریکی $q>0$ را از نقطهٔ A به ترتیب به B، C و D می‌بریم. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در کدام مسیر بیشتر از مسیرهای دیگر است؟

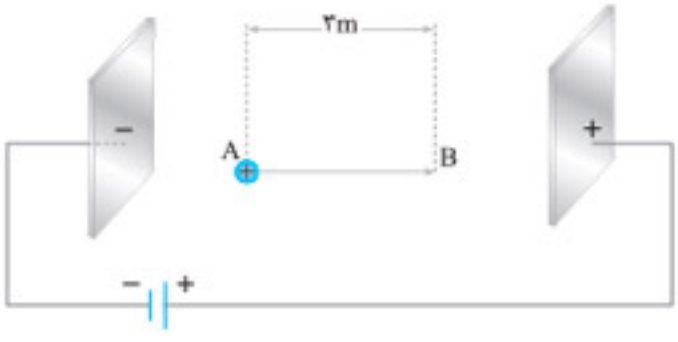


۱) (۱) ۲) (۲)
۳) (۳) ۴) هر سه مسیر یکسان است.

۲۴۲. اگر بار الکتریکی $q=2\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواخت، $\vec{E}=(10^3\frac{N}{C})\vec{i}+(10^3\frac{N}{C})\vec{j}$ جابه‌جایی برابر $\vec{d}=(5m)\vec{i}$ داشته باشد، کار میدان الکتریکی در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) $10^{-2}\sqrt{2}$ ۲) 10^{-2} ۳) $10\sqrt{2}$ ۴) ۱۰

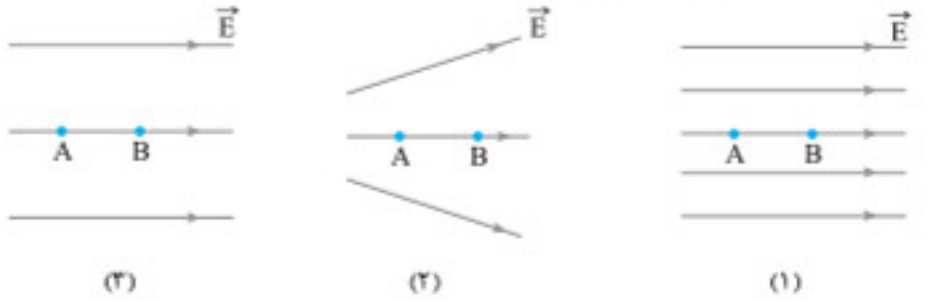
۲۴۳. در میدان الکتریکی یکنواخت شکل مقابل، $E=2/0\times10^4\frac{N}{C}$ است. پروتونی از نقطهٔ A با تندی v پرتاب می‌شود و تندی‌اش در نقطهٔ B به نصف v می‌رسد. v چند متر بر ثانیه بوده است؟ (همهٔ نیروها به‌جز نیروی الکتریکی ناچیز هستند. $m_p=1/6\times10^{-27}kg$ و $e=1/6\times10^{-19}C$)



(برگرفته از کتاب درسی)

۱) 16×10^6 ۲) 4×10^6
۳) 2×10^6 ۴) 10^6

۲۴۴. در شکل‌های زیر ذره‌ای با بار مثبت ($q>0$) از نقطهٔ A و بدون سرعت اولیه رها می‌شود. در کدام شکل تندی ذره هنگام رسیدن به B، بیشتر است؟ (در هر سه شکل، AB مقدار یکسان دارد.) (برگرفته از کتاب درسی)



۱) (۱)
۲) (۲)
۳) (۳)
۴) در هر سه شکل سرعت یکسان دارد.

۲۴۵. ذره‌ای با بار الکتریکی $q<0$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A تا B در راستای میدان جابه‌جا می‌شود. کدام مورد الزاماً درست است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۲)

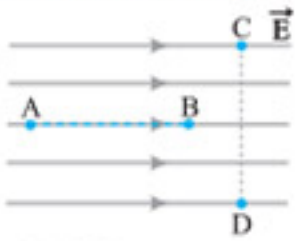
۱) کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره منفی است.
۲) کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره مثبت است.
۳) انرژی جنبشی ذره کاهش می‌یابد.
۴) انرژی جنبشی ذره افزایش می‌یابد.

۲۴۶. در شکل مقابل، میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه $۱۰^۳ \frac{N}{C}$ است. یک پروتون را از نقطهٔ A با تندی اولیهٔ $۲\times۱۰^۴ \frac{m}{s}$ در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب می‌کنیم و پروتون در نقطهٔ B متوقف می‌شود. حال اگر جای پایانه‌های باتری را عوض کنیم و پروتون را با همان تندی قبلی از A به سمت نقطهٔ B پرتاب کنیم، تندی آن در نقطهٔ B چند متر بر ثانیه می‌شود؟ (از وزن پروتون و مقاومت هوا صرف‌نظر شود.) (ریاضی خارج ۱۴۰۲)

۱) $۲\sqrt{۲}\times۱۰^۴$
۲) $\frac{۱}{۲}\times۱۰^۴$
۳) $\sqrt{۲}\times۱۰^۴$
۴) ۴×۱۰^۴

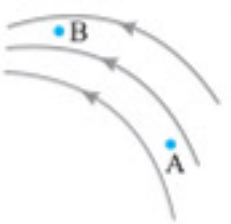
پتانسیل الکتریکی

۲۴۷. با توجه به میدان نشان داده شده، کدام گزینه دربارهٔ پتانسیل الکتریکی نقاط درست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



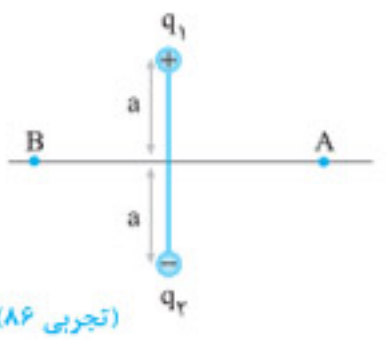
۱) $V_A > V_B > V_C$
۲) $V_A < V_B < V_C$
۳) $V_C > V_D$
۴) $V_C > V_B > V_D$

۲۴۸. شکل مقابل طرحی از خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. دربارهٔ مقایسهٔ پتانسیل الکتریکی دو نقطهٔ A و B و مقایسهٔ اندازهٔ میدان الکتریکی این نقاط کدام گزینه درست است؟



۱) $V_A > V_B$ ، $E_A > E_B$
۲) $V_A < V_B$ ، $E_A < E_B$
۳) $V_A > V_B$ ، $E_A < E_B$
۴) $V_A < V_B$ ، $E_A > E_B$

۲۴۹. در شکل مقابل دو بار $q_۱>0$ و $q_۲<0$ در جای خود ثابت شده‌اند و $|q_۱|=|q_۲|$ است. اگر روی عمود منصف خط واصل دو بار از A به B حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟ (تجربی ۸۶)



۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۴) ثابت می‌ماند.

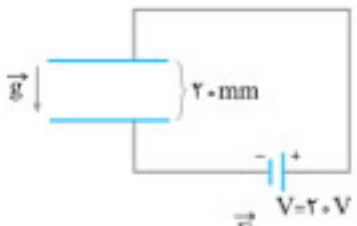
۲۵۰. «کولن ولت» معادل با کدام است؟

۱) اهم
۲) فاراد
۳) ژول
۴) ولت

۲۵۱. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ A و B برابر است با:

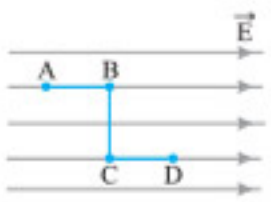
۱) تغییر انرژی جنبشی واحد بار الکتریکی در انتقال بین آن دو نقطه.
۲) کار انجام شده توسط میدان الکتریکی برای انتقال واحد بار مثبت بین آن دو نقطه.
۳) کار نیرویی که به واحد بار الکتریکی مثبت وارد می‌کنیم تا بین آن دو نقطه جابه‌جا شود.
۴) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی واحد بار الکتریکی که بین آن دو نقطه شارش می‌شود.

۲۷۲. در شکل مقابل ذره‌ای به جرم ۶g و بار الکتریکی q بین دو صفحهٔ رسانای موازی در حال تعادل است. بار q چند میکروکولن است؟ $(g = 10 N/kg)$



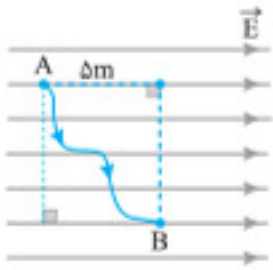
۱) ۶۰ ۲) ۳۰
۳) −۶۰ ۴) −۳۰

۲۷۳. در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی یکنواخت، $AB = 4m$ ، $BC = 3m$ و $CD = 2m$ است. اگر اختلاف پتانسیل A و B برابر ۸V باشد، $|V_D - V_A|$ چند ولت است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) ۴ ۲) ۶
۳) ۱۰ ۴) ۱۲

۲۷۴. در شکل مقابل در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^2 \frac{N}{C}$ در مسیر نشان داده شده از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شویم. $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟



۱) −۵ ۲) −۵۰
۳) −۵۰۰ ۴) باید جابه‌جایی از A تا B معلوم باشد.

۲۷۵. در صفحهٔ xoy خطوط میدان الکتریکی یکنواخت، هم‌راستای محور x است و پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای به مختصات $\begin{matrix} 4\,cm \\ 3\,cm \end{matrix}$ برابر ۵V− و در مبدأ مختصات برابر ۱۵V است. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و جهت آن کدام است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۱) ۴۰۰، در جهت محور ۲) ۴۰۰، خلاف جهت محور ۳) ۵۰۰، در جهت محور ۴) ۵۰۰، خلاف جهت محور

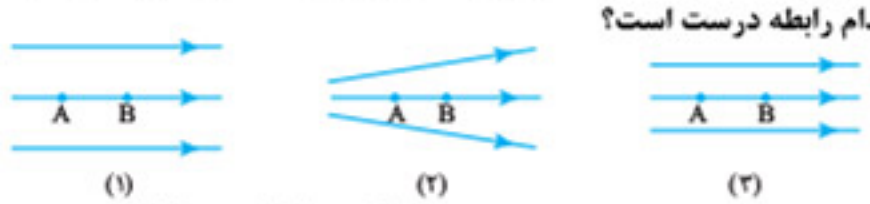
۲۷۶. ذره‌ای به جرم ۴μg و بار ۵nC در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A تا نقطهٔ B فقط تحت تأثیر میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود و سرعت آن از $10 \frac{m}{s}$ به $20 \frac{m}{s}$ می‌رسد. $V_B - V_A$ چند ولت است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۱)

۱) −۱۲۰ ۲) −۶۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۲۰

۲۷۷. ذره‌ای به جرم ۵۰g و بار الکتریکی ۲μC در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔA تا B تحت تأثیر میدان جابه‌جا می‌شود و سرعت آن از $5 \frac{m}{s}$ به $15 \frac{m}{s}$ می‌رسد. $V_B - V_A$ چند کیلووات است؟ (تجربی مجدد ۱۴۰۱)

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۲۵۰۰

۲۷۸. شکل زیر، سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. یک الکترون از حالت سکون از نقطهٔ B رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطهٔ A شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصلهٔ یکسان قرار دارند. اگر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه $(V_A - V_B)$ را ΔV بنامیم، کدام رابطه درست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۱)



۱) $\Delta V_{(3)} > \Delta V_{(2)} > \Delta V_{(1)}$
۲) $\Delta V_{(3)} = \Delta V_{(1)} > \Delta V_{(2)}$
۳) $\Delta V_{(1)} > \Delta V_{(2)} > \Delta V_{(3)}$
۴) $\Delta V_{(1)} = \Delta V_{(2)} = \Delta V_{(3)}$

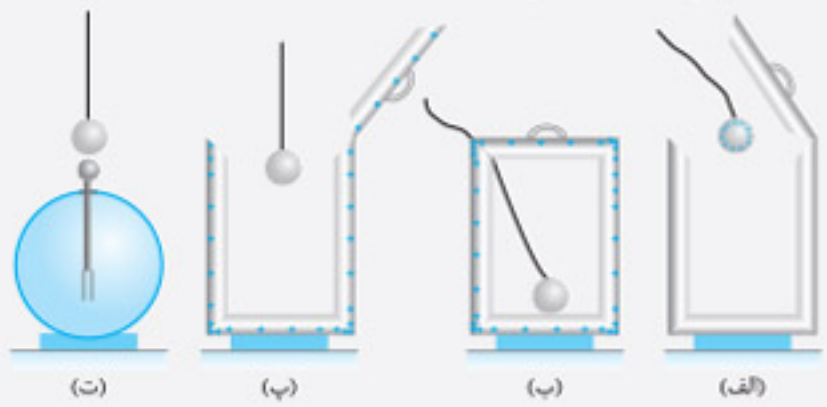
میدان الکتریکی در جسم رسانا

جسم رسانای الکتریکی

می‌دانیم جسم رسانا جسمی است که اتم‌های آن بار الکتریکی آزاد دارد و با کوچک‌ترین نیروی الکتریکی، بارهای آزاد (الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت) به حرکت درمی‌آیند و جابه‌جا می‌شوند. (شارش می‌یابند.)

پرسش: اگر به یک جسم رسانای منزوی بار الکتریکی بدهیم، توزیع بار الکتریکی در جسم رسانا چگونه است؟

■ **پاسخ:** پاسخ این پرسش را با استفاده از یک آزمایش می‌دهیم. یک ظرف رسانای درپوش‌دار را در نظر بگیرید. یک گوی باردار که به یک نخ متصل است را درون ظرف می‌بریم و به کف ظرف تماس می‌دهیم و درپوش ظرف را نیز می‌بندیم؛ سپس درپوش را با دستهٔ عایق باز می‌کنیم و کره را خارج می‌کنیم و به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم مشاهده می‌کنیم که ورقه‌های الکتروسکوپ تکان نمی‌خورد! حال اگر ظرف رسانا را به الکتروسکوپ نزدیک کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ از هم فاصله می‌گیرند.



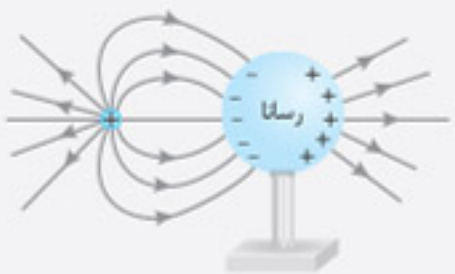
این آزمایش را در سال ۱۸۳۶ میلادی مایکل فاراده انجام داده است به همین دلیل به آزمایش فاراده معروف است.

نتیجه: در جسم رسانا، توپر یا توخالی، بار الکتریکی اضافه شده به جسم در سطح خارجی جسم پخش می‌شود. علت این پدیده این است که بارهای الکتریکی در جسم رسانا آزادند و یکدیگر را دفع می‌کنند. بنابراین می‌خواهند که در دورترین فاصله از هم قرار بگیرند به این علت به سطح خارجی جسم رسانا می‌روند.

پرسش: **اگر جسم رسانای بدون بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی قرار گیرد، توزیع بار الکتریکی در جسم چگونه خواهد بود؟**

پاسخ: میدان الکتریکی بر بارهای آزاد جسم نیرو وارد می‌کند و این بارها در سطح خارجی جسم جابه‌جا می‌شوند، تا به حالت تعادل الکتروستاتیکی درآیند.

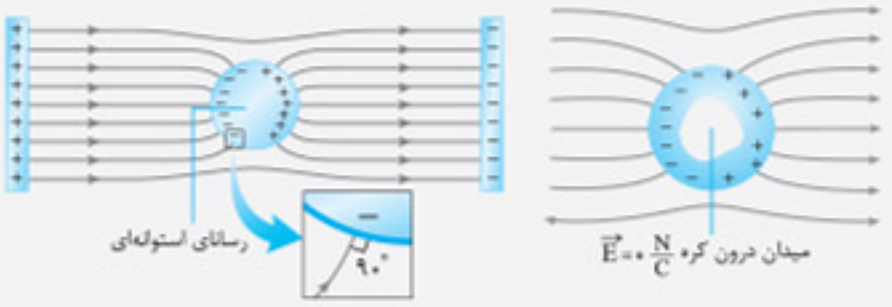
جسم رسانا در میدان الکتریکی: الکترون‌های آزاد جسم در خلاف جهت میدان جابه‌جا شده‌اند.



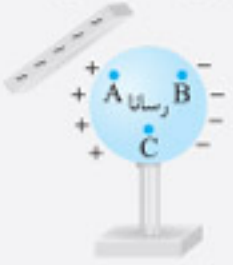
اثر بار نقطه‌ای مثبت بر کرهٔ رسانای بدون بار: الکترون‌های آزاد کره خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شده‌اند.

نکته

۱ اگر جسم رسانا در میدان الکتریکی خارجی در تعادل الکتروستاتیکی باشد و یا بار الکتریکی اضافه شده به جسم رسانا ساکن باشد، خطوط میدان الکتریکی خارجی بر سطح جسم به گونه‌ای خم می‌شوند که در همهٔ نقاط سطح خارجی بر جسم عمود باشند. زیرا اگر میدان الکتریکی عمود بر سطح رسانا نباشد، مولفه‌ای از این میدان موازی سطح رسانا وجود خواهد داشت و نیرویی بر بارهای آزاد رسانا وارد خواهد کرد که سبب حرکت و شارش بار می‌شود. چون بارهای آزاد در رسانا ساکن هستند، پس میدان الکتریکی مؤلفهٔ موازی با سطح جسم رسانا ندارد و عمود بر سطح رسانا می‌باشد.



۲ اگر جسم رسانا در یک میدان الکتریکی قرار بگیرد و در تعادل الکتروستاتیکی باشد، میدان الکتریکی بر سطح جسم رسانا عمود است. از این رو با حرکت در سطح جسم، همواره عمود بر میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شویم در نتیجه پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند. بنابراین اختلاف پتانسیل الکتریکی نقاط جسم رسانا در تعادل الکتروستاتیکی، صفر است.



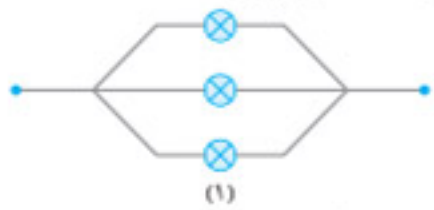
مثلاً در شکل روبه‌رو میله با بار منفی را نزدیک جسم رسانا نگه داشته‌ایم و بارهای القایی در جسم ساکن هستند. میدان الکتریکی عمود بر سطح جسم است و پتانسیل الکتریکی نقاط جسم یکسان است.

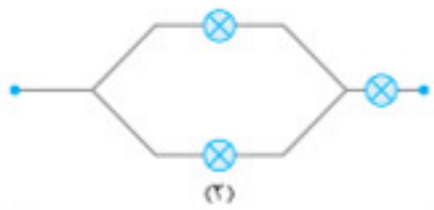
$$V_A = V_B = V_C$$

۳ اگر جسم رسانا در یک میدان الکتریکی قرار گیرد و رسانا در تعادل **الکتروستاتیکی** باشد، میدان الکتریکی **درون** رسانا **صفر** است.

چون میدان الکتریکی درون رسانای در تعادل الکتروستاتیکی (توپر یا توخالی) صفر است اگر بار آزاد درون جسم یا در سطح جسم قرار داشته باشد، نیروی الکتریکی بر بار وارد نمی‌شود و با جابه‌جایی بار، کار نیروی الکتریکی صفر است پس باز هم می‌توان نتیجه گرفت همهٔ نقاط رسانا پتانسیل الکتریکی یکسان دارند.

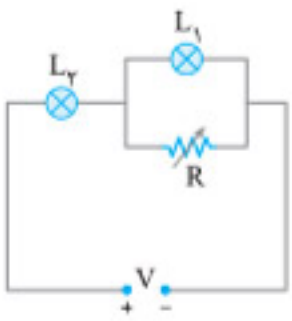
۲۷۴. سه لامپ مشابه را یک بار به صورت شکل (۱) و بار دیگر به صورت شکل (۲) بین دو نقطه به اختلاف پتانسیل یکسان می‌بندیم. توان مجموعه در حالت اول چند برابر حالت دوم می‌باشد؟


(۱)


(۲)

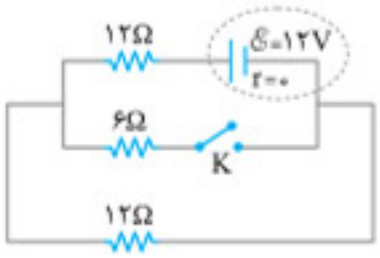
۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۹}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۹}$

۲۷۵. در مدار شکل مقابل، V مقدار ثابتی است. اگر به تدریج R را افزایش دهیم، نور لامپ‌های $L_۱$ و $L_۲$ به تدریج از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ (ریاضی ۸۱)



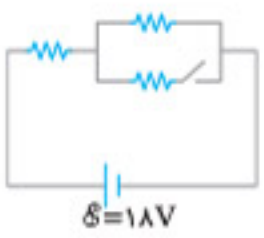
۱) کاهش ـ کاهش
۲) کاهش ـ افزایش
۳) افزایش ـ افزایش
۴) افزایش ـ کاهش

۲۷۶. در مدار روبه‌رو با بستن کلید، توان مصرفی مدار چگونه تغییر می‌کند؟ (تجربی خارج ۹۷)



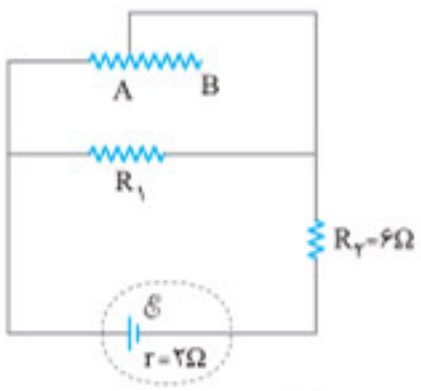
۱) ۳ وات کم می‌شود.
۲) ۶ وات کم می‌شود.
۳) ۳ وات زیاد می‌شود.
۴) ۶ وات زیاد می‌شود.

۲۷۷. در شکل مقابل، هر سه مقاومت مشابه‌اند. اگر کلید را وصل کنیم، توان مصرفی مدار ۹ وات تغییر می‌کند. هر یک از مقاومت‌ها چند اهم است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۱)



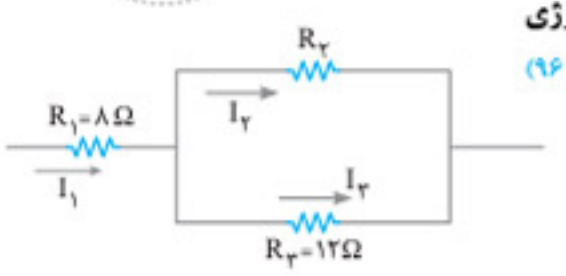
۱) ۱۸ ۲) ۱۲
۳) ۹ ۴) ۶

۲۷۸. در مدار روبه‌رو، وقتی لغزندهٔ رئوستا از نقطهٔ A به نقطهٔ B برده شود، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ و توان خروجی مولد به‌ترتیب چه تغییری می‌کنند؟ (ریاضی ۹۶)



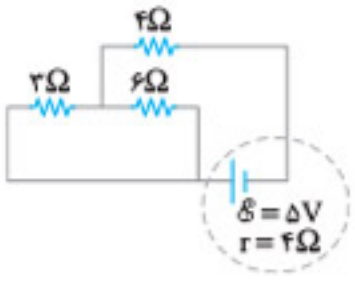
۱) کاهش ـ افزایش
۲) کاهش ـ کاهش
۳) افزایش ـ کاهش
۴) افزایش ـ افزایش

۲۷۹. در مدار روبه‌رو، اگر انرژی مصرفی در مقاومت $R_۱$ در یک مدت معین، ۳ برابر انرژی مصرفی در مقاومت $R_۲$ در همان مدت باشد، $R_۲$ چند اهم می‌تواند باشد؟ (تجربی خارج ۹۶)



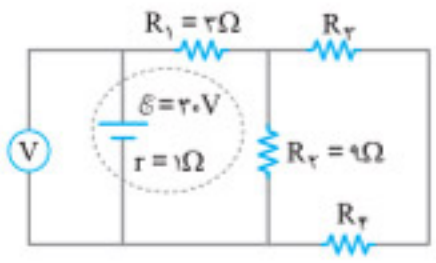
۱) ۹ ۲) ۱۲
۳) ۱۵ ۴) ۲۴

۲۸۰. در مدار مقابل، اگر به جای مقاومت ۲Ω، مقاومت ۱۲Ω قرار گیرد، توان تولیدی باتری چند وات تغییر می‌کند؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۱)



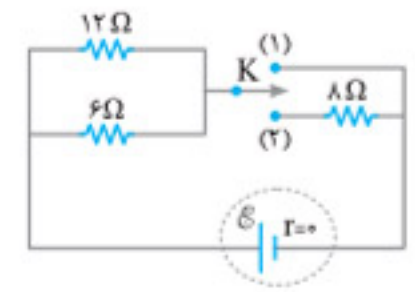
۱) $\frac{۵}{۱۲}$ ۲) $\frac{۵}{۶}$
۳) $\frac{۱۰۰}{۹}$ ۴) $\frac{۱۰۰}{۳}$

۲۸۱. در مدار مقابل، اگر ولت‌سنج آرمانی ۲۷ ولت را نشان دهد و توان مصرفی مقاومت $R_۴$ برابر ۶ وات باشد، اندازهٔ مقاومت $R_۲$ چند اهم است؟ (تجربی خارج ۹۹)



۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۲
۴) ۱۸

۲۸۲. در مدار شکل روبه‌رو، ابتدا کلید در حالت (۱) قرار دارد و توان خروجی باتری $P_۱$ است. اگر کلید در حالت (۲) قرار گیرد، توان خروجی باتری $P_۲$ می‌شود، $\frac{P_۲}{P_۱}$ چقدر است؟ (ریاضی خارج ۹۹)



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

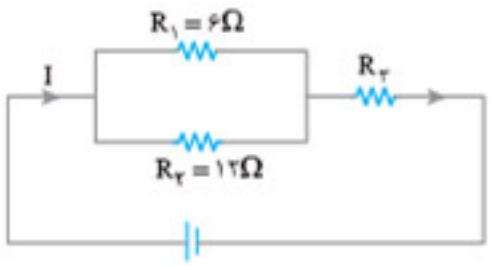
۲۸۳. دو مقاومت $R_۱ = ۴\Omega$ و $R_۲$ را بار اول به‌طور متوالی و بار دوم به‌طور موازی به یک باتری با نیروی محرکهٔ ۲۴V و مقاومت درونی ۲Ω می‌بندیم. اگر توان الکتریکی خروجی باتری در حالت اول ۳۶ درصد کمتر از توان الکتریکی خروجی باتری در حالت دوم باشد، $R_۲$ چند اهم است؟ (تجربی ۱۴۰۲)

۱) ۱۲
۲) ۳۶
۳) ۴
۴) ۸

۲۸۴. دو مقاومت $R_۱ = ۸\Omega$ و $R_۲$ را یک‌بار به‌طور متوالی و بار دوم به‌طور موازی به یک باتری با نیروی محرکهٔ ۴۵V و مقاومت درونی ۲Ω می‌بندیم. اگر توان الکتریکی خروجی باتری در حالت دوم $\frac{۹}{۴}$ برابر توان الکتریکی خروجی باتری در حالت دوم باشد، $R_۲$ چند اهم است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۲)

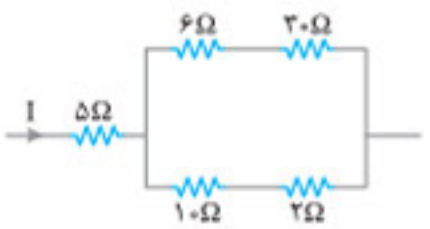
۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۲۴

۲۸۵. شکل روبه‌رو یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر توان مصرفی مقاومت $R_۲$، ۶ برابر توان مصرفی مقاومت $R_۳$ باشد، $R_۳$ چند اهم است؟ (ریاضی ۱۴۰۰)



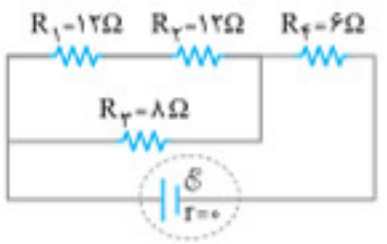
۱) ۱۸
۲) ۱۲
۳) ۸
۴) ۶

۲۸۶. در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت ۱۰ اهمی چند برابر توان مصرفی مقاومت ۵ اهمی است؟ (ریاضی ۹۱)



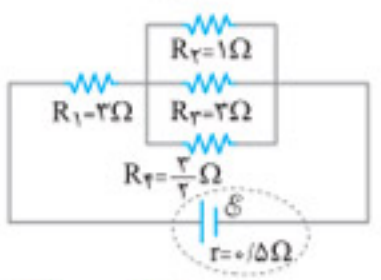
۱) $\frac{۹}{۸}$
۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) $\frac{۸}{۹}$
۴) $\frac{۲}{۳}$

۲۸۷. در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت $R_۴$ چند برابر توان مصرفی مقاومت $R_۱$ است؟ (تجربی ۹۵)



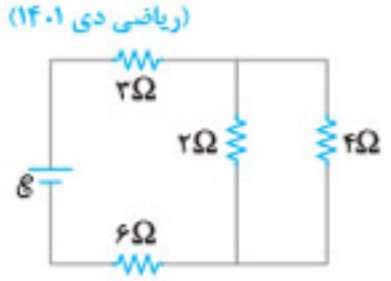
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

۲۸۸. در شکل روبه‌رو، که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ چند برابر توان مصرفی مقاومت $R_۴$ است؟ (ریاضی خارج ۹۷)



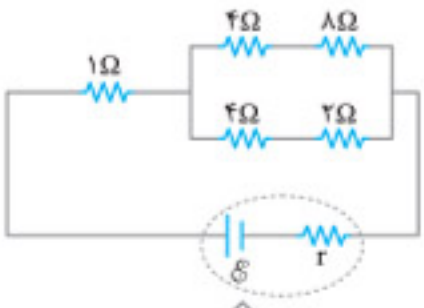
۱) ۱
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۳۶

۲۸۹. در مدار مقابل، توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی، چند برابر توان مصرفی مقاومت ۴ اهمی است؟ (ریاضی دی ۱۴۰۱)



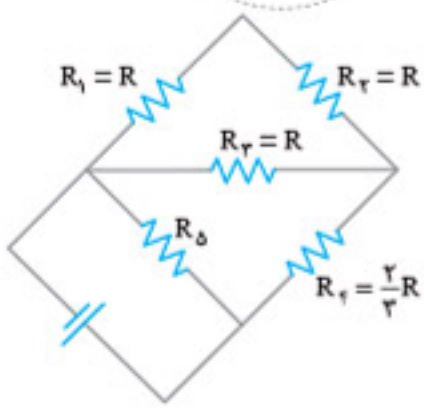
۱) ۱۳/۵
۲) ۱۲
۳) ۷/۵
۴) ۶

۲۹۰. در مدار روبه‌رو، توان مصرف شده در مقاومت ۸ اهمی چند برابر توان مصرف‌شده در مقاومت ۲ اهمی است؟



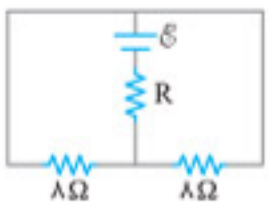
۱) $\frac{۱}{۴}$
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۴

۲۹۱. در مدار مقابل، توان مصرفی مقاومت $R_۳$، $\frac{۱}{۳}$ توان مصرفی مقاومت $R_۵$ است. مقاومت معادل مدار چند برابر R است؟ (تجربی ۱۴۰۰)



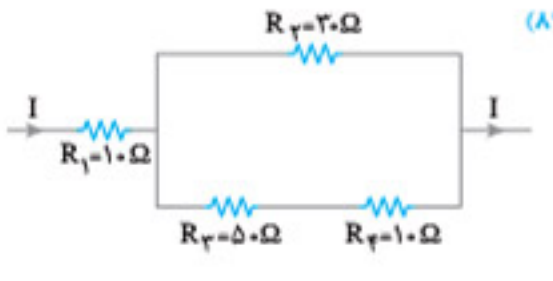
۱) $\frac{۸}{۳}$
۲) $\frac{۴}{۳}$
۳) $\frac{۲}{۳}$
۴) $\frac{۱}{۳}$

۲۹۲. اگر در مدار روبه‌رو، توان هر سه مقاومت با هم برابر باشد، R چند اهم است؟



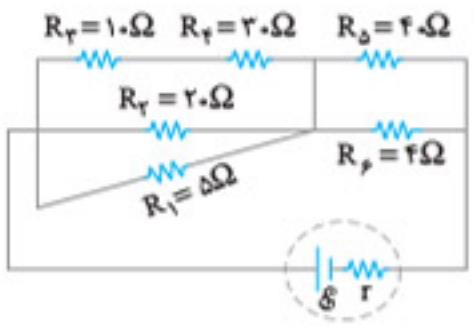
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۱۶

۲۹۳. در شکل روبه‌رو که قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد، توان مصرفی کدام مقاومت بیشتر است؟ (تجربی ۸۴)



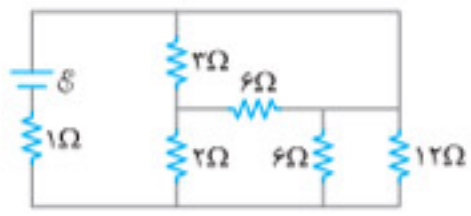
۱) $R_۱$
۲) $R_۲$
۳) $R_۳$
۴) $R_۴$

۲۹۴. در مدار شکل مقابل، توان مصرفی کدام مقاومت الکتریکی بیشتر است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۱)



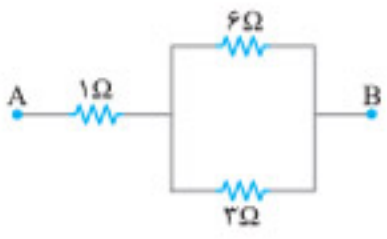
۱) $R_۳$
۲) $R_۴$
۳) $R_۵$
۴) $R_۶$

۲۹۵. در مدار روبه‌رو، اگر توان مصرفی در مقاومتی که کمترین توان الکتریکی را مصرف می‌کند، برابر با ۳W باشد، توان خروجی باتری چند وات است؟



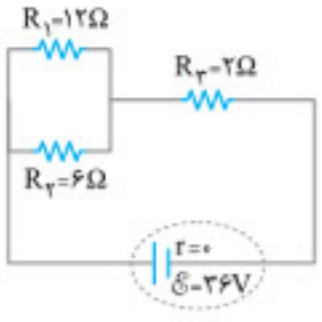
۱) ۲۴
۲) ۱۵
۳) ۲۷
۴) ۳۶

۲۹۶. در مدار روبه‌رو حداکثر توان قابل تحمل هریک از مقاومت‌ها برابر ۱۲W است. حداکثر اختلاف پتانسیل که می‌توان به دو سر نقاط A و B اعمال کرد تا هیچ‌یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چند ولت است؟



۱) ۳
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۲

۲۹۷. در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ چند وات است؟

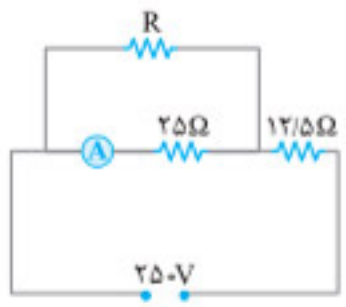


۱) ۴۸
۲) ۷۲
۳) ۹۶
۴) ۱۰۸

۳۰۵. در مدار شکل زیر، مقاومت R چند اهم باشد تا توان مصرفی در آن بیشینه باشد؟ (ریاضی خارج ۹۳)

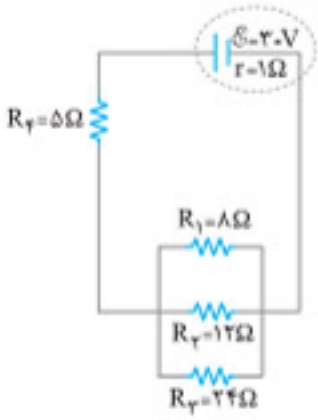
۱) ۱۲
۲) ۸
۳) ۴
۴) ۲

۳۰۶. در مدار روبه‌رو، آمپرسنج ۶ آمپر را نشان می‌دهد. انرژی مصرفی در مقاومت R در مدت ۳۰ دقیقه چند کیلووات ساعت است؟ (مقاومت آمپرسنج ناچیز است.) (تجربی خارج ۹۰)



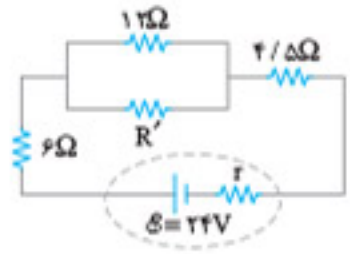
۱) ۰/۱۵
۲) ۰/۴۵
۳) ۱/۵
۴) ۴/۵

۳۰۷. در مدار روبه‌رو، مقدار گرمایی که در مدت ۱۰۰ ثانیه در مقاومت R_2 تولید می‌شود، چند ژول است؟ (ریاضی خارج ۹۱)



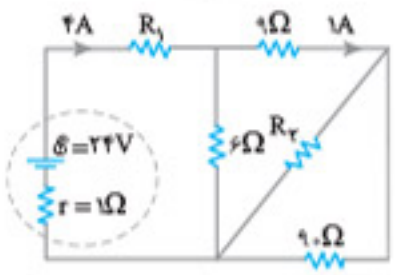
۱) ۶۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) ۳۷۵۰
۴) ۲۱۶۰۰

۳۰۸. در مدار مقابل، برای این‌که توان مصرفی مقاومت ۴/۵ اهمی دو برابر توان مصرفی مقاومت R' باشد، کمترین مقدار ممکن برای R' چند اهم است؟ (تجربی دی ۱۴۰۱)



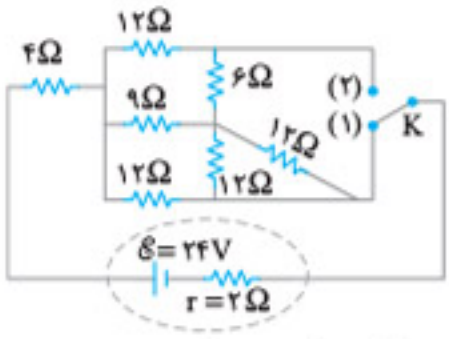
۱) ۳۶
۲) ۲۴
۳) ۴
۴) ۳

۳۰۹. در شکل روبه‌رو، توان الکتریکی مصرفی مقاومت R_2 چند وات است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۰)



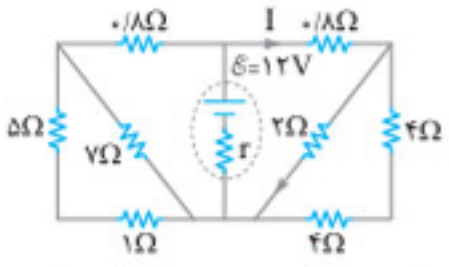
۱) ۹/۸
۲) ۸/۱
۳) ۷/۲
۴) ۳/۶

۳۱۰. در شکل زیر، اگر کلید را از اتصال (۱) قطع کرده و به (۲) وصل کنیم، توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی چند برابر می‌شود؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۲)



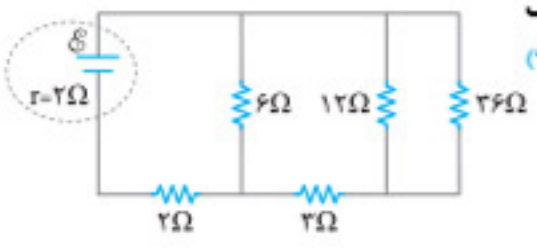
۱) ۳
۲) ۹
۳) $\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{۹}{۴}$

۳۱۱. در شکل روبه‌رو، اگر توان مصرفی مقاومت ۲ اهمی برابر ۸ وات باشد، اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟ (تجربی ۹۷)



۱) ۱۲
۲) ۹
۳) ۸
۴) ۶

۳۱۲. در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که بیشترین توان در آن تلف می‌شود، ۱۲ ولت است. ℰ چند ولت است؟ (تجربی ۹۷)



۱) ۱۲
۲) ۱۸
۳) ۲۰
۴) ۲۴

گام دوم: مقاومت معادل دو مقاومت R، یعنی $\frac{R}{۲}$ با مقاومت R در شاخهٔ وسط متوالی است:

$$R_{eq_۱} = \frac{R}{۲} + R = \frac{۳}{۲}R$$

گام سوم: مقاومت $R_{eq_۱}$ با مقاومت R و مقاومت ۱۸Ω موازی است:

$$R_{eq_۲} = \frac{\frac{۳}{۲}R \times R}{\frac{۳}{۲}R + R} = \frac{۳}{۵}R$$

گام چهارم: مقاومت معادل $R_{eq_۲}$ با ۱۸Ω موازی است و برابر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ M و N است.

$$\frac{\frac{۳}{۵}R \times ۱۸}{\frac{۳}{۵}R + ۱۸} = \frac{R}{۲} \Rightarrow ۳ \times ۱۸ \times ۲ = ۳R + ۱۸ \times ۵ \Rightarrow R = ۶\Omega$$

۱۹۰. ۱ ۲ ۳ ۴

مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ با هم موازی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت $R_۳$ به‌صورت متوالی بسته شده است. بنابراین می‌توان نوشت:

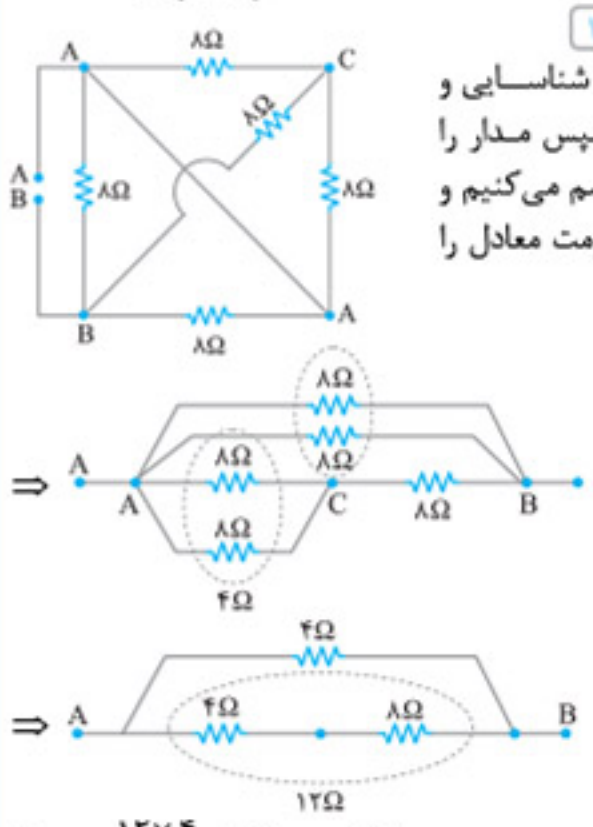
$$R_{eq} = \frac{R_۱R_۲}{R_۱ + R_۲} + R_۳ \xrightarrow{R_{eq}=R_۱} R_۱ = \frac{R_۱R_۲}{R_۱ + R_۲} + R_۳$$

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

$$\Rightarrow R_۳ = \frac{R_۱^۲}{R_۱ + R_۲}$$

۱۹۱. ۱ ۲ ۳ ۴

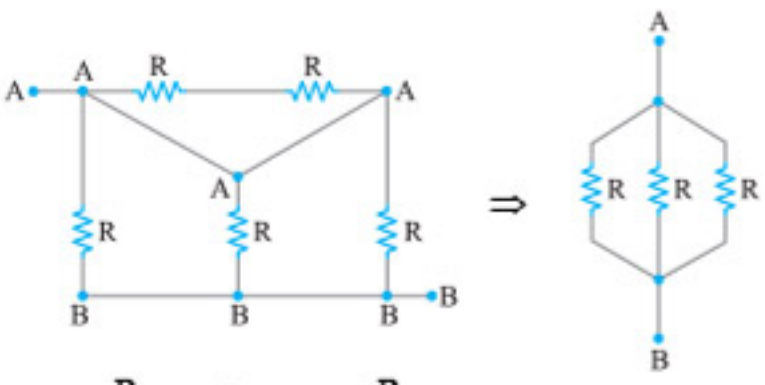
ابتدا گره‌ها را شناسایی و نام‌گذاری کرده، سپس مدار را به‌صورت ساده‌تر رسم می‌کنیم و با توجه به آن، مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم:



$$R_{eq} = \frac{۱۲ \times ۴}{۱۲ + ۴} \Rightarrow R_{eq} = ۳\Omega$$

۱۹۲. ۱ ۲ ۳ ۴

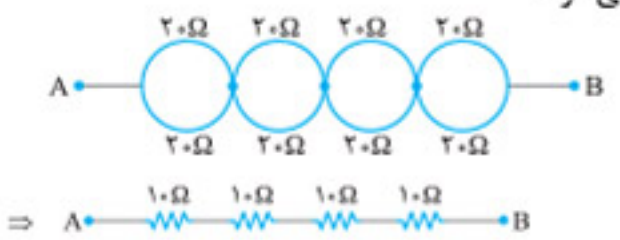
ابتدا گره‌ها را مشخص و نام‌گذاری کرده و سپس شکل مدار را به‌صورت ساده‌تر رسم می‌کنیم و با توجه به آن، مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم. دقت کنید، اگر بین دو گره مقاومت وجود نداشته باشد، آن دو گره هم‌پتانسیل هستند. با توجه به شکل زیر، چون مقاومت معادل دو مقاومت متوالی R بین دو نقطهٔ هم‌پتانسیل A قرار گرفته‌اند (اتصال کوتاه رخ می‌دهد)، از این مقاومت جریانی عبور نمی‌کند و از مدار حذف می‌شود. بنابراین سه مقاومت باقی‌مانده بین دو نقطهٔ A و B قرار می‌گیرند که با هم موازی هستند.



$$R_{eq} = \frac{R}{n} \xrightarrow{n=۳} R_{eq} = \frac{R}{۳}$$

۱۹۳. ۱ ۲ ۳ ۴

اگر سیم یکنواخت ۱۶۰ اهمی را به چهار قسمت مساوی تقسیم کنیم، مقاومت هر قسمت ۴۰Ω می‌شود. وقتی هر یک از این ۴ قسمت را به صورت یک حلقه در می‌آوریم، مقاومت هر نیم‌حلقهٔ آن ۲۰Ω می‌شود.

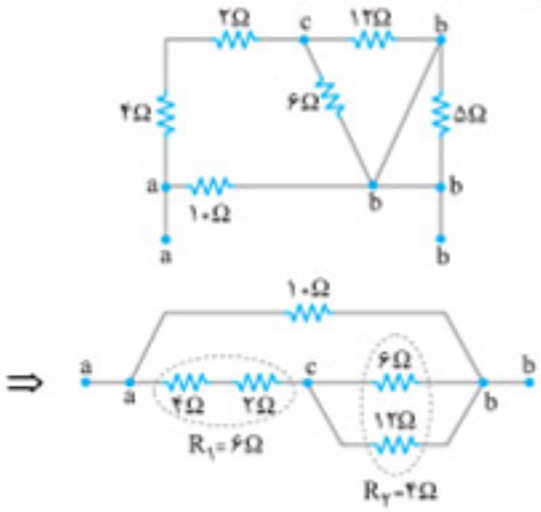


بنابراین با توجه به شکل بالا، مقاومت هر دو نیم حلقهٔ موازی برابر $R_۱ = \frac{R}{n} = \frac{۲۰}{۲} = ۱۰\Omega$ است، که در مجموع به چهار مقاومت متوالی تبدیل می‌شود. بنابراین مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{eq} = nR = ۴ \times ۱۰ \Rightarrow R_{eq} = ۴۰\Omega$$

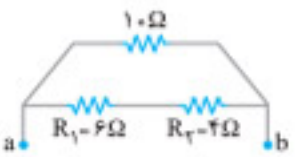
۱۹۴. ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به شکل، چون مقاومت ۵ اهمی بین دو نقطهٔ هم‌پتانسیل b قرار گرفته است (اتصال کوتاه رخ می‌دهد)، جریان الکتریکی از آن عبور نمی‌کند و از مدار حذف می‌شود.

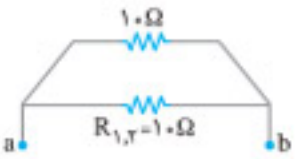


در این شکل، مقاومت‌های ۴Ω و ۲Ω با هم متوالی و مقاومت‌های ۶Ω و ۱۲Ω با هم موازی هستند. بنابراین داریم:

$$R_۱ = ۴ + ۲ = ۶\Omega \quad , \quad R_۲ = \frac{۶ \times ۱۲}{۶ + ۱۲} = ۴\Omega$$



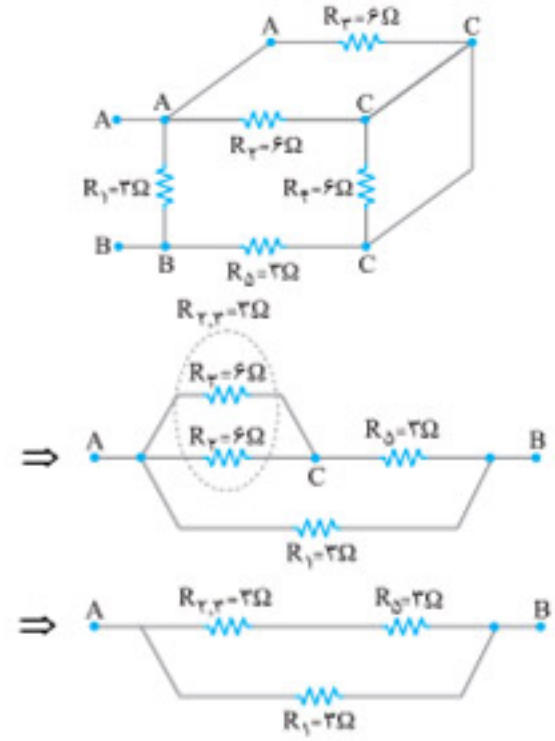
$$\Rightarrow R_{۱,۲} = ۶ + ۴ = ۱۰\Omega$$



$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{۱۰ \times ۱۰}{۱۰ + ۱۰} \Rightarrow R_{eq} = ۵\Omega$$

۱۹۵. ۱ ۳ ۴

اگر مدار را به‌صورت زیر ساده کنیم، می‌بینیم دو سر مقاومت $R_۴$ هم‌پتانسیل است (اتصال کوتاه رخ می‌دهد) و از مدار حذف می‌شود. بنابراین مقاومت معادل مقاومت‌های باقی‌مانده برابر است با:

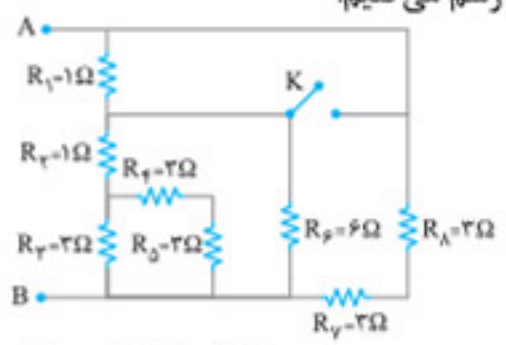


$$R_{۲,۳,۵}=R_{۲,۳}+R_۵=۳+۳=۶\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{R_{۲,۳,۵}\times R_۱}{R_{۲,۳,۵}+R_۱}=\frac{۶\times ۳}{۶+۳}\Rightarrow R_{eq}=۲\Omega$$

۱۹۶. ۱ ۳ ۴

گام اول: در حالتی که کلید باز باشد، مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۵$ با هم متوالی و مقاومت معادل آن‌ها با $R_۳$ موازی و مقاومت معادل این سه مقاومت با مقاومت $R_۲$ متوالی است: همچنین $R_۷$ و $R_۸$ با هم متوالی‌اند. بنابراین تا این‌جای مدار، مقاومت‌های معادل را محاسبه و شکل دیگری رسم می‌کنیم:



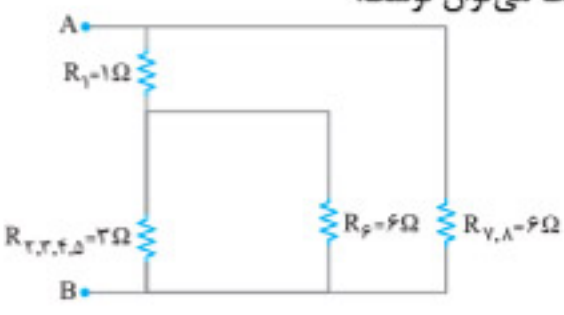
$$R_{۴,۵}=R_۴+R_۵=۳+۳=۶\Omega$$

$$R_{۳,۴,۵}=\frac{R_{۴,۵}R_۳}{R_{۴,۵}+R_۳}=\frac{۶\times ۳}{۶+۳}=۲\Omega$$

$$R_{۲,۳,۴,۵}=R_{۳,۴,۵}+R_۲=۲+۱=۳\Omega$$

$$R_{۷,۸}=R_۷+R_۸=۳+۳=۶\Omega$$

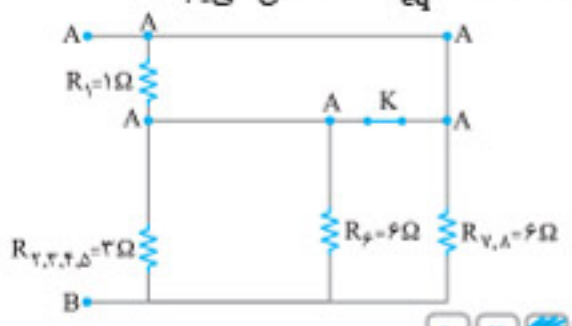
گام دوم: در شکل جدید، $R_۶$ با $R_{۲,۳,۴,۵}$ موازی و مقاومت معادل آن‌ها با $R_۱$ متوالی و مقاومت معادل این سه تا با $R_{۷,۸}$ موازی است. در این حالت می‌توان نوشت:



$$R_{۱,۲,۳,۴,۵,۶}=R_۱+\frac{R_{۲,۳,۴,۵}\times R_۶}{R_{۲,۳,۴,۵}+R_۶}=۱+\frac{۳\times ۶}{۳+۶}=۳\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{R_{۱,۲,۳,۴,۵,۶}\times R_{۷,۸}}{R_{۱,۲,۳,۴,۵,۶}+R_{۷,۸}}=\frac{۳\times ۶}{۳+۶}\Rightarrow R_{eq}=۲\Omega$$

گام سوم: با بستن کلید K دو سر مقاومت $R_۱$ هم‌پتانسیل شده (اتصال کوتاه رخ می‌دهد) و از مدار حذف می‌شود. در این حالت مقاومت معادل مدار، مطابق شکل زیر و آن‌چه قبلاً انجام داده‌ایم $R'_{eq}=۱/۵\Omega$ می‌شود. بنابراین مقاومت معادل به اندازه $\Delta R_{eq}=۲-۱/۵=۰/۵\Omega$ کاهش می‌یابد.



۱۹۷. ۱ ۲ ۴

چون مقاومت درونی مولد ناچیز است، افت پتانسیل درون مولد $rI=۰$ می‌باشد. بنابراین، جریان هر اندازه که باشد، طبق رابطهٔ $V=\mathcal{E}-rI$، ولت‌سنج همواره نیروی محرکهٔ مولد را نشان می‌دهد.

$$V=\mathcal{E}-rI\xrightarrow{I=۰}V=\mathcal{E}-۰\Rightarrow V=\mathcal{E}$$

۱۹۸. ۱ ۳ ۴

وقتی لغزنده از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، طول قسمتی از سیم رئوستا که در مدار قرار می‌گیرد افزایش می‌یابد و طبق رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$، باعث افزایش مقاومت رئوستا و در نتیجه افزایش مقاومت معادل مدار می‌شود. با افزایش مقاومت معادل مدار، طبق رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}$، جریان الکتریکی مدار (مقدار آمپرسنج) کاهش پیدا می‌کند $(I'<I)$. همچنین با کاهش I، افت پتانسیل درون مولد (Ir) نیز کاهش می‌یابد و طبق رابطهٔ $V=\mathcal{E}-rI$، اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش خواهد یافت $(V'>V)$.

۱۹۹. ۱ ۳ ۴

با افزایش مقاومت $R_۲$، طبق رابطهٔ $R_{۲,۳}=\frac{R_۲R_۳}{R_۲+R_۳}=\frac{R_۳}{\frac{R_۳}{R_۲}+۱}$، مقاومت معادل مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ افزایش یافته و باعث افزایش مقاومت معادل مدار می‌شود و طبق رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}$، چون $\mathcal{E}$ و r ثابت‌اند، جریان اصلی مدار کاهش می‌یابد. با کاهش I، طبق رابطهٔ $V_۱=R_۱I$، چون $R_۱$ ثابت است، $V_۱$ نیز کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، چون وضعیت مقاومت درونی مولد مشخص نیست، طبق رابطهٔ $V=\mathcal{E}-rI$، اختلاف پتانسیل دو سر مولد یا ثابت است (در صورتی که $r=۰$ باشد) و یا با کاهش I، افزایش می‌یابد. بنابراین، چون $V=V_۱+V_۲$ است، با کاهش $V_۱$، مقدار V چه ثابت بماند و چه افزایش یابد، مقدار $V_۲$ افزایش پیدا می‌کند.

۲۰۰. ۱ ۳ ۴

با افزایش مقاومت $R_۲$، طبق رابطهٔ $R_{۲,۳}=\frac{R_۲R_۳}{R_۲+R_۳}=\frac{R_۳}{\frac{R_۳}{R_۲}+۱}$ مقاومت معادل $R_۲$ و $R_۳$ افزایش یافته و باعث افزایش مقاومت

معادل مدار می‌شود و طبق رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}$، چون $\mathcal{E}$ و r ثابت‌اند، جریان الکتریکی شاخهٔ اصلی کاهش می‌یابد. در نتیجه آمپرسنج عدد کوچک‌تری را نشان می‌دهد. با کاهش I، طبق رابطهٔ $V_1=R_1I$، چون R_1 ثابت است، V_1 نیز کاهش می‌یابد. همچنین با کاهش I، افت پتانسیل درون مولد (Ir) نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه طبق رابطهٔ $V=\mathcal{E}-rI$، اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش پیدا می‌کند. بنابراین چون $V=V_1+V_2$ است، با افزایش V و کاهش V_1، مقدار V_2 (یا همان ولت‌سنج V) افزایش پیدا می‌کند.

۲۰۱. ۱ ۲ **۴** ۳

با افزایش مقاومت R_2، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد، در نتیجه بنا به رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}$، جریان کل مدار کاهش خواهد یافت. با کاهش جریان کل مدار، بنا به رابطهٔ $V_1=R_1I$، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 کاهش و بنا به رابطهٔ $V=\mathcal{E}-rI$، اختلاف پتانسیل دو سر مدار (دو سر باتری) افزایش می‌یابد.

از طرف دیگر، اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر مجموع اختلاف پتانسیل‌های دو سر مقاومت R_1 و اختلاف پتانسیل R_2 (همان ولت‌سنج) است، یعنی $V_{باتری}=V_1+V$ است. با توجه به این‌که $V_{باتری}$ افزایش و V_1 کاهش یافته است؛ پس V (عدد ولت‌سنج) افزایش می‌یابد. با افزایش V، جریان مقاومت R_2 (همان عدد آمپرسنج) نیز افزایش خواهد یافت، بنابراین آمپرسنج و ولت‌سنج هر دو افزایش پیدا می‌کنند.

۲۰۲. ۱ ۲ **۴** ۳

وقتی کلید K باز شود، چون از مقاومت R_2 جریان نمی‌گذرد R_2 از مدار حذف می‌شود. با حذف R_2، چون یک مقاومت موازی را از مدار حذف می‌کنیم، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد؛ درنتیجه طبق رابطهٔ $I=\frac{\mathcal{E}}{R_{eq}+r}$ و با توجه به ثابت‌بودن $\mathcal{E}$ و r، جریان الکتریکی اصلی مدار (I) کاهش می‌یابد. با کاهش I، افت پتانسیل درون مولد (Ir) کاهش می‌یابد که طبق رابطهٔ $V=\mathcal{E}-rI$، باعث افزایش اختلاف پتانسیل دو سر مولد و طبق رابطهٔ $V_2=R_2I$، باعث کاهش اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 می‌گردد. از طرف دیگر، چون $V=V_1+V_2$ است، با افزایش V و کاهش V_2، مقدار V_1 افزایش می‌یابد. در نتیجه با افزایش V_1، طبق رابطهٔ $I_1=\frac{V_1}{R_1}$، چون R_1 ثابت است، I_1 نیز افزایش پیدا می‌کند.

۲۰۳. ۱ ۲ ۳ **۴**

گام اول: چون مجموع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت و آمپرسنج برابر ۱۲V است، ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر آمپرسنج را می‌یابیم و سپس اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت R را پیدا می‌کنیم:

$$V_A=r_AI\xrightarrow{r_A=5\Omega}V_A=5\times0/1=0/5V$$

$$V=V_R+V_A\xrightarrow{V=12V}12=V_R+0/5\Rightarrow V_R=11/5V$$

گام دوم: با داشتن V و I مقاومت R، توان آن را به‌دست می‌آوریم:

$$P_R=V_RI\xrightarrow[V_R=11/5V]{I=0/1A}P_R=11/5\times0/1\Rightarrow P_R=1/15W$$

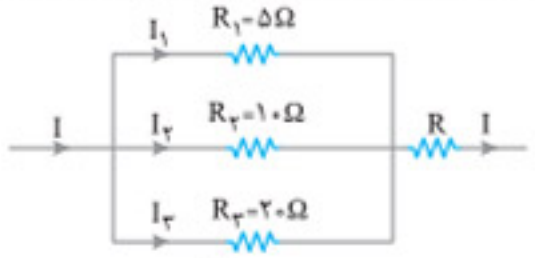
۲۰۴. ۱ ۲ ۳ **۴**

با تغییر مقاومت ۳ اهمی به ۶ اهمی، مقاومت معادل مدار از ۱۰ اهم به ۱۱ اهم تغییر می‌کند؛ پس جریان کلی مدار کاهش می‌یابد.

بنابراین طبق رابطهٔ $V=\mathcal{E}-rI$، با توجه به ثابت بودن $\mathcal{E}$ و r و کاهش I، V افزایش خواهد یافت. با توجه به این که جریان کلی مدار کاهش یافته و مقاومت شاخه‌ای که آمپرسنج در آن است از 3Ω به 6Ω افزایش یافته، جریان گذرنده از این شاخه کاهش یافته و آمپرسنج عدد کمتری را نشان می‌دهد.

۲۰۵. ۱ ۲ ۳ **۴**

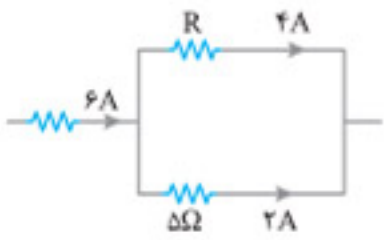
با توجه به شکل زیر، جریان الکتریکی I برابر مجموع جریان‌های گذرنده از سه مقاومت است. چون مقاومت‌ها با هم موازی هستند، اختلاف پتانسیل آن‌ها با هم برابر است؛ بنابراین می‌توان نوشت:



$$I=I_1+I_2+I_3\xrightarrow[V_1=V_2=V_3=10V]{I=\frac{V}{R}}I=\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_2}{R_2}+\frac{V_3}{R_3}$$

$$I=\frac{10}{5}+\frac{10}{10}+\frac{10}{20}=2+1+0/5\Rightarrow I=3/5A$$

۲۰۶. ۱ **۳** ۴ ۲

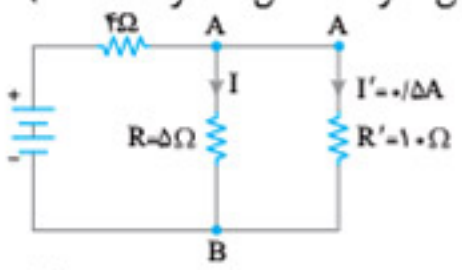


جریان گذرنده از R برابر $4A$ خواهد بود. با توجه به آنکه مقاومت R و 5Ω با هم موازی هستند اختلاف پتانسیل (V) یکسانی دارند و مقاومت با جریان رابطهٔ عکس دارند:

$$\frac{5}{R}=\frac{4}{2}\Rightarrow R=2/5\Omega$$

۲۰۷. ۱ ۲ **۴** ۳

مقاومت 5Ω با مقاومت معادل مقاومت‌های 4Ω و 6Ω موازی است. بنابراین چون اختلاف پتانسیل آن‌ها با هم برابر است به‌صورت زیر جریان مقاومت 5Ω را پیدا می‌کنیم: (دقت کنید، جریان مقاومت 6Ω برابر جریان مقاومت معادل 6Ω و 4Ω است.)

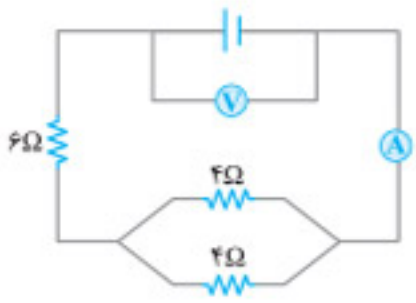


$$R'=4+6=10\Omega$$

$$V_{AB}=R'I'=RI\Rightarrow10\times0/5=5\times I\Rightarrow I=1A$$

۲۰۸. ۱ ۲ ۳ **۴**

گام اول: ولت‌سنج ولتاژ دو سر مولد را نشان می‌دهد که از رابطهٔ $V=\mathcal{E}-rI$ یا $V=R_{eq}I$ به‌دست می‌آید. در این‌جا، چون $\mathcal{E}$ و r مجهول هستند، با محاسبهٔ مقاومت معادل از رابطهٔ $V=R_{eq}I$ استفاده می‌کنیم:



$$R_{eq}=6+\frac{4}{2}\Rightarrow R_{eq}=8\Omega$$

۱۷۹. **کدام‌گزینه نادرست است؟**

۱) هر جسمی که از خود خاصیت مغناطیسی نشان می‌دهد، حتماً دارای دوقطبی مغناطیسی است.

۲) در هر میدانی خاصیت مغناطیسی مواد فرومغناطیس نرم بیشتر از فرومغناطیسی سخت است.

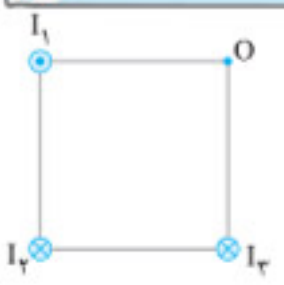
۳) تفاوت فرومغناطیسی با پارامغناطیسی در وجود حوزهٔ مغناطیسی است.

۴) اکسیژن مادهٔ پارامغناطیسی است.

آزمون مبحثی ۲

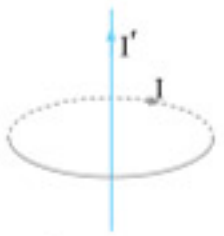
زمان پیشنهادی: ۲۰ دقیقه

۱ ۱۸۰. **مطابق شکل مقابل، سه سیم راست، بلند و موازی حامل جریان در جهت‌های مشخص‌شده، در سه رأس یک مربع ثابت شده‌اند. اگر $I_۳ = I_۱$ و بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از جریان $I_۲$ در نقطهٔ O، $\sqrt{۲}$ برابر بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از جریان $I_۱$ در نقطهٔ O باشد، جهت عقربه مغناطیسی قرار گرفته در نقطهٔ O مطابق با کدام گزینه خواهد بود؟**



۱) → ۲) ↙ ۳) ↓ ۴) ↗

۲ ۱۸۱. **مطابق شکل روبه‌رو، از حلقهٔ ثابتی جریان I عبور می‌کند. اگر سیم راست و بلندی حامل جریان I′ را در مرکز حلقه و عمود بر سطح آن قرار دهیم، وضعیت سیم چگونه خواهد شد؟**



۱) سیم به سمت چپ منحرف می‌شود. ۲) سیم به سمت راست منحرف می‌شود.

۳) سیم منحرف نمی‌شود. ۴) بستگی به مقادیر I و I′ دارد.

۳ ۱۸۲. **سیملوله‌ای آرمانی به طول ۲۰cm از ۵۰۰ حلقه سیم به‌هم فشرده تشکیل شده است. اگر جریان ۲/۰ آمپر از آن عبور کند، بزرگی میدان مغناطیسی روی محور سیملوله چند گاوس است؟** $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\ \frac{T.m}{A})$

۱) ۲۰ ۲) ۱۰π ۳) ۲π ۴) ۰/۱

۴ ۱۸۳. **کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟**

۱) سرب، آلومینیم و فولاد به‌ترتیب جزو مواد دیامغناطیسی، پارامغناطیسی و فرومغناطیسی هستند.

۲) حضور میدان مغناطیسی خارجی می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی در بیسموت شود.

۳) خاصیت آهنربایی همه مواد فرومغناطیسی مقدار اشباع یا بیشینه دارد.

۴) جنس هستهٔ پیچه‌ها و سیملوله‌ها می‌تواند از آهن، کبالت و آلیاژ آن‌ها باشد.

۵ ۱۸۴. **حضور میدان مغناطیسی خارجی می‌تواند در مواد ..... که به‌طور ذاتی ..... دوقطبی‌های مغناطیسی هستند، سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در ..... میدان خارجی شود.**

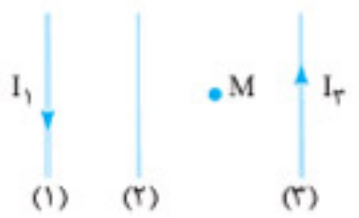
۱) پارامغناطیسی، دارای، خلاف جهت ۲) دیامغناطیسی، فاقد، خلاف جهت

۳) پارامغناطیسی، دارای، جهت ۴) دیامغناطیسی، فاقد، جهت

۶ ۱۸۵. **بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت داخل سیملوله‌ای آرمانی به طول ۵m/۰ که دارای ۱۲۵۰ حلقه است و از آن جریان ۱A عبور می‌کند، برابر با $\frac{\pi}{۱۰۰}$ T است. اگر مقاومت الکتریکی سیملوله برابر با ۵Ω باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن برابر با چند ولت است؟** $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\ \frac{T.m}{A})$

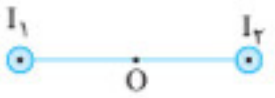
۱) ۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۳۰ ۴) ۲۰

۷ ۱۸۶. **مطابق شکل مقابل، سه سیم موازی، بلند و حامل جریان، منطبق بر صفحهٔ کاغذ قرار دارند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌های حامل جریان (۱) و (۳) در نقطهٔ M به‌ترتیب ۰/۲T و ۰/۷T باشد، جهت جریان سیم (۲) به کدام سمت و اندازهٔ میدان مغناطیسی ناشی از آن در نقطهٔ M چند تسلا باشد تا بزرگی میدان مغناطیسی برایند در نقطهٔ M صفر گردد؟**



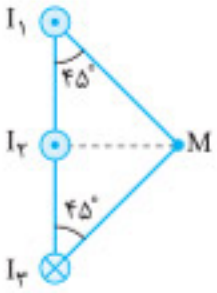
۱) به سمت بالا، ۰/۵ ۲) به سمت پایین، ۰/۵ ۳) به سمت پایین، ۰/۹ ۴) به سمت بالا، ۰/۹

۸ ۱۸۷. **در شکل زیر، دو سیم راست، بلند و حامل جریان‌های برون‌سو، عمود بر صفحهٔ کاغذ هستند و $I_۱ > I_۲$ است. اگر در نقطهٔ O وسط خط واصل، الکترونی عمود بر صفحه به داخل صفحه شلیک شود، این الکترون به کدام سمت منحرف می‌شود؟ (از نیروی وزن وارد بر الکترون صرف‌نظر کنید.)**



۱) بالا ۲) پایین ۳) راست ۴) چپ

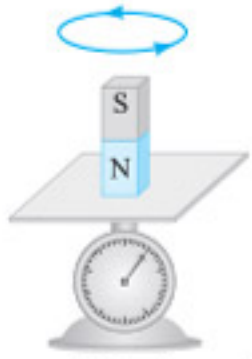
۹ ۱۸۸. **در کدام گزینه، نحوهٔ ایستادن عقربهٔ مغناطیسی در اطراف سیم راست، طویل و حامل جریانی که عمود بر صفحهٔ کاغذ است، به‌درستی نشان داده شده است؟**



۱۰ ۱۸۹. در شکل مقابل مقطع سه سیم بلند و موازی نشان داده شده است که بر صفحهٔ کاغذ عمودند و جریان‌های یکسان در جهت‌های نشان‌داده شده از آن‌ها عبور می‌کند. اگر در نقطهٔ M یک عقربهٔ مغناطیسی قرار دهیم، جهت‌گیری عقربه مطابق با کدام گزینه خواهد بود؟

۱) ↗ ۲) ↖
۳) ↑ ۴) ↓

۱۱ ۱۹۰. مطابق شکل مقابل، در بالای یک آهنربای میله‌ای که روی یک ترازو قرار دارد، پیچه‌ای حامل جریان قرار می‌دهیم. در این حالت عددی که ترازو نشان می‌دهد ..... از وزن آهنرباست و چنانچه پیچه را رها کنیم تا به سمت آهنربا سقوط کند، هرچه فاصلهٔ پیچه از آهنربا کمتر شود، عددی که ترازو نشان می‌دهد ..... می‌شود.



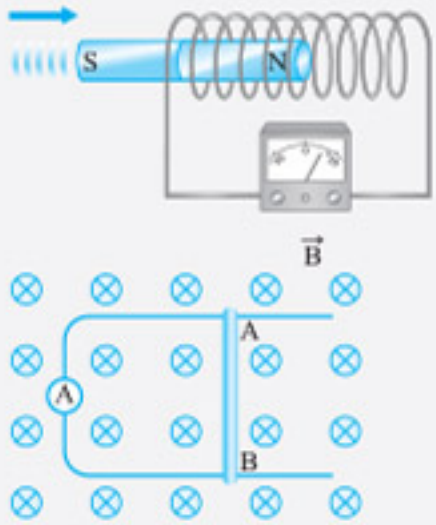
۱) کمتر، بیشتر ۲) کمتر، کمتر
۳) بیشتر، کمتر ۴) بیشتر، بیشتر

۱۲ ۱۹۱. از سیملوله‌ای آرمانی جریان ۱۰A عبور می‌کند. اگر قطر سیم به‌کار رفته در این سیملوله برابر ۰/۱mm باشد، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A})$

۱) 400π ۲) $4\pi \times 10^{-2}$ ۳) 4π ۴) $4\pi \times 10^{-4}$

پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی

آزمایش نشان می‌دهد که بدون در اختیار داشتن باتری و با استفاده از آهنربا و سیم‌پیچ می‌توان جریان الکتریکی ایجاد کرد. به این پدیده، پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی و جریان تولید شده را جریان الکتریکی القایی می‌نامند.

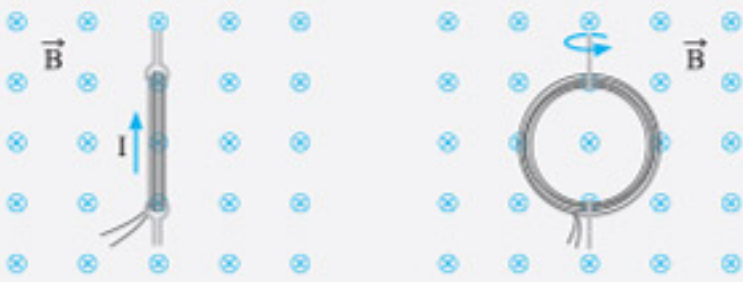


آزمایش نشان می‌دهد با سه روش می‌توان جریان الکتریکی القایی ایجاد کرد. این سه روش به شرح زیر است:

۱ اگر آهنربایی را به یک سیم‌پیچ نزدیک یا دور کنیم و دو سر سیم‌پیچ را به یک آمپرسنج حساس وصل کنیم، آمپرسنج در مدار جریان الکتریکی را نشان می‌دهد.

۲ اگر مداری مانند شکل مقابل را درست کنیم و میلهٔ رسانای AB را روی سیم رسانای U شکلی در میدان مغناطیسی به طرف راست یا چپ بلغزانیم، در حین لغزیدن میله، آمپرسنج عبور جریان الکتریکی در مدار را نشان می‌دهد (درون‌سو یا برون‌سو). همچنین اگر پیچه‌ای را بکشیم تا مساحتش تغییر کند در آن جریان القایی به‌وجود می‌آید.

۳ اگر پیچه‌ای را در یک میدان مغناطیسی قرار دهیم و پیچه را حول محور عمود بر میدان دوران دهیم، در پیچه جریان القایی پدید می‌آید.



بنابراین با سه روش ۱ تغییر میدان مغناطیسی ۲ تغییر مساحت پیچه در حضور میدان مغناطیسی ۳ چرخش پیچه‌ای که درون میدان مغناطیسی است، در مدار جریان الکتریکی القایی ایجاد می‌شود. فیزیک‌دانان برای بیان بهتر پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی، کمیتی را تعریف می‌کنند که هر سه کمیت میدان مغناطیسی، مساحت حلقه و چرخش پیچه را در بر بگیرد. این کمیت را شار مغناطیسی می‌نامند.

گام سوم: زاویهٔ سطح پیچه با میدان را حساب می‌کنیم: $\alpha = 90 - \theta \Rightarrow \alpha = 30^\circ$

نکته

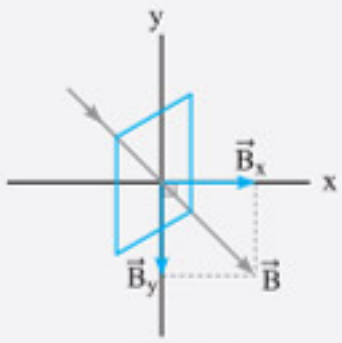
با توجه به رابطهٔ $\Phi = BA\cos\theta$ می‌توان دریافت که اگر میدان عمود بر سطح پیچه نباشد، مؤلفه‌ای از میدان که موازی سطح پیچه است، اثری در مقدار شار مغناطیسی گذرنده از پیچه ندارد.

مثال: **در یک فضا میدان مغناطیسی یکنواختی به‌صورت $\vec{B} = 0/2\vec{i} - 0/4\vec{j}$ (در SI) برقرار است و پیچه‌ای به مساحت $10\,cm^2$ عمود بر محور x قرار دارد. شار مغناطیسی گذرنده از پیچه چند وبر است؟**

۱) 2×10^{-4} ۲) 4×10^{-4} ۳) $5\sqrt{2}\times10^{-4}$ ۴) 2×10^{-3}

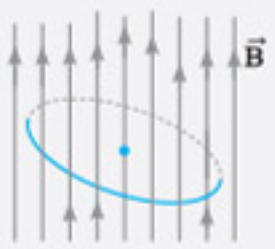
■ **پاسخ:** گزینهٔ «۱»

در شکل مقابل یکی از خطوط میدان و سطح پیچه را رسم کرده‌ایم. ملاحظه می‌شود که مؤلفهٔ $B_y = -0/4T$ موازی پیچه است و اثری در ایجاد شار مغناطیسی ندارد بنابراین می‌توان مولفهٔ $B_x = 0/2T$ را که عمود بر سطح پیچه است در نظر بگیریم و در این حالت $\cos\theta = 1$ خواهد بود.



$$\Phi = B_x A = 0/2\times10\times10^{-4} = 2\times10^{-4}\,Wb$$

مثال: **در شکل مقابل یک حلقهٔ رسانا در میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $100\,G$ قرار دارد و زاویهٔ سطح حلقه با میدان 30° و مساحت حلقه $20\,cm^2$ است. اگر میدان مغناطیسی به صفر برسد و در جهت مخالف افزایش یابد و به اندازهٔ $200\,G$ برسد:**



الف) شار مغناطیسی در حالت اول چند وبر است؟

ب) تغییر شار مغناطیسی چند وبر است؟

■ **پاسخ: الف:** در این حالت $\alpha = 30^\circ$ است پس نتیجه می‌گیریم $\theta = 90 - 30 = 60^\circ$ است. اکنون شار مغناطیسی پیچه را حساب می‌کنیم:

$$\Phi = BA\cos\theta$$

$$\Rightarrow \Phi = 100\times10^{-4}\times30\times10^{-4}\times\cos60^\circ \Rightarrow \Phi = 1/5\times10^{-5}\,Wb$$

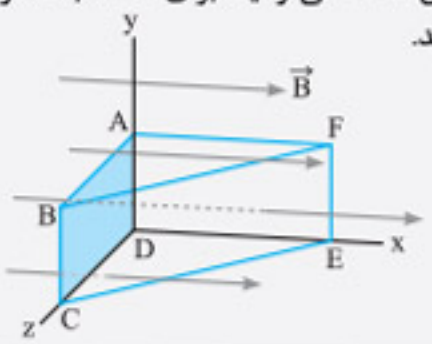
ب: در حالتی که جهت میدان مغناطیسی وارونه شود، نیم‌خط عمود را ثابت در نظر می‌گیریم و زاویهٔ نیم‌خط با میدان برابر $\theta' = 180 - 60 = 120^\circ$ می‌شود و شار مغناطیسی را در این حالت حساب می‌کنیم:

$$\Phi' = B'A\cos\theta' \Rightarrow \Phi' = 300\times10^{-4}\times30\times10^{-4}\times\cos120^\circ \Rightarrow \Phi' = -4/5\times10^{-5}\,Wb$$

اکنون تغییر شار مغناطیسی را حساب می‌کنیم: $\Delta\Phi = \Phi' - \Phi \Rightarrow \Delta\Phi = -4/5\times10^{-5} - 1/5\times10^{-5} = -6\times10^{-5}\,Wb$

نکته

اگر دو صفحه نسبت به خطوط میدان به گونه‌ای قرار گرفته باشند که هر خط میدانی، به یکی از آن دو برخورد کرد به دیگری نیز برخورد کند و اگر به اولی برخورد نکرد به دومی هم برخورد نکند، اندازهٔ شار مغناطیسی گذرنده از این دو سطح با هم برابر است. در اصطلاح گفته می‌شود دو صفحه نسبت به خطوط میدان روبه‌روی همدیگر هستند. از این نکته می‌توانید برای محاسبهٔ شار مغناطیسی سطوحی که محاسبهٔ شار مغناطیسی آن‌ها به شیوهٔ مستقیم مشکل است، استفاده کنید.



در شکل مقابل دو صفحهٔ ABCD و BCEF نسبت به میدان $\vec{B}$ که موازی محور xها است روبه‌روی هم محسوب می‌شوند. پس اندازهٔ شار گذرنده از آن‌ها با هم برابر است. $|\Phi_{ABCD}| = |\Phi_{FBCE}|$

۱۹۲. **شار مغناطیسی عبوری از سطح یک قاب مستطیلی شکل به ابعاد $10\,cm\times40\,cm$ که خط عمود بر آن با میدان مغناطیسی یکنواخت ۱۰۰ گاوس زاویهٔ 60° می‌سازد، چند وبر است؟**

۱) 2×10^{-4} ۲) 2×10^{-2} ۳) $2\sqrt{3}\times10^{-4}$ ۴) $2\sqrt{3}\times10^{-2}$

۱۹۳. **حلقه‌ای به مساحت $200\,cm^2$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 0/04T$ قرار دارد و خطوط میدان با سطح حلقه زاویهٔ ۶۰ درجه می‌سازند. شار مغناطیسی که از حلقه می‌گذرد چند وبر است؟** (ریاضی ۹۹)

۱) 2×10^{-3} ۲) 4×10^{-5} ۳) $4\sqrt{3}\times10^{-3}$ ۴) $4\sqrt{3}\times10^{-5}$

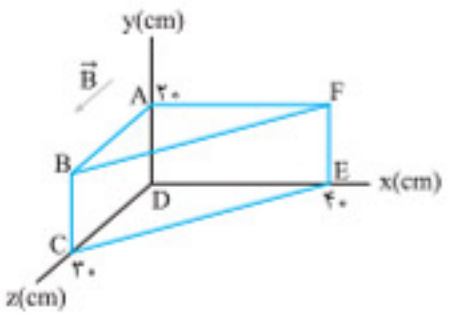
۱۹۴. حلقه‌ای به مساحت A در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد. اگر زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی $\vec{B}$ با سطح حلقه 60° باشد، شار مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرد چند برابر شار بیشینه است؟

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

۱۹۵. حلقه‌ای درون میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۲ تسلا قرار دارد و حول یکی از قطرهایش که عمود بر خطوط میدان است، می‌چرخد و بیشترین شار مغناطیسی که از آن می‌گذرد 4×10^{-3} وبر می‌باشد. مساحت این حلقه چند سانتی‌متر مربع است؟ (تجربی خارج ۸۹)

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

۱۹۶. مطابق شکل، میدان مغناطیسی یکنواختی در جهت محور zها و به شدت $\frac{1}{2}T$ وجود دارد. شار مغناطیسی گذرنده از سطح ABF و $BFEC$ به ترتیب از راست به چپ چند میلی‌وبر است؟



۱) صفر و ۰/۰۴ ۲) صفر و ۴۰
۳) ۰/۰۵ و ۰/۰۴ ۴) ۵۰ و ۴۰

۱۹۷. میدان مغناطیسی یکنواختی در فضا داریم که معادلهٔ آن در SI به‌صورت $\vec{B}=2\vec{i}+5\vec{j}$ است. شار مغناطیسی گذرنده از مربعی به ضلع $2m$ که موازی محور xها است چند وبر است؟

۱) $4\sqrt{29}$ ۲) ۲۰ ۳) ۸ ۴) ۲۸

۱۹۸. بردار میدان مغناطیسی در یک محیط، در SI به‌صورت $\vec{B}=0.5\vec{i}+0.4\vec{j}$ است. اگر در آن محیط، سطح قاب مربع شکلی به ضلع $20cm$ عمود بر محور x باشد، شار مغناطیسی عبوری از آن چند وبر ست؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۲)

۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۰۱۶ ۴) ۰/۰۰۲

۱۹۹. صفحه‌ای مستطیل شکل به ابعاد ۱/۵ و ۲ متر با میدانی یکنواخت به شدت $0.25T$ زاویهٔ 30° می‌سازد. اگر صفحه را به شکلی بچرخانیم که با میدان زاویهٔ 53° بسازد، شار مغناطیسی گذرنده از صفحه چند وبر تغییر می‌کند؟ $(\sin53^\circ=0.8)$

۱) ۰/۳۷۵ ۲) ۰/۹۷۵ ۳) ۰/۲۲۵ ۴) ۰/۶

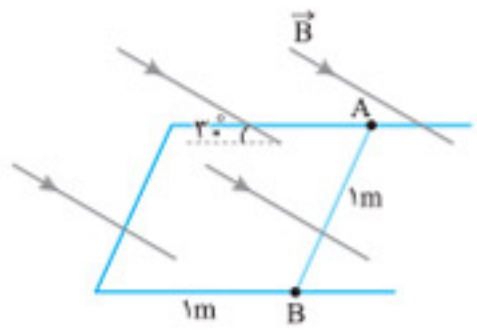
۲۰۰. سطح حلقهٔ رسانایی به قطر $10cm$ عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $10^{-3}T$ قرار دارد. اگر حلقه را حول قطری که عمود بر میدان است 180° بچرخانیم، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه چند وبر تغییر می‌کند؟ $(\pi=3)$

۱) صفر ۲) $1/5\times10^{-2}$ ۳) $1/5\times10^{-3}$ ۴) $1/5\times10^{-5}$

۲۰۱. صفحه‌ای به مساحت $0.6m^2$ با میدان یکنواختی به شدت $2T$ زاویهٔ 37° می‌سازد. اگر این صفحه را به گونه‌ای بچرخانیم که میدان با خط عمود بر صفحه زاویهٔ 120° بسازد، شار مغناطیسی گذرنده از صفحه چند وبر تغییر می‌کند؟ $(\sin37^\circ=0.6)$

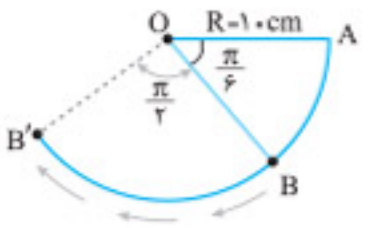
۱) ۰/۳۶ ۲) −۰/۳۶ ۳) −۱/۲۲ ۴) ۰/۱۲

۲۰۲. مطابق شکل، شدت میدان برابر $0.4T$ است. اگر سیم لغزندهٔ AB، از وضعیت نشان داده‌شده $1.5m$ به سمت راست جابه‌جا شود، شار مغناطیسی گذرنده از صفحهٔ مستطیل‌شکل چند وبر تغییر می‌کند؟



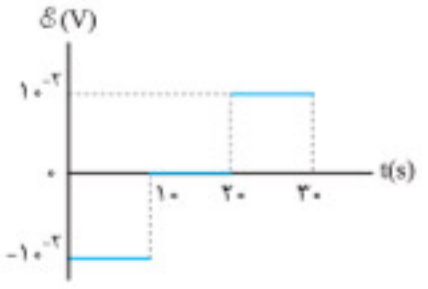
۱) ۱ ۲) ۰/۵
۳) ۰/۶ ۴) ۰/۳

۲۰۳. مطابق شکل، میدان مغناطیسی عمود بر صفحه به شدت $1.5T$ در فضا وجود دارد. اگر ضلع OB را بتوانیم از وضعیت نشان داده‌شده تا نقطهٔ B' حول O بچرخانیم، شار مغناطیسی گذرنده از سطح OAB چند وبر تغییر می‌کند؟



۱) $\frac{3\pi}{800}$ ۲) $\frac{\pi}{200}$
۳) $\frac{\pi}{800}$ ۴) $\frac{\pi}{160}$

۷ **۲۸۶. نمودار نیروی محرکهٔ القایی در یک حلقه برحسب زمان در مدت ۳۰s مطابق شکل روبه‌رو است. تغییر شار مغناطیسی عبوری از این حلقه در مدت ۳۰s چند وبر است؟**



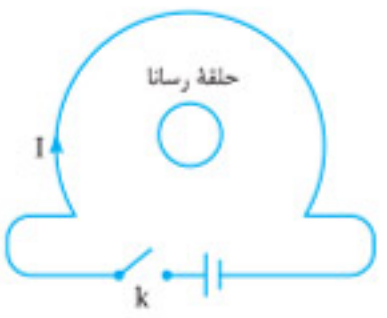
۱) صفر

۲) ۲×۱۰^{-۱}

۳) ۳×۱۰^{-۱}

۴) $۱۰^{-۲}$

۸ **۲۸۷. در شکل مقابل، در لحظهٔ وصل کردن کلید k، جریان I چگونه تغییر می‌کند و جهت جریان القایی در حلقهٔ رسانا در کدام جهت خواهد بود؟**



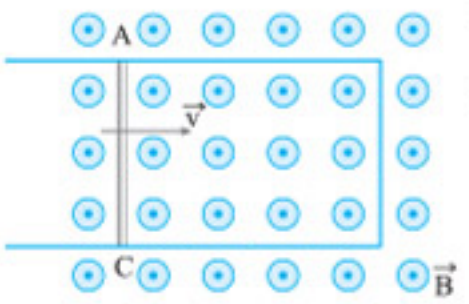
۱) افزایش ـ ساعتگرد

۲) کاهش ـ پادساعتگرد

۳) افزایش ـ پادساعتگرد

۴) کاهش ـ ساعتگرد

۹ **۲۸۸. در شکل مقابل، سیم رسانای AC به مقاومت الکتریکی ۲Ω بر روی قاب مستطیل‌شکل با سرعت ثابت $۲\frac{m}{s}$ به‌طرف راست حرکت می‌کند. اگر طول سیم ۱ متر و بزرگی میدان مغناطیسی برون‌سو ۰/۰۲ تسلا باشد، جریان القاشده در سیم چند آمپر و در چه جهتی است؟**



۱) ۰/۰۲، از A به C

۲) ۰/۰۴، از A به C

۳) ۰/۰۲، از C به A

۴) ۰/۰۴، از C به A

۱۰ **۲۸۹. در شکل مقابل اگر جریان عبوری از سیم راست و بلند کاهش یابد، جهت جریان القایی در حلقهٔ رسانا، ..... است و اگر جریان ثابت بماند و حلقهٔ رسانا را به سمت راست حرکت دهیم، جهت جریان القایی در حلقه ..... می‌شود.**

۱) ساعتگرد ـ ساعتگرد

۲) ساعتگرد ـ پادساعتگرد

۳) پادساعتگرد ـ ساعتگرد

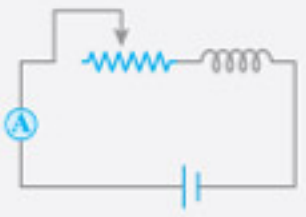
۴) پادساعتگرد ـ پادساعتگرد

القاگرها و پدیدهٔ خود ـ القاوری

القاگر

قطعه‌ای مانند سیم‌پیچ یا سیملوله است که برای تولید میدان مغناطیسی و ذخیرهٔ انرژی مغناطیسی استفاده می‌شود. القاگر را با نماد —ꕥꕥꕥ— در مدار نشان می‌دهند.

خود ـ القاوری



مداری مانند شکل مقابل را درنظر بگیرید که در آن رئوستا و القاگر به‌طور متوالی در مدار قرار دارند و کلید بسته و جریان در مدار برقرار است.

اگر مقاومت رئوستا را تغییر دهیم و مثلاً آن را کم کنیم، جریان مدار افزایش می‌یابد و در نتیجه میدان مغناطیسی و شار مغناطیسی عبوری از القاگر نیز زیاد می‌شود. با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فارادی، در القاگر نیروی محرکه‌ای القا می‌شود و بنابر قانون لنز این نیروی محرکه با زیادشدن جریان مخالفت می‌کند. این پدیده یعنی ایجاد نیروی محرکهٔ القایی توسط القاگر در خودش را پدیدهٔ خود ـ القاوری می‌نامند.

تذکر: پدیدهٔ خود ـ القاوری هنگامی در القاگر رخ می‌دهد که جریان عبوری از القاگر تغییر کند، یعنی جریان زیاد شود یا کم شود.

ضریب القاوری: ویژگی‌های فیزیکی هر القاگر، توسط ضریب القاوری آن تعیین می‌شود.

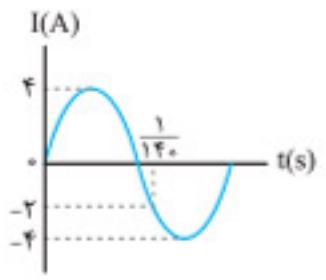
نکته

۱) یکای SI ضریب القاوری هانری نام دارد و آن را با H نشان می‌دهند.

۲) ضریب القاوری به عواملی مانند طول، تعداد حلقه‌ها، سطح مقطع و جنس هستهٔ درون القاگر بستگی دارد.

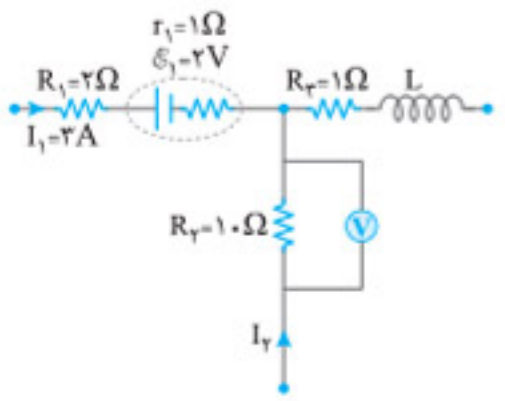
۳) ضریب القاوری به جریان گذرنده از القاگر بستگی ندارد.

۲ ۳۲۰. نمودار جریان متناوب سینوسی که توسط یک مولد جریان متناوب تولید شده است، مطابق شکل مقابل است. پیچه در هر دقیقه چند دور می‌چرخد؟



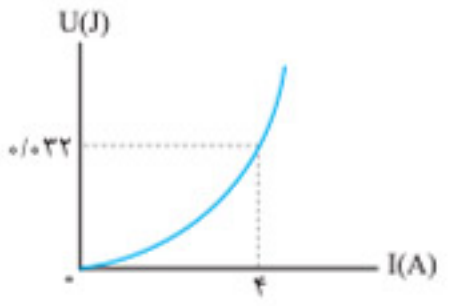
۱) ۳۵۰۰
۲) ۴۹۰۰
۳) ۷۰۰
۴) ۵۶۰۰

۳ ۳۲۱. در شکل روبه‌رو که قسمتی از یک مدار است، ولت‌سنج ایده‌آل عدد ۲۰V را نشان می‌دهد. انرژی ذخیره‌شده در القاگر L با ضریب القاوری ۱۰۰mH، چند میلی‌ژول است؟



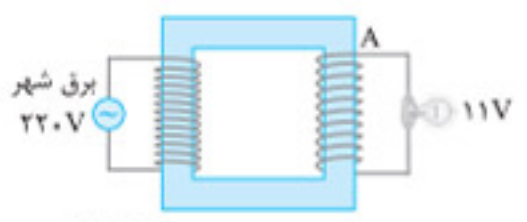
۱) ۸۰۰
۲) ۶۰۰
۳) ۲۲۵
۴) ۱۲۵۰

۴ ۳۲۲. شکل مقابل نمودار انرژی ذخیره‌شده در سیملوله برحسب جریان گذرنده از آن است. ضریب القاوری سیملوله چند میلی‌هانری است؟



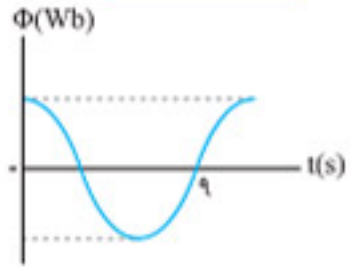
۱) ۱
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۴

۵ ۳۲۳. شکل زیر نمودار یک مبدل آرمانی را نشان می‌دهد. این مبدل ..... بوده و در..... خطوط انتقال استفاده می‌شود.



۱) کاهنده ـ انتهای
۲) کاهنده ـ ابتدای
۳) افزاینده ـ انتهای
۴) افزاینده ـ ابتدای

۶ ۳۲۴. شکل مقابل، نمودار تغییرات شار عبوری از یک پیچه را برحسب زمان نشان می‌دهد. اگر بیشینهٔ شار مغناطیسی عبوری از آن ۲۶mWb باشد، معادلهٔ شار عبوری از پیچه در SI کدام است؟

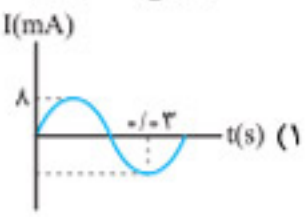


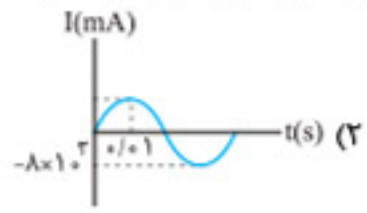
۱) $۳/۶\times۱۰^{-۲}\cos(\frac{\pi}{۶}t)$
۲) $۳/۶\times۱۰^{-۲}\cos(\frac{\pi}{۱۲}t)$
۳) $۳۶\cos(\frac{\pi}{۶}t)$
۴) $۳۶\cos(\frac{\pi}{۱۲}t)$

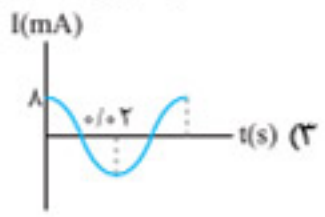
۷ ۳۲۵. اگر تمام مشخصات دو القاگر A و B یکسان اما جریان عبوری از القاگر A نصف جریان عبوری از القاگر B باشد، انرژی ذخیره‌شده در القاگر B چند برابر انرژی ذخیره‌شده در القاگر A است؟

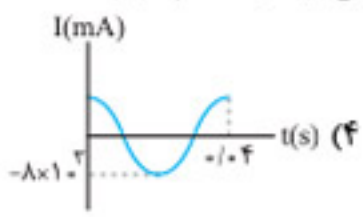
۱) ۲
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۱}{۴}$
۴) ۴

۸ ۳۲۶. معادلهٔ جریان متناوب یک مولد در SI به‌صورت $I=۸\sin(۵۰\pi t)$ است. نمودار مربوط به جریان این مولد به کدام صورت است؟

۱) 

۲) 

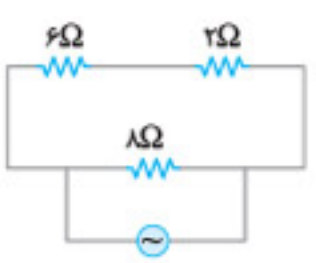
۳) 

۴) 

۹ ۳۲۷. یکای هانری در SI معادل با کدام‌یک از یکاهای زیر است؟

۱) $\frac{J}{A^۲}$
۲) $\frac{T.m}{s}$
۳) $A.s$
۴) $\frac{V}{s}$

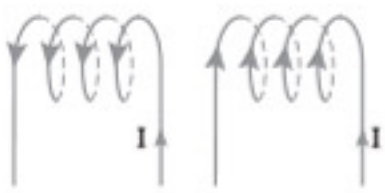
۱۰ ۳۲۸. معادلهٔ جریان متناوبی به‌صورت $I=۲۰\sin۵۰\pi t$ (در SI) است و این جریان از مداری مطابق شکل عبور می‌کند. توان مصرفی مدار در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۲۰۰}s$ چند وات است؟



۱) $۸۰۰\sqrt{۲}$
۲) ۸۰۰
۳) $۴۰۰\sqrt{۲}$
۴) صفر

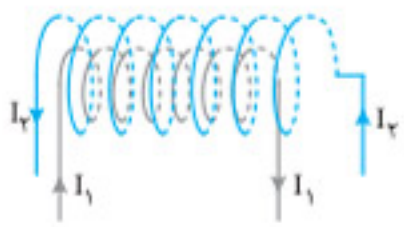
۴. در شکل‌های ارائه‌شده چهار سیم موازی در گوشه‌های مربع‌های مشابه قرار دارند و حامل جریان‌های مساوی هستند که به طرف داخل صفحه یا به خارج از آن عبور می‌کنند. بزرگی میدان مغناطیسی برایند در مرکز کدام مربع بیشتر است؟

۵. در شکل مقابل سیملوله‌ها مشابه یکدیگرند و نقطهٔ A روی عمودمنصف خط واصل دو سیملوله است. اگر عقربهٔ مغناطیسی در نقطهٔ A قرار گیرد به چه صورتی می‌ایستد؟



۱) ←
۲) →
۳) ↑
۴) ↓

۶. سیملولهٔ (۱) حامل جریان ۲ A بوده و در هر سانتی‌متر آن ۱۵ حلقه وجود دارد. سیملولهٔ (۲) در هر سانتی‌متر ۲۰ حلقه دارد و شعاع حلقه‌های آن ۱/۵ برابر سیملولهٔ (۱) است. چه جریانی از سیملولهٔ (۲) عبور کند تا میدان در مرکز مشترک دو سیملوله برابر صفر شود؟



۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۱/۵
۴) $\frac{۲}{۳}$

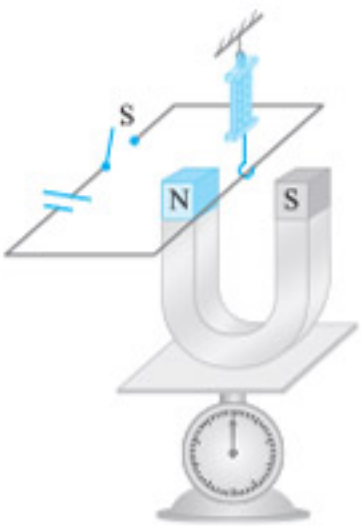
۷. اگر بدانیم بار نشان داده شده مثبت است، کدام گزینه جهت میدان مغناطیسی را درست نشان می‌دهد؟

۱) ←
۲) ↖
۳) ↙
۴) هر سه گزینه درست است.

۸. زاویهٔ یک سیم حامل جریان با خطوط میدان ۳۰° است. اگر سیم را ۲۰° نسبت به خطوط میدان بچرخانیم، نیروی وارد بر سیم نسبت به حالت قبل چه تغییری می‌کند؟

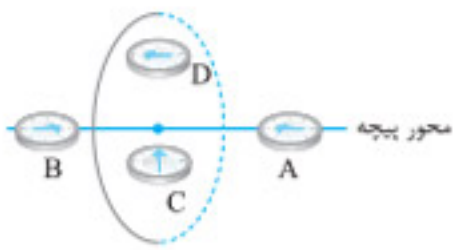
۱) $\sqrt{۳}$ برابر می‌شود.
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ برابر می‌شود.
۳) به صفر می‌رسد.
۴) بسته به شرایط گزینه‌های «۱» و «۳» می‌توانند درست باشند.

۹. در شکل مقابل با بستن کلید در مدار، جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. در این صورت اعدادی که نیروسنج و ترازو نشان می‌دهند چه تغییری می‌کند؟



۱) نیروسنج بیشتر، ترازو کمتر نشان می‌دهد.
۲) نیروسنج کمتر، ترازو بیشتر نشان می‌دهد.
۳) عمل و عکس‌العمل همدیگر را خنثی کرده تغییری در اعداد نشان داده شده به‌وجود نمی‌آید.
۴) نیروسنج ثابت، اما ترازو بیشتر نشان می‌دهد.

۱۰. اگر بدانیم عقربهٔ مغناطیسی در نقطهٔ A در جهت درست ترسیم شده است، در کدام نقطهٔ دیگر جهت عقربهٔ مغناطیسی درست است؟ (حلقه عمود بر صفحه قرار گرفته است.)



۱) B و D
۲) D
۳) C و D
۴) B و C

۱۱. در نمودار مقابل خانه‌های خالی (الف) و (ب) به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) فرومغناطیسی سخت ـ پارامغناطیسی
۲) پارامغناطیسی ـ فرومغناطیسی نرم
۳) فرومغناطیسی نرم ـ پارامغناطیسی
۴) فرومغناطیسی سخت ـ پارامغناطیسی

۱۷۱. ۱ ۲ ۳ ۴

نقشهٔ مفهومی کامل‌شده را می‌بینید:

۱۷۲. ۱ ۲ ۳ ۴

اولاً در مواد فرومغناطیس سخت، حجم حوزه‌ها به سختی تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اول بازنمی‌گردد. ثانیاً در مواد فرومغناطیس نرم، حجم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند، اما پس از حذف میدان خارجی به حالت اول برمی‌گردد.

۱۷۳. ۱ ۲ ۳ ۴

مواد پارامغناطیسی به‌دلیل داشتن دو قطبی‌های کاتوره‌ای در میدان مغناطیسی قوی خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند

۱۷۴. ۱ ۲ ۳ ۴

در مواد فرومغناطیسی در محدوده‌هایی، دوقطبی‌ها هم‌جهت می‌ایستند. به این ناحیه حوزهٔ مغناطیسی گفته می‌شود.

۱۷۵. ۱ ۳ ۴

آهن (خالص) در مجاورت میدان، تبدیل به آهنربای قوی، ولی موقت می‌گردد و فولاد به آهنربای دائمی تبدیل می‌شود.

۱۷۶. ۱ ۲ ۳ ۴

شکل (الف): وضعیت مادهٔ فرومغناطیسی در غیاب میدان خارجی است.

شکل (ب): وضعیت مادهٔ فرومغناطیسی در میدان ضعیف (منظور میدانی که نتوانسته تمام حوزه‌ها را یکی کند)

شکل (پ): وضعیت مادهٔ فرومغناطیسی در میدان قوی را نشان می‌دهد.

۱۷۷. ۱ ۲ ۴

اتم‌های مواد دیامغناطیسی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند به عبارت دیگر هیچ‌یک از اتم‌های این مواد دارای دوقطبی مغناطیسی خالص نیستند.

۱۷۸. ۱ ۳ ۴

آهن و فولاد هر دو فرومغناطیس هستند (**گزینهٔ ۴** درست)، آهن فرومغناطیس نرم است، یعنی در مجاورت میدان، خاصیت مغناطیسی‌اش از فولاد بیشتر اما با حذف میدان، آن را از دست می‌دهد، در حالی که فولاد خاصیت مغناطیسی خود را حفظ می‌کند (**گزینهٔ ۱ و ۳** درست).

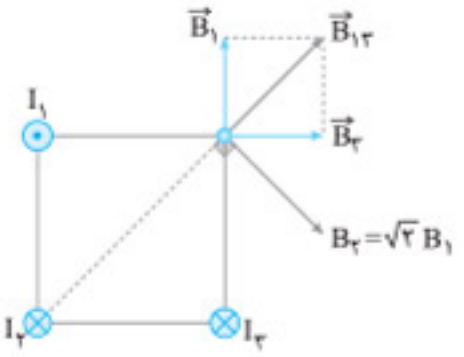
۱۷۹. ۱ ۳ ۴

اگر میدان خارجی آن‌چنان قوی باشد که تمام دوقطبی‌های فرومغناطیس نرم و سخت را با خود هم‌جهت کند، در آن صورت خاصیت مغناطیسی دو ماده با هم برابر خواهد بود.

آزمون مبحثی ۲

۱۸۰. ۱ ۲ ۳ ۴

چون جریان‌های I_1 و I_3 برابرند، پس اندازهٔ میدان حاصل از آن‌ها در نقطهٔ O یکسان است، ابتدا با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان سیم‌ها را در نقطهٔ O رسم می‌کنیم.



$\vec{B}_{13}$ برایند میدان حاصل از میدان‌های سیم‌های (۱) و (۳) است که اندازهٔ آن برابر است با: $B_{13} = \sqrt{2}B_1$

چون $B_{13} = B_2$ است، برایند حاصل از میدان‌های $\vec{B}_{13}$ و $\vec{B}_2$ در جهت افقی خواهد بود و در نتیجه عقربهٔ مغناطیسی در همان جهت میدان برایند قرار می‌گیرد.

۱۸۱. ۱ ۲ ۳ ۴

طبق قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان حلقه در مرکز آن و در محل سیم راست و بلند حامل جریان I'، به سمت پایین است.

بنابراین زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی و راستای سیم راست برابر با 180° است و طبق رابطهٔ $F' = BI'\ell\sin\theta$، چون $\sin 180^\circ = 0$ است، پس $F' = 0$ شده و در نتیجه سیم منحرف نمی‌شود.

۱۸۲. ۱ ۲ ۴

با استفاده از رابطهٔ بزرگی میدان مغناطیسی روی محور یک سیملوله آرمانی، داریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times500\times0/2}{20\times10^{-2}} = 2\pi\times10^{-4}\,T = 2\pi G$$

۱۸۳. ۱ ۲ ۳ ۴

هستهٔ پیچه‌ها و سیملوله‌ها را از مواد فرومغناطیسی نرم مانند آهن، کبالت و نیکل می‌سازند. در حالی‌که آلیاژ این مواد جزو مواد فرومغناطیسی سخت هستند.

گزینهٔ ۱: با توجه به متن صفحات ۸۳ و ۸۴ کتاب درسی درست است.

گزینهٔ ۲: با توجه به متن صفحهٔ ۸۴ کتاب درسی درست است.

گزینهٔ ۳: با توجه به متن صفحهٔ ۸۴ کتاب درسی درست است.

۱۸۴. ۱ ۳ ۴

مواد دیامغناطیسی به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی در این مواد گردد.

۱۸۵. ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا به کمک رابطهٔ بزرگی میدان مغناطیسی داخلی سیملوله، جریان عبوری از آن را محاسبه می‌کنیم.

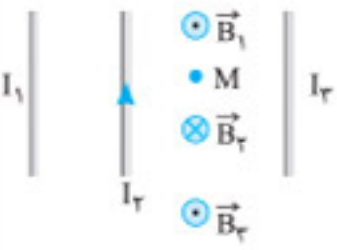
$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \Rightarrow \frac{\pi}{100} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times1250\times1}{0/5} \Rightarrow I = 10\,A$$

حال طبق قانون اهم، می‌توان نوشت:

$$V = IR = 10\times5 \Rightarrow V = 50\,V$$

۱۸۶. ۱ ۲ ۳

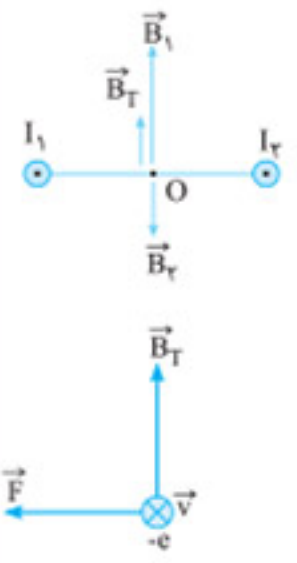
طبق قاعدهٔ دست راست، جهت میدان‌های مغناطیسی ناشی از جریان سیم‌های (۱) و (۳) را در نقطهٔ M به‌دست می‌آوریم که هر دو میدان برون‌سو هستند و حاصل آن‌ها برابر است با: $B_{1,3} = B_1 + B_3 = 0/02 + 0/07 = 0/09T$



طبق قاعدهٔ دست راست، جهت جریان سیم (۲) باید به سمت بالا باشد تا میدان مغناطیسی ناشی از آن در نقطهٔ M درون‌سو شود و نهایتاً میدان کل صفر گردد.

۱۸۷. ۱ ۲ ۳

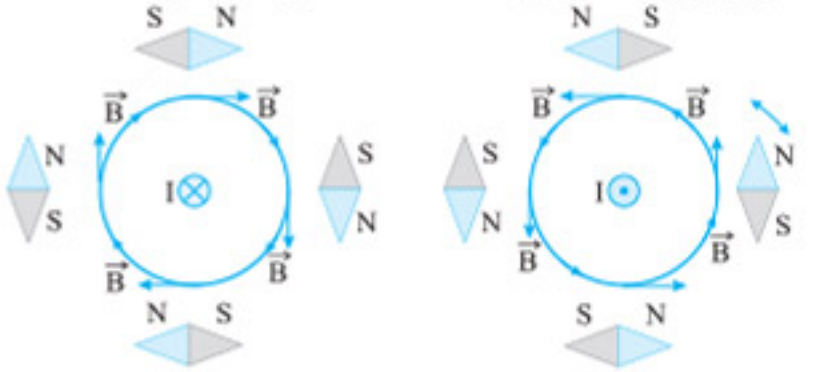
ابتدا با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت میدان برایند را در نقطهٔ O رسم می‌کنیم. چون جریان $I_1 > I_2$ و نقطهٔ O در وسط فاصلهٔ دو سیم است، پس میدان $\vec{B}_1$ از $\vec{B}_2$ بزرگ‌تر شده و برایند آن‌ها، به سمت بالا خواهد شد.



حال با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت نیروی وارد بر الکترون را تعیین می‌کنیم.

۱۸۸. ۱ ۲ ۳

طبق قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی اطراف یک سیم حامل جریان که عمود بر صفحهٔ کاغذ است به‌صورت زیر است:

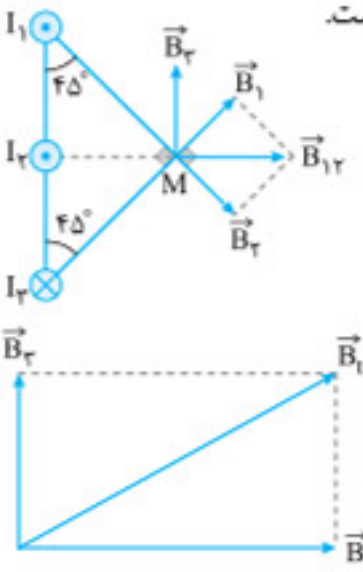


توجه کنید که قطب N عقربهٔ مغناطیسی، جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ را نشان می‌دهد، پس تنها **گزینهٔ ۴** صحیح است.

۱۸۹. ۲ ۳ ۴

می‌دانیم که جهت میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم حامل جریان در یک نقطه از قاعدهٔ دست راست تعیین می‌شود و این میدان بر خط واصل آن نقطه تا سیم عمود است.

چون $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ با هم برابر و برهم عمودند، برایندشان مطابق شکل به سمت راست خواهد شد.



دو بردار $\vec{B}_3$ و $\vec{B}_{12}$ نیز برهم عمودند و برایندشان $\vec{B}_T$ مطابق شکل خواهد شد.

عقربهٔ مغناطیسی قرار داده‌شده در نقطهٔ M در جهت $\vec{B}_t$ قرار می‌گیرد.

۱۹۰. ۱ ۲ ۳

با توجه به جهت جریان در پیچه، پایین پیچه قطب S می‌شود. با توجه به این‌که دو قطب همنام یکدیگر را می‌رانند، نیرویی که پیچه به آهنربا وارد می‌کند رو به پایین می‌شود و ترازو عدد بیشتری را نشان می‌دهد. ضمناً با کاهش فاصلهٔ پیچه از آهنربا، نیروی رانشی بین آن‌ها نیز بیشتر می‌شود.

۱۹۱. ۲ ۳ ۴

با استفاده از رابطهٔ $B = \mu_0 \frac{I}{d}$ می‌توان نوشت:

$$B = 4\pi\times10^{-7}\times\frac{10}{0/1\times10^{-3}} = 4\pi\times10^{-2}T \Rightarrow B = 400\pi(G)$$

۱۹۲. ۲ ۳ ۴

با توجه به داده‌های مسئله خواهیم داشت:

$$A = 40\times10 = 400cm^2 = 0/04m^2 \ , \ B = 100G = 0/01T$$

$$\Phi = BA\cos\theta = 0/01\times0/04\times\frac{1}{2} = 2\times10^{-4}Wb$$

۱۹۳. ۱ ۲ ۳

زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر صفحه (سطح حلقه) و میدان مغناطیسی در این حالت $\theta = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ است.

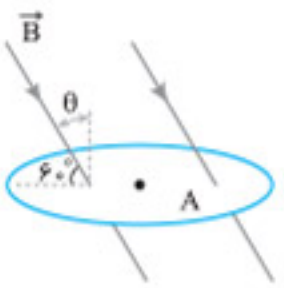
$$\Phi = BA\cos30^\circ \Rightarrow \Phi = 0/004\times200\times10^{-4}\times\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \Phi = 4\sqrt{3}\times10^{-5}Wb$$

۱۹۴. ۲ ۳ ۴

چون زاویهٔ میدان با صفحه $\alpha = 60^\circ$ است پس:

$$\alpha + \theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \theta = 30^\circ$$



$$\Phi = BA\cos\theta = BA\times\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\xrightarrow{\Phi_{max}=BA} \Phi = \frac{\sqrt{3}}{2}\Phi_{max}$$

۱۹۵. ۱ ۲ ۳

حلقه در حالت $\theta = 0$ بیشترین مقدار شار مغناطیسی را از خود عبور می‌دهد: پس داریم: $(\cos\theta = 1)$

$$\Phi_m = BA \Rightarrow 4\times10^{-3} = 0/2\times A$$

$$\Rightarrow A = 0/02m^2 = 200cm^2$$

۱۹۶. ۱ ۳ ۴

صفحهٔ ABF با خطوط میدان موازی است $(\theta = \frac{\pi}{2})$ پس شار مغناطیسی گذرنده از این صفحه صفر است.

$$\Phi_{ABF} = AB\cos\theta \xrightarrow{\theta=\frac{\pi}{2}} \Phi_{ABF} = 0$$

با توجه به این‌که جهت میدان، موازی محور zها است، پس دو صفحهٔ AFED و BFEC نسبت به میدان روبه‌روی هم محسوب می‌شوند.

$$\Phi_{BFEC} = \Phi_{AFED} = BA\cos\theta$$

$$= \frac{1}{2}\times(0/2\times0/4)\times1 = 0/04Wb = 40mWb$$

۱۹۷. ۱ ۳ ۴

تذکر: در حل چنین تست‌هایی، باید به چند موضوع توجه داشته باشید. (یادتان هم نرود منظور از θ زاویهٔ بین میدان با نیم‌خط عمود بر صفحه است.)

۱ اگر میدان با صفحه‌ای موازی باشد $(\theta=\frac{\pi}{۲})$، شار مغناطیسی گذرنده از صفحه صفر است.

۲ اگر میدان بر صفحه‌ای عمود باشد $(\theta=۰)$، شار مغناطیسی گذرنده از صفحه بیشینه خواهد بود.

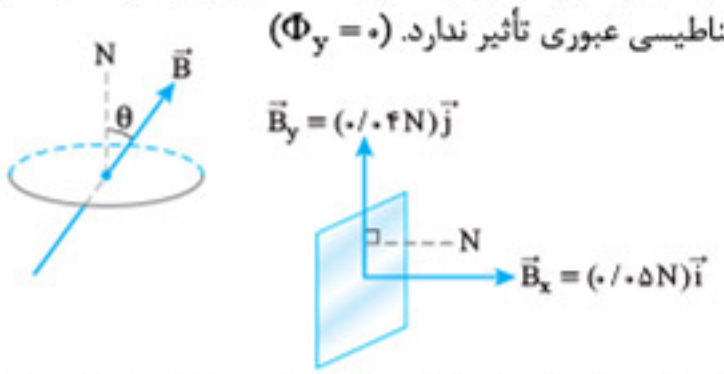
بنابراین اگر میدان مغناطیسی به شکل $\vec{B}=B_x\vec{i}+B_y\vec{j}$ باشد و صفحه در امتداد محور xها باشد می‌توانیم فرض کنیم میدان شامل دو مؤلفهٔ B_x و B_y است. در این صورت $B_x\vec{i}$ چون موازی صفحه است، شار حاصل از این مؤلفه صفر بوده و شار مغناطیسی تولیدشده توسط مؤلفهٔ عمودی $B_y\vec{j}$ است.

میدان را به دو مؤلفه‌اش تجزیه می‌کنیم. صفحه موازی محور xها است. پس مؤلفهٔ $\vec{B}_x$ شار مغناطیسی تولید نمی‌کند و شار مغناطیسی توسط $\vec{B}_y$ تولید می‌شود.

$$\begin{cases}\vec{B}=B_x\vec{i}+B_y\vec{j}=۲\vec{i}+۵\vec{j}\ (T)\\ A=(۲)^۲=۴m^۲\ (\text{در امتداد محور } x\text{ها})\end{cases}$$
$$\Rightarrow \Phi=B_y\times A\times\cos\theta=۵\times۴=۲۰Wb$$

۱۹۸. ۱ ۲ ۳

بردار میدان مغناطیسی دو مؤلفهٔ $\vec{B}_x$ و $\vec{B}_y$ دارد. با توجه به این‌که سطح قاب مربع‌شکل، عمود بر محور x است، بنابراین مؤلفهٔ $\vec{B}_y$ در شار مغناطیسی عبوری تأثیر ندارد. $(\Phi_y=۰)$



$$A=a^۲=(۰/۲)^۲=۰/۰۴m^۲\ ,\ B=۵۰۰G=۵\times۱۰^{-۲}T$$
$$\Phi=\Phi_x=B_xA\cos۰=۰/۰۵\times۰/۰۴=۰/۰۰۲\ Wb$$

۱۹۹. ۴ ۱ ۲

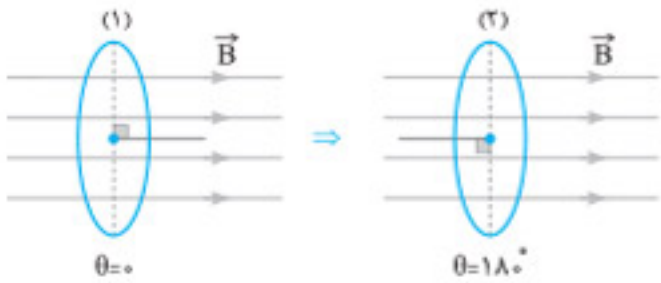
قراموش نکنید در رابطهٔ $\Phi=BA\cos\theta$، θ زاویهٔ میدان با نیم‌خط عمود بر صفحه است: نه زاویه با خود صفحه. $A=۲\times۱/۵=۳m^۲$

حالت اول:
$\theta_۱=۹۰^\circ-۳۰^\circ=۶۰^\circ$
$$\Rightarrow \Phi_۱=BA\cos\theta_۱=۰/۲۵\times۳\times\frac{۱}{۲}=۰/۳۷۵Wb$$

حالت دوم:
$\theta_۲=۹۰^\circ-۵۳^\circ=۳۷^\circ$
$$\Rightarrow \Phi_۲=BA\cos\theta_۲=۰/۲۵\times۳\times۰/۸=۰/۶Wb$$
$$\Delta\Phi=\Phi_۲-\Phi_۱=۰/۲۲۵Wb$$

۲۰۰. ۱ ۲ ۳

با گردش حلقه نیم خط عمود بر آن نیز ۱۸۰° می‌چرخد. اگر در حالت اول زاویهٔ نیم خط با میدان مغناطیسی را $\theta=۰$ در نظر بگیریم این زاویه در حالت دوم $\theta'=۱۸۰^\circ$ خواهد شد.



پس با استفاده از رابطهٔ شار مغناطیسی می‌توان در دو حالت مقدار شار را حساب کرد:

$$\Phi=BA\cos\theta\xrightarrow{A=\pi r^۲}\Phi=۱۰^{-۳}\times۳\times(۰/۰۵)^۲\times\cos۰$$
$$\Rightarrow \Phi=۷۵\times۱۰^{-۷}Wb$$
$$\Phi'=۱۰^{-۳}\times۳\times۰/۰۵^۲\times\cos۱۸۰^\circ\Rightarrow\Phi'=-۷۵\times۱۰^{-۷}Wb$$

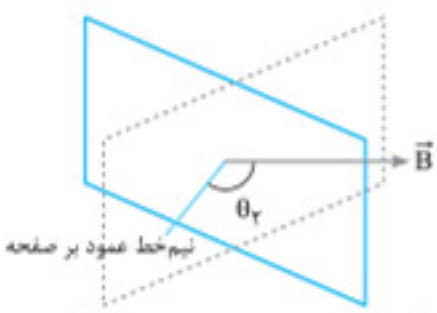
اکنون تغییر شار مغناطیسی را حساب می‌کنیم:

$$\Delta\Phi=-۷۵\times۱۰^{-۷}-۷۵\times۱۰^{-۷}=-۱/۵\times۱۰^{-۵}Wb$$
$$\Rightarrow|\Delta\Phi|=۱/۵\times۱۰^{-۵}Wb$$

۲۰۱. ۴ ۱ ۲

در اکثر مسائل کتاب درسی، تنها حالتی مورد بحث قرار گرفته که زاویهٔ میدان و صفحه کمتر از ۹۰° و در نتیجه شار مغناطیسی مثبت است. ولی ضرورت دارد برای زاویهٔ بیش از ۹۰° هم شما بتوانید شار مغناطیسی را محاسبه کنید. در چنین شرایطی، با توجه به نسبت‌های مثلثاتی بدیهی است شار مغناطیسی منفی خواهد شد.

$$\theta_۱=۹۰^\circ-۳۷^\circ=۵۳^\circ$$
$$\Phi_۱=BA\cos\theta_۱$$
$$\Rightarrow \Phi_۱=۲\times۰/۶\times۰/۶$$
$$\Rightarrow \Phi_۱=۰/۷۲Wb$$



$$\Phi_۲=BA\cos\theta_۲$$
$$\Rightarrow \Phi_۲=۲\times۰/۶\times(-\frac{۱}{۲})$$
$$\Rightarrow \Phi_۲=-۰/۶Wb$$
$$\Rightarrow \Delta\Phi=\Phi_۲-\Phi_۱=-۰/۶-۰/۷۲=-۱/۳۲Wb$$

۲۰۲. ۱ ۲ ۳

به دلیل تغییر سطح، شار مغناطیسی تغییر می‌کند. دقت کنید در رابطهٔ شار مغناطیسی، زاویهٔ میدان با نیم‌خط عمود بر صفحه مهم است.

$$\theta=\frac{\pi}{۲}-\alpha\Rightarrow\theta=\frac{\pi}{۲}-\frac{\pi}{۶}=\frac{\pi}{۳}$$

$$\begin{cases}\Phi_۱=BA_۱\cos\theta=۰/۴\times(۱\times۱)\times\frac{۱}{۲}=۰/۲Wb\\ \Phi_۲=BA_۲\cos\theta=۰/۴\times(۱\times۲/۵)\times\frac{۱}{۲}=۰/۵Wb\end{cases}$$
$$\Rightarrow\Delta\Phi=\Phi_۲-\Phi_۱=۰/۳Wb$$

۲۰۳. ۴ ۲ ۳

ابتدا مساحت اولیه را محاسبه می‌کنیم. با توجه به زاویهٔ $\frac{\pi}{۶}$، می‌توانیم بگوییم که سطح قوس $\frac{۱}{۱۲}$ یک دایرهٔ کامل است.

$$A_{OAB}=\frac{\pi R^۲}{۱۲}=\frac{\pi(۰/۱)^۲}{۱۲}=\frac{\pi}{۱۲۰۰}(m^۲)$$
$$\Phi_۱=BA_۱\cos\theta=۱/۵\times\frac{\pi}{۱۲۰۰}\times۱=\frac{\pi}{۸۰۰}(Wb)$$