

فصل اول

الکتريسيه مي ساكن

۱- فصل اول الکتربیسیتیه ساکن

۱-۱- مقدمه

اگر قطعه‌ای **کهربا** مالش داده شود سپس به خرده‌های کاه نزدیک گردد، خرده‌های کاه به سوی کهربا کشیده می‌شود. امروزه می‌دانیم علت جذب شدن خرده‌های کاه به وسیله‌ی کهربا، **نیروی الکتربیکی** است.

کهربا در زبان یونانی ب معنی **الکترون** است.

در این فصل به بررسی **پارها در حالت ساکن (الکتربیسیتیه ساکن)** پرداخته می‌شود.

۱-۲- بار الکتربیکی

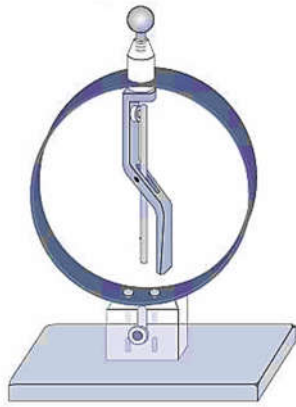
وقتی دو جسم را با یکدیگر **مالش** داده می‌شوند، هر دو جسم دارای **بار الکتربیکی** خواهند شد.

<p>دو میله‌ی پلاستیکی با پارچه پشمی مالش داده می‌شوند.</p> <p>اگر دو میله پلاستیکی به یکدیگر نزدیک شوند، یکدیگر را دفع می‌کنند.</p>	<p>دو میله‌ی شیشه‌ای با پارچه ابریشمی مالش داده می‌شوند.</p> <p>اگر دو میله شیشه‌ای به یکدیگر نزدیک شوند، یکدیگر را دفع می‌کنند.</p>	<p>میله‌های شیشه‌ای و ابریشمی یکدیگر را جذب می‌کنند.</p> <p>پارچه ابریشمی میله شیشه‌ای را به طرف خود جذب می‌کند.</p> <p>پارچه پشمی میله‌ی پلاستیکی را به طرف خود جذب می‌کند.</p>

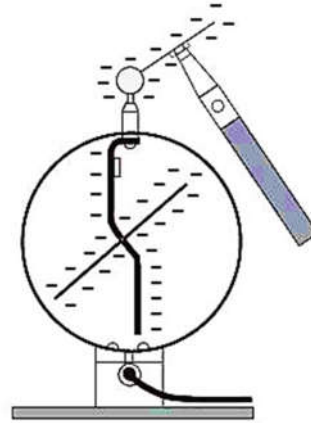
نوع باری که جسم بر اثر مالش پیدا می‌کند براساس جدول سری **تریوالکتربیک** مشخص می‌شود.

۱-۲-۱- الکتروسکوپ

باردار بودن یک جسم و نوع بار آن را می‌توان با الکتروسکوپ تعیین شود.



الکتروسکوپ بدون بار



الکتروسکوپ دارای بار منفی

واحد بار الکتریکی در SI کولن $[C]$ است.

یک کولن، مقدار بار الکتریکی بسیار زیادی است. هر آذرخش تقریباً $10C$ بار الکتریکی به زمین منتقل می‌کند.

در این فصل غالباً با بارهایی از مرتبه‌ی **میکروکولن** $[\mu C]$ و **نانوکولن** $[nC]$ سروکار داریم.

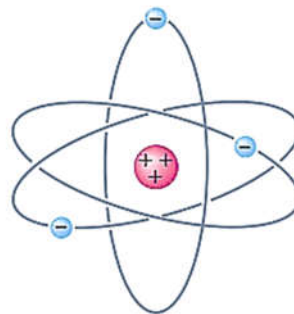
۱-۲-۲- پایستگی بار و کوانتیده بودن بار الکتریکی

در اجسام دو نوع بار الکتریکی وجود دارد، بار الکترون‌ها منفی و بار پروتون‌ها مثبت است.

اندازه‌ی بار منفی الکترون دقیقاً برابر

اندازه‌ی بار مثبت پروتون است.

$$|p| = |-e|$$



شکل ۱-۱ مدل ساده‌ای از اتم؛ بار الکترون‌ها منفی و بار پروتون‌ها مثبت است.

در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها برابر تعداد پروتون‌های هسته است.

$$n_p = n_e$$

$$n_p (+e) + n_e (-e) = \underbrace{[n_p - n_e]}_{n_p = n_e} e = 0$$

جمع جبری همه‌ی بارهای اتم دقیقاً برابر صفر است.

اندازه‌ی بار الکتریکی هر الکترون $e = 1.6 \times 10^{-19} [C]$ است.

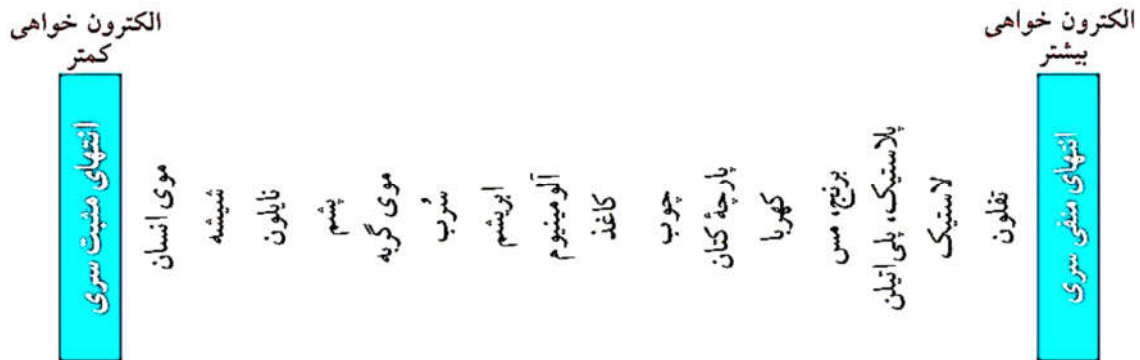
وقتی گفته می‌شود یک جسم دارای بار الکتریکی است، در واقع تعداد الکترون‌های جسم تغییر می‌کند یعنی

جسم الکترون از دست داده باشد $n_e < n_p \Rightarrow$ بار جسم مثبت است

جسم الکترون گرفته باشد $n_e > n_p \Rightarrow$ بار جسم منفی است

اگر دو جسم با یکدیگر مالش داده شوند، جسمی الکترون از دست می‌دهد دارای بار مثبت و جسمی که الکترون می‌گیرد دارای بار منفی می‌شود.

نوع بار هر جسم با استفاده از سری **تریپول‌الکتریک** تعیین می‌شود.



۱-۲-۲-۱- پایستگی بار الکتریکی

بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود و فقط از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود. به این اصل، **پایستگی بار الکتریکی** گفته می‌شود.

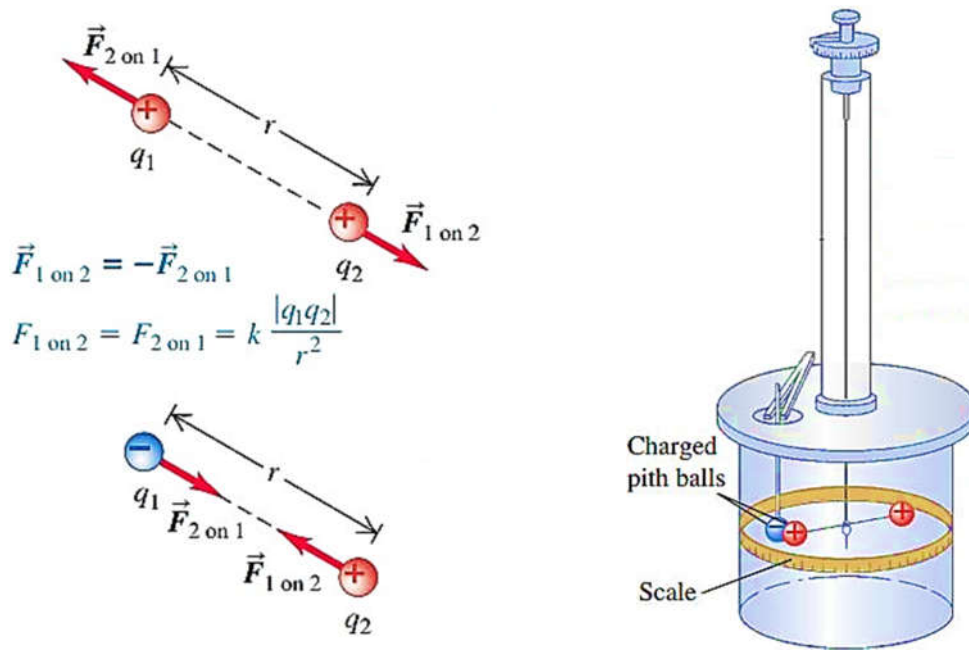
۱-۲-۲-۲- کوانتیده بودن بار الکتریکی

بار الکتریکی اجسام مضرب صحیحی از اندازه‌ی بار بنیادی (e) است.

$$q = \pm n e \quad \frac{1}{2} = 0.5 \quad , \quad \frac{1}{4} = 0.25 \quad , \quad \frac{1}{8} = 0.125 \quad , \quad \frac{1}{16} = 0.0625 \quad , \quad \frac{1}{32} = 0.03125$$

۳-۱- نیروی الکتریکی

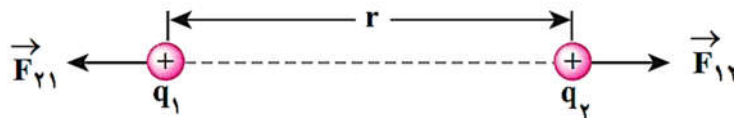
اجسام باردار بر هم نیرو وارد می کنند. این نیروها ممکن است **رپایشی (جاذبه)** یا **رانشی (دافعه)** باشند. **شارل آگوستین کولن** با استفاده از **ترازوی پیچشی**، **اندازهی نیروی الکتریکی** بین دو جسم باردار را محاسبه کند.



۱-۳-۱- قانون کولن

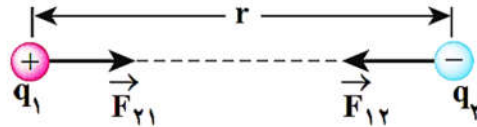
دو جسم باردار بر یکدیگر نیرو وارد می کنند، نیرویی که دو جسم باردار بر هم وارد می کنند، **نیروی الکتریکی** نام دارد.

اگر بارهای الکتریکی دو جسم همنام باشند، یعنی هر دو مثبت یا هر دو منفی باشند، این نیرو، رانشی (دافعه) است.



شکل ۲-۱- نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، رانشی (دافعه) است.

در حالی که اگر بار الکتریکی یک جسم مثبت و بار الکتریکی دیگری منفی باشد، این نیرو، ربایشی (جاذبه) خواهد بود.



شکل ۳-۱ نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی غیرهمنام، ربایشی (جاذبه) است.

نیرویی که بار q_1 الکتریکی به بار الکتریکی q_2 وارد می کند.
 $\vec{F}_{1on2} = \vec{F}_{12}$
 نیرویی که بار q_2 الکتریکی به بار الکتریکی q_1 وارد می کند.
 $\vec{F}_{2on1} = \vec{F}_{21}$
 نیروهای الکتریکی که دو ذره باردار به یکدیگر وارد می کنند، هم اندازه، در یک راستا و در جهت های مخالف یکدیگرند. (قانون سوم نیوتون)
 $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$
 $|\vec{F}_{12}| = -|\vec{F}_{21}|$

نیروی الکتریکی بین دو جسم، به عوامل زیر بستگی دارد:

I. بزرگی نیروی الکتریکی ربایشی (جاذبه) یا رانشی (دافعه) بین دو ذره با بارهای q_1 و q_2 با حاصلضرب اندازه دو بار الکتریک رابطه مستقیم دارد.

$$|\vec{F}| \propto q_1 q_2$$

II. بزرگی نیروی الکتریکی با مجذور فاصله ی بین دو بار الکتریکی q_1 و q_2 رابطه عکس دارد.

$$|\vec{F}| \propto \frac{1}{r^2}$$

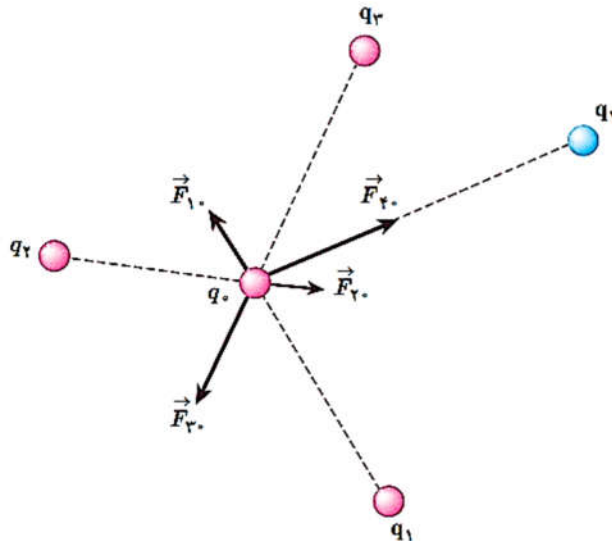
$$|\vec{F}| = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

قانون کولن :

بزرگی نیروی الکتریکی بین دو ذره با بارهای q_1 و q_2 که در فاصله r از یکدیگر قرار دارند، با حاصلضرب اندازه ی بار دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله ی دو ذره از هم، نسبت وارون دارد.

۱-۴- برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی

اگر n ذره‌ی باردار داشته باشیم، نیروی الکتریکی \vec{F} وارد بر بار دلخواه q_0 ، برابر است با جمع جبری نیروی هر یک از بارهای $q_1, q_2, q_3, q_4, \dots, q_n$ که بر بار q_0 وارد می‌کنند.



$$\vec{F}_{R0} = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} + \vec{F}_{40} + \dots + \vec{F}_{n0} \quad , \quad \begin{cases} \vec{F}_{10} = F_{10}^x \hat{i} + F_{10}^y \hat{j} \\ \vec{F}_{20} = F_{20}^x \hat{i} + F_{20}^y \hat{j} \\ \vec{F}_{30} = F_{30}^x \hat{i} + F_{30}^y \hat{j} \\ \vec{F}_{40} = F_{40}^x \hat{i} + F_{40}^y \hat{j} \\ \vdots \\ \vec{F}_{n0} = F_{n0}^x \hat{i} + F_{n0}^y \hat{j} \end{cases}$$

$$\vec{F}_{R0} = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} + \vec{F}_{40} + \dots + \vec{F}_{n0}$$

$$\vec{F}_{R0} = (F_{10}^x \hat{i} + F_{10}^y \hat{j}) + (F_{20}^x \hat{i} + F_{20}^y \hat{j}) + (F_{30}^x \hat{i} + F_{30}^y \hat{j}) + \dots + (F_{n0}^x \hat{i} + F_{n0}^y \hat{j})$$

$$\vec{F}_{R0} = \underbrace{(F_{10}^x + F_{20}^x + F_{30}^x + \dots + F_{n0}^x)}_{F_{R0}^x} \hat{i} + \underbrace{(F_{10}^y + F_{20}^y + F_{30}^y + \dots + F_{n0}^y)}_{F_{R0}^y} \hat{j}$$

$$\vec{F}_{R0} = F_{R0}^x \hat{i} + F_{R0}^y \hat{j} \quad , \quad |\vec{F}_{R0}| = F_{R0} = \sqrt{(F_{R0}^x)^2 + (F_{R0}^y)^2} \quad , \quad \tan \alpha = \frac{F_{R0}^y}{F_{R0}^x}$$

$\begin{cases} F_{R0}^x < 0 \\ F_{R0}^y > 0 \end{cases} \Rightarrow \theta = \pi - \alpha$ <p style="text-align: center;">دوم ربع</p>	$\begin{cases} F_{R0}^x > 0 \\ F_{R0}^y > 0 \end{cases} \Rightarrow \theta = \alpha$ <p style="text-align: center;">اول ربع</p>
$\begin{cases} F_{R0}^x < 0 \\ F_{R0}^y < 0 \end{cases} \Rightarrow \theta = \pi + \alpha$ <p style="text-align: center;">سوم ربع</p>	$\begin{cases} F_{R0}^x > 0 \\ F_{R0}^y < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \theta = 2\pi - \alpha \\ \theta = -\alpha \end{cases}$ <p style="text-align: center;">چهارم ربع</p>

سوال ۱-۱

دو بار مشابه Q در فاصله معینی، نیروی F را به یکدیگر وارد می کنند، $2\mu C$ از بار یکی برداشته و به دیگری اضافه می کنیم، در همان فاصله نیروی بین دو بار $\frac{15}{16}F$ می شود. Q چند میکروکولن است؟

سوال ۲-۱

دو بار مشابه Q در فاصله معینی، نیروی $640N$ را به یکدیگر وارد می کنند، **چند درصد** از بار یکی برداشته و به دیگری اضافه می کنیم، تا در همان فاصله نیروی بین دو بار $600N$ شود؟

سوال ۳-۱

دو بار مشابه Q در فاصله معینی، نیروی F را به یکدیگر وارد می کنند، اگر 20 درصد از بار یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم، سپس فاصله بین دو بار را 50 درصد کاهش دهیم نیروی بین دو بار چند F می شود؟

سوال ۴-۱

دو بار الکتریکی هم نام $q_1 = 8\mu C$ و q_2 در فاصله r ، نیروی F را بر هم وارد می کنند. اگر 25 درصد از بار q_1 را برداشته و به q_2 اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله ی بارها نیروی متقابل بین آن ها 50 درصد افزایش می یابد. مقدار اولیه ی q_2 چند میکروکولن است؟

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) (سراسری ریاضی ۸۹)

سوال ۱-۵ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۵)

دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 از فاصله‌ی ۲۷ سانتی‌متری بر یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی ۶۴ نیوتون وارد می‌کنند. آن‌ها را چند سانتی‌متر به هم نزدیک کنیم تا بزرگی نیروی الکتریکی که به

یکدیگر وارد می‌کنند برابر با ۸۱N شود؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

۲۴ (۱) ۳ (۲) ۱۰ (۳) ۵ (۴)

سوال ۱-۶

ذره‌ی A به جرم m و بار الکتریکی q و ذره‌ی B به جرم ۲m و بار الکتریکی ۲q در نزدیکی هم قرار دارند. اگر تنها نیروی وارد بر این ذره‌ها، نیروی الکتریکی متقابل آن‌ها باشد و تحت آن نیروها ذرات شتاب بگیرند، شتاب ذره‌ی A چند برابر شتاب ذره‌ی B خواهد شد؟

۱/۴ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) (آزمایش سلیش ۸۹)

سوال ۱-۷

دو بار الکتریکی q و 2q در فاصله‌ی d نیروی F را به هم وارد می‌کنند، اگر بار -q را وسط این دو بار قرار دهیم نیروی وارد بر q چند F است؟

سوال ۸-۱ (سراسری ریاضی ۹۴)

دو گلوله فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می باشند، از فاصله ۳۰ سانتی متری، نیروی جاذبه ۴ نیوتون بر یکدیگر وارد می کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+3\mu\text{C}$

خواهد شد. بار اولیه گلوله ها بر حسب میکروکولن کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

- (۱) ۱۲ و -۶ (۲) ۱۰ و -۴ (۳) ۹ و -۳ (۴) ۸ و -۲

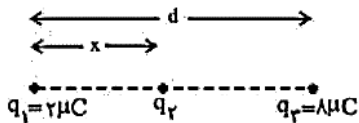
سوال ۹-۱

دو کره فلزی کوچک و یکسان دارای بار الکتریکی $2q$ و $-3q$ در فاصله d ، نیروی F_1 را به هم وارد می کنند. دو کره را به همدیگر تماس داده سپس در همان فاصله قبل از همدیگر قرار می دهیم. اگر نیروی

بین دو کره در این حالت F_2 می شود، نسبت $\frac{|F_2|}{|F_1|}$ چیست؟

سوال ۱۰-۱ (آزمون قلمچی تیر ماه ۹۵)

مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه ای بر روی یک پاره خط قرار دارند. اگر برابندی نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارها از طرف دو بار دیگر برابر با صفر باشد، بار الکتریکی q_2 چند میکروکولن است؟



- (۱) $-\frac{2}{9}$ (۲) $+\frac{2}{9}$ (۳) $-\frac{8}{9}$ (۴) $+\frac{8}{9}$

سوال ۱-۱۱

دو کره ی فلزی که روی پایه های عایقی قرار دارند، دارای بار الکتریکی هستند. اندازه ی نیروی الکتریکی بین این دو کره با فاصله ی d برابر F است. اگر آن دو را به هم تماس داده و دوباره در همان فاصله قرار دهیم، اندازه ی نیرو F' می شود. کدام رابطه بین F و F' برقرار است؟

(سراسری ریاضی ۷۶)

$F < F'$ (۲)

$F > F'$ (۱)

(۴) بسته به شرایط، هر کدام ممکن است صحیح باشد.

$F = F'$ (۳)

سوال ۱-۱۲

چهار بار الکتریکی در رأس های مستطیلی مطابق شکل قرار دارند. نیروی وارد بر بار $q_۲$ چند نیوتون است؟

(سراسری ریاضی ۹۰ فارغ از کشور)

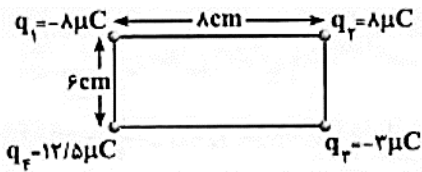
$(k = ۹ \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2)$

۳۰ (۱)

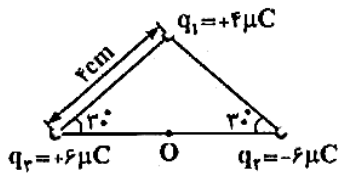
۶۰ (۲)

$۶\sqrt{۱۰}$ (۳)

$۹\sqrt{۱۰}$ (۴)



سوال ۱-۱۳



سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در سه رأس یک مثلث ثابت شده‌اند. نیروی وارد بر بار $q_4 = 1 \mu\text{C}$ واقع در نقطه‌ی O ، در وسط خط واصل دو بار q_2 و q_3 چند نیوتون است؟

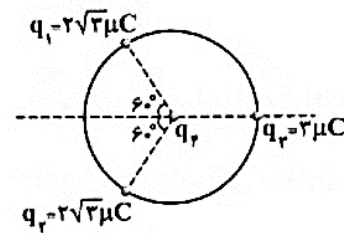
- (سراسری ریاضی ۸۴) ۹۰ (۲)
 ۹۰√۲ (۴)

۴۵ (۱)

۴۵√۳ (۳)

سوال ۱-۱۴

مطابق شکل، سه بار نقطه‌ای روی محیط دایره‌ای به شعاع 10 cm ، ثابت نگه داشته شده‌اند و بار چهارم (q_4) در مرکز دایره قرار دارد. اگر برابندی نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر $8/1$ نیوتون باشد، بار مثبت q_4 چند میکروکولن است؟ (بارهای الکتریکی مثبت، و $k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$ است.)



۱ (۱)

۲ (۲)

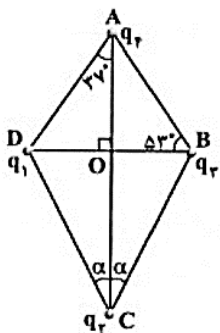
۲۰ (۳)

۱۰ (۴)

سوال ۱-۱۵

چهار ذره‌ی باردار مطابق شکل در یک صفحه قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی وارد بر بار q_4 از طرف بارهای دیگر برابر صفر باشد، زاویه‌ی α کدام است؟ ($q_4 = 64 \text{ nC}$ ، $q_1 = q_3 = -10 \text{ nC}$) ($\sin 37^\circ = 0.6$ ، $AO = 4 \text{ cm}$)

(سراسری تجربی ۸۹)



۳۷° (۱)

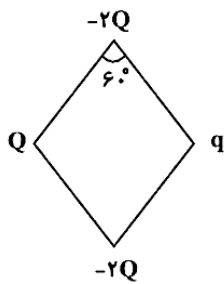
۵۳° (۲)

$\text{Arc tan } 2$ (۳)

$\text{Arc tan } \frac{1}{2}$ (۴)

سوال ۱-۱۶ (آزمون قلمچی مهر ماه ۹۵)

چهار بار الکتریکی نقطه‌ای در چهار رأس لوزی شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر بار Q در حال تعادل باشد،

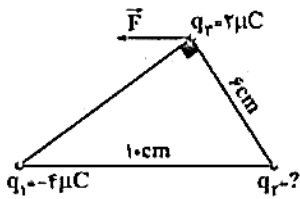


$\frac{q}{Q}$ کدام است؟

- ۱ (۱)
- ۱ (۲)
- ۲ (۳)
- ۲ (۴)

سوال ۱-۱۷

سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برابند نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند (نیروی \vec{F}) موازی با قاعده‌ی مثلث است. بار q_3 چند میکروکولن است؟



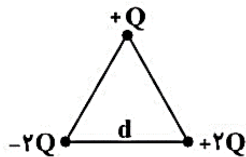
- ۴ (۲) (سراسری ریاضی ۸۸ مارچ لا کشور)
- $\frac{27}{16}$ (۴)

- ۳ (۱)
- $\frac{9}{4}$ (۳)

سوال ۱-۱۸ (آزمون قلمچی مهر ماه ۹۵)

سه بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل در رئوس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع d قرار دارند. نیروی

الکتریکی برابند وارد بر بار $+Q$ برابر با کدام گزینه است؟



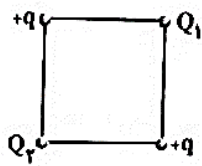
(۲) $\frac{2kQ^2}{d^2}$

(۴) $\frac{kQ^2}{d^2}$

(۱) $\frac{4kQ^2}{d^2}$

(۳) $\frac{2\sqrt{3}kQ^2}{d^2}$

سوال ۱۹-۱



در چهار رأس مربعی چهار بار نقطه‌ای به شکل روبه‌رو قرار دارد. اگر براینند نیروهای وارد بر بار Q_1 برابر صفر باشد، کدام گزینه صحیح است؟

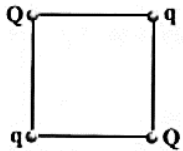
(۱) بار Q_1 الزاماً منفی است.

(۲) بارهای Q_1 و Q_2 الزاماً همنام‌اند.

(۳) بارهای Q_1 و Q_2 الزاماً غیرهمنام‌اند.

(۴) بار Q_2 الزاماً منفی است.

سوال ۲۰-۱



بارهای الکتریکی q و Q مطابق شکل در ۴ رأس مربع قرار دارند. اگر براینند نیروهای وارد بر بار Q صفر باشد، نسبت $\frac{Q}{q}$ کدام است؟

(۱) $2\sqrt{2}$

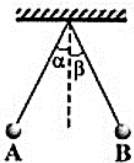
(۲) $\sqrt{2}$

(۳) $-\sqrt{2}$

(۴) $-2\sqrt{2}$

سوال ۲۱-۱

در شکل روبه‌رو گلوله‌های باردار از دو نخ با طول مساوی آویزانند و زاویه‌ی انحراف آن‌ها از راستای قائم برابر α و β بوده و اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر آن‌ها F_A و F_B است. اگر $q_A > q_B$ و $m_A < m_B$ باشد، کدام رابطه‌ی زیر درست است؟ (آزمایش سنش ۸۶)



(۱) $\alpha = \beta$ و $F_A = F_B$

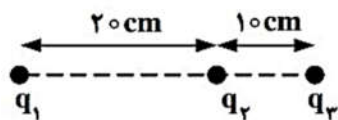
(۲) $\alpha > \beta$ و $F_A = F_B$

(۳) $\alpha > \beta$ و $F_A > F_B$

(۴) $\alpha = \beta$ و $F_A < F_B$

سوال ۲۲-۱ (سراسری تجربی ۹۳)

در شکل روبه‌رو، براینند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای نقطه‌ای برابر صفر است. کدام است $\frac{q_3}{q_2}$ ؟



(۱) -4

(۲) $+4$

(۳) $-\frac{9}{4}$

(۴) $\frac{9}{4}$

۱-۵- میدان الکتریکی

هر جسمی که دارای بار الکتریکی باشد در اطراف خود خاصیتی به نام **میدان الکتریکی** ایجاد می‌کند.

۱-۵-۱- محاسبه‌ی میدان الکتریکی

برای محاسبه میدان الکتریکی اطراف یک جسم باردار در هر نقطه از فضا، یک بار آزمون مثبت $+1[C]$ قرار داده می‌شود سپس نیروی الکتریکی وارده شده به بار آزمون از طرف جسم باردار را محاسبه می‌کنند.

$$|\vec{F}_A| = k \frac{qq_0}{r^2}, \quad \vec{E}_A = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

$$\Rightarrow |\vec{E}_A| = \frac{|\vec{F}_A|}{q_0} = \frac{k \frac{q q_0}{r^2}}{q_0} = k \frac{q}{r^2} \quad \text{اندازه میدان الکتریکی}$$



اندازه‌ی میدان الکتریکی $|\vec{E}_A|$ با اندازه‌ی بار q رابطه‌ی مستقیم و با مجذور فاصله r^2 رابطه‌ی وارون دارد.

$$|\vec{E}_A| \propto q$$

$$|\vec{E}_A| \propto \frac{1}{r^2}$$

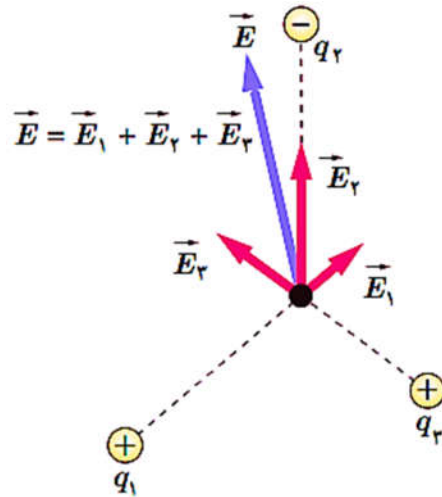
واحد میدان الکتریکی $\frac{N}{C}$ است.

۱-۵-۱-۱- نکته

میدان الکتریکی کمیتی برداری است و با نیروی الکتریکی در نقطه‌ی A هم‌جهت است.

$$\vec{E}_A \parallel \vec{F}_A$$

۱-۵-۲- بر هم نهی میدان های الکتریکی



$$\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4 + \dots + \vec{E}_n \quad , \quad \begin{cases} \vec{E}_1 = E_1^x \hat{i} + E_1^y \hat{j} \\ \vec{E}_2 = E_2^x \hat{i} + E_2^y \hat{j} \\ \vec{E}_3 = E_3^x \hat{i} + E_3^y \hat{j} \\ \vec{E}_4 = E_4^x \hat{i} + E_4^y \hat{j} \\ \vdots \\ \vec{E}_n = E_n^x \hat{i} + E_n^y \hat{j} \end{cases}$$

$$\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4 + \dots + \vec{E}_n$$

$$\vec{E}_R = (E_1^x \hat{i} + E_1^y \hat{j}) + (E_2^x \hat{i} + E_2^y \hat{j}) + (E_3^x \hat{i} + E_3^y \hat{j}) + \dots + (E_n^x \hat{i} + E_n^y \hat{j})$$

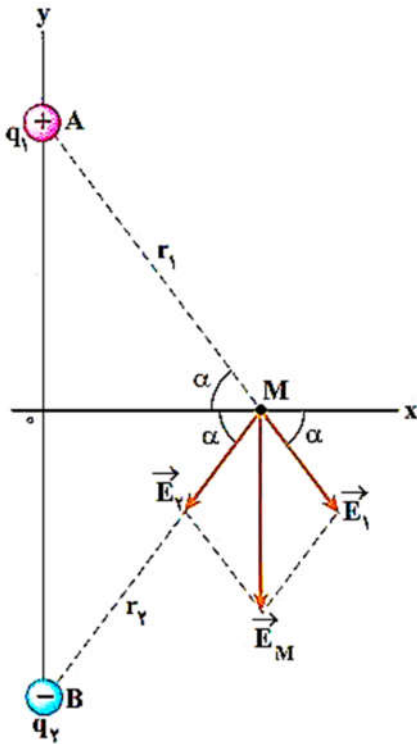
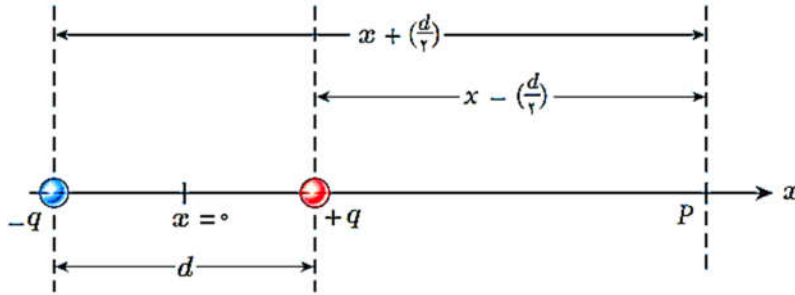
$$\vec{E}_R = \underbrace{(E_1^x + E_2^x + E_3^x + \dots + E_n^x)}_{E_R^x} \hat{i} + \underbrace{(E_1^y + E_2^y + E_3^y + \dots + E_n^y)}_{E_R^y} \hat{j}$$

$$\vec{E}_R = E_R^x \hat{i} + E_R^y \hat{j} \quad , \quad |\vec{E}_R| = E_R = \sqrt{(E_R^x)^2 + (E_R^y)^2} \quad , \quad \tan \alpha = \frac{E_R^y}{E_R^x}$$

$\begin{cases} E_R^x < 0 \\ E_R^y > 0 \end{cases} \Rightarrow \theta = \pi - \alpha$ <p>دفع دوم</p>	$\begin{cases} E_R^x > 0 \\ E_R^y > 0 \end{cases} \Rightarrow \theta = \alpha$ <p>دفع اول</p>
$\begin{cases} E_R^x < 0 \\ E_R^y < 0 \end{cases} \Rightarrow \theta = \pi + \alpha$ <p>دفع سوم</p>	$\begin{cases} E_R^x > 0 \\ E_R^y < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \theta = 2\pi - \alpha \\ \theta = -\alpha \end{cases}$ <p>دفع چهارم</p>

۱-۵-۳- دو قطبی الکتریکی

به آرایش که دو بار الکتریکی q و $-q$ در فاصله d روی یک محور قرار داشته باشند، **دوقطبی الکتریکی** گفته می شود.



سوال ۲۳-۱

میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای $20 \mu\text{C}$ در فاصله‌ی یک متری آن، چند نیوتون بر کولن است؟ (سراسری ریاضی ۸۰)

- (۱) 2×10^2 (۲) 2×10^6 (۳) $1/8 \times 10^4$ (۴) $1/8 \times 10^5$

سوال ۲۴-۱

میدان الکتریکی در فاصله‌ی 20 سانتی‌متری از بار q برابر E است. چند سانتی‌متر دیگر از این بار دور شویم تا میدان الکتریکی 75 درصد کاهش یابد؟ (سراسری تهرانی ۸۲ فارغ از کشور)

- (۱) 10 (۲) 20 (۳) 30 (۴) 40

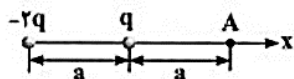
سوال ۲۵-۱

شدت میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصله‌ی r برابر E است. شدت میدان الکتریکی حاصل از بار $3q$ در فاصله‌ی $2r$ چند E است؟ (سراسری ریاضی ۷۱)

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

سوال ۲۶-۱

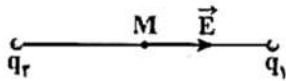
میدان الکتریکی حاصل از بارهای شکل روبه‌رو در نقطه‌ی A ، کدام است؟ ($q > 0$) (سراسری ریاضی ۷۴)



- (۱) در جهت مثبت x ، $\frac{rkq}{ra^2}$
 (۲) در جهت منفی x ، $\frac{kq}{ra^2}$
 (۳) در جهت مثبت x ، $\frac{kq}{ra^2}$
 (۴) در جهت منفی x ، $\frac{rkq}{ra^2}$

سوال ۱-۲۷

میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه M روی خط واصل بارها،



مطابق شکل روبه‌رو است. نوع بار الکتریکی آن‌ها به ترتیب کدام‌اند؟ (سراسری ریاضی ۸۳)

(۲) منفی-مثبت

(۱) منفی-منفی

(۴) بسته به شرایط هر کدام از گزینه‌های دیگر می‌تواند درست باشد.

(۳) مثبت-مثبت

سوال ۱-۲۸

دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-Q_1$ و $+Q_2$ در فاصله یک متری از هم قرار دارند. اگر در نقطه‌ای بین دو بار و به فاصله‌ی 40 سانتی‌متری

از بار $-Q_1$ ، اندازه‌ی میدان الکتریکی هریک از بارها برابر باشد، نسبت اندازه‌ی دو بار الکتریکی $\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)$ کدام است؟

(سراسری تیزر ۸۶ فارغ از کشور)

(۲) $1/50$

(۱) $1/25$

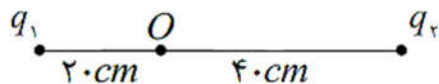
(۴) $2/50$

(۳) $2/25$

سوال ۱-۲۹

در شکل مقابل دو بار الکتریکی به فاصله‌ی 60 cm از هم قرار دارند. برآیند میدان در نقطه‌ی O برابر E

است. اگر بار q_2 خنثی شود. اندازه‌ی میدان در نقطه‌ی O ، $\frac{E}{2}$ می‌شود. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ را محاسبه کنید.



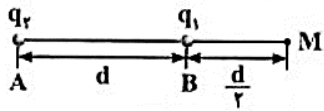
(۴) ۴

(۳) ۲

(۲) -۲

(۱) -۴

سوال ۱-۳۰



دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقاط A و B مطابق شکل قرار دارند. شدت میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر \vec{E} می‌باشد. اگر بار q_1 را خنثی کنیم شدت میدان در همان نقطه $-\frac{\vec{E}}{3}$

(سراسری ریاضی ۸۶ فارغ از کشور)

می‌شود، نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

$\frac{3}{2}$ (۴)

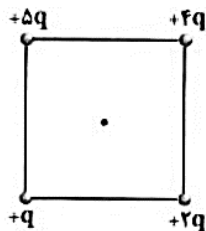
$-\frac{3}{2}$ (۳)

$\frac{9}{4}$ (۲)

$-\frac{9}{4}$ (۱)

سوال ۱-۳۱

اگر در یک رأس از مربعی بار q قرار گیرد، اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از آن در مرکز مربع E است. حال اگر در چهار رأس همان مربع بارهای الکتریکی مطابق شکل قرار گیرند، اندازه‌ی میدان الکتریکی در مرکز آن چند برابر E می‌شود؟ (سراسری ریاضی ۸۵)



$\sqrt{2}$ (۱)

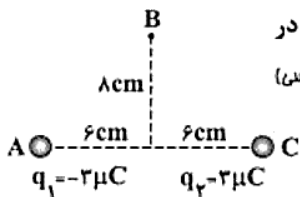
$2\sqrt{2}$ (۲)

$\frac{2}{3}\sqrt{2}$ (۳)

$3\sqrt{2}$ (۴)

سوال ۱-۳۲

دو بار الکتریکی مطابق شکل، در نقاط A و C قرار گرفته‌اند. میدان الکتریکی حاصل از این دو بار در نقطه‌ی B، نیوتون بر کولن و در جهت می‌باشد. (کتاب درس)



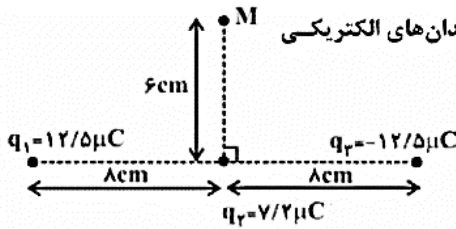
\leftarrow و $32/4 \times 10^5$ (۲)

\rightarrow و $16/2 \times 10^5$ (۱)

\leftarrow و $16/2 \times 10^5$ (۴)

\rightarrow و $32/4 \times 10^5$ (۳)

سوال ۱-۳۳ (آزمون قلمچی تیر ماه ۹۵)



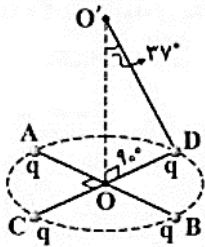
مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در مکان خود ثابت شده‌اند. بزرگی برآیند میدان‌های الکتریکی

حاصل از بارها در نقطه‌ی M چند نیوتون بر کولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

- (۱) $18\sqrt{2} \times 10^6$
 (۲) $6\sqrt{2} \times 10^6$
 (۳) 6×10^6
 (۴) 18×10^6

سوال ۱-۳۴

دو قطر عمود برهم AB و CD از یک دایره‌ی افقی را در نظر گرفته و چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در نقاط A، B، C، D قرار می‌دهیم. اگر میدان الکتریکی هر یک از بارها در نقطه‌ی O' (نشان داده شده در شکل) برابر $5 \times 10^4 N/C$ باشد، برآیند میدان الکتریکی حاصل در نقطه‌ی O' چند نیوتون بر



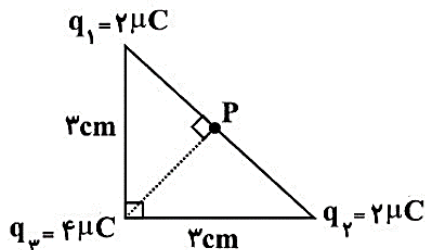
(سراسری ریاضی ۸۸)

کولن است؟ $(\cos 37^\circ = 0.8)$

- (۱) 8×10^4
 (۲) $6/4 \times 10^4$
 (۳) $1/6 \times 10^5$
 (۴) 2×10^5

سوال ۱-۳۵ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۵)

در شکل زیر، اندازه‌ی میدان الکتریکی برآیند ناشی از بارهای نقطه‌ای q_1 ، q_2 و q_3 در نقطه‌ی P کدام است؟

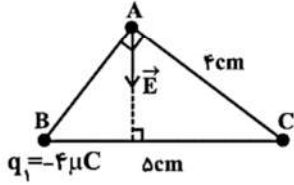


$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

- (۱) $2\sqrt{2} \times 10^7$
 (۲) 4×10^7
 (۳) $4\sqrt{2} \times 10^7$
 (۴) 8×10^7

سوال ۱-۳۶ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۶)

مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای در رأس‌های B و C ثابت شده‌اند. اگر برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار در نقطه A، عمود بر قاعده BC مثلث باشد، اندازه برآیند میدان‌های الکتریکی ناشی از بارها در نقطه A برابر



چند $\frac{N}{C}$ است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}, \cos 53^\circ = 0.6)$

5×10^7 (۲)

3×10^7 (۱)

4×10^7 (۴)

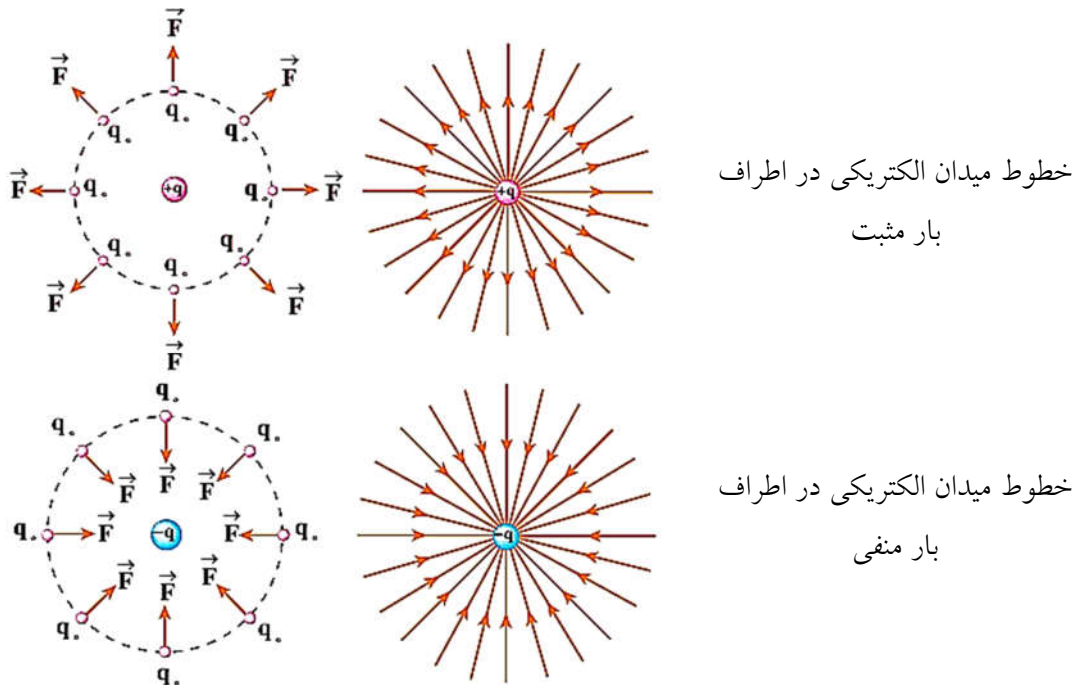
6×10^7 (۳)

۱-۵-۴- خطوط میدان الکتریکی

بارهای الکتریکی در فضای اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد می‌کنند. برای نشان دادن میدان الکتریکی از خطوط جهت‌داری استفاده می‌شود که اصطلاحاً خطوط میدان الکتریکی نامیده می‌شوند.

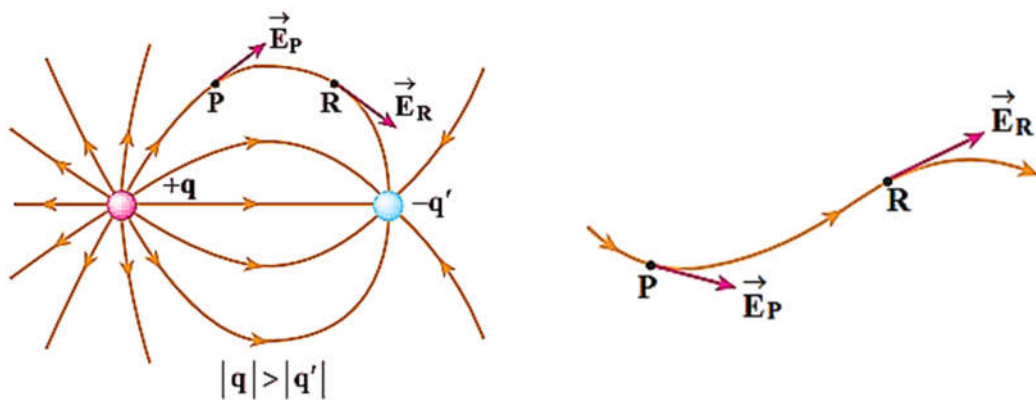
۱-۵-۴-۱- نکته

خطوط میدان الکتریکی در هر نقطه، با نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی که در آن نقطه قرار دارند هم‌جهت و موازی هستند.



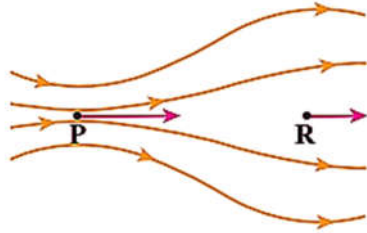
۱-۵-۴-۲- نکته

میدان الکتریکی در هر نقطه، بر خطوط میدان که از آن نقطه می‌گذرند، مماس و هم‌جهت هستند.



۱-۵-۴-۳-نکته

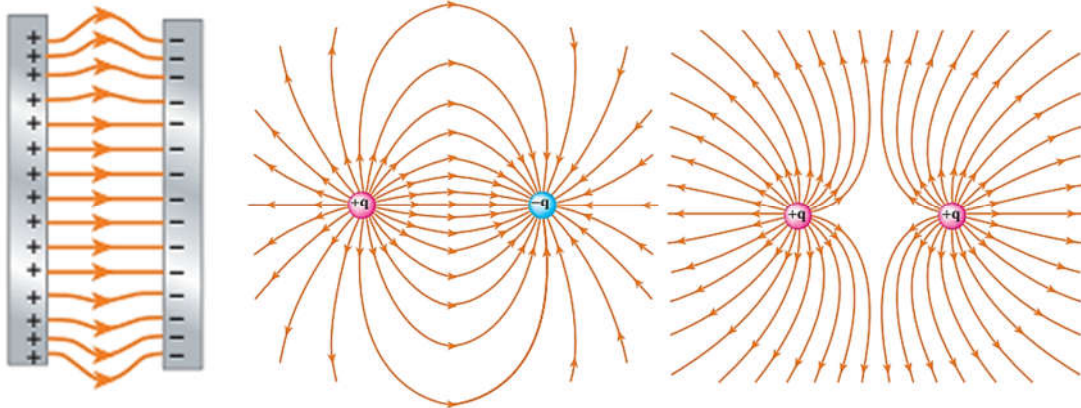
در هر نقطه که میدان قوی تر باشد، خطوط میدان به یکدیگر نزدیک تر و فشرده تر هستند.



$$\vec{E}_p > \vec{E}_R$$

۱-۵-۴-۴-نکته

خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی کنند، یعنی از هر نقطه از فضا فقط یک خط میدان می گذرد. به بیان دیگر در هر نقطه از فضا یک میدان الکتریکی وجود دارد که همان میدان الکتریکی برآیند است.



میدان الکتریکی

یکنواخت بین دو

صفحه ی رسانا

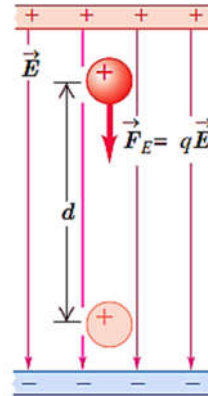
$$|q_1| = |q_2|$$

$$|q_1| = |q_2|$$

۶-۱- نیروی وارد بر بار الکتریکی درون در میدان الکتریکی

اگر یک بار الکتریکی درون یک میدان الکتریکی قرار گیرد، به بار الکتریکی نیرو وارد می شود. این نیرو برابر است با

$$\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow |\vec{F}| = q|\vec{E}|$$



۶-۱-۱- آزمایش قطره- روغن میلیکان

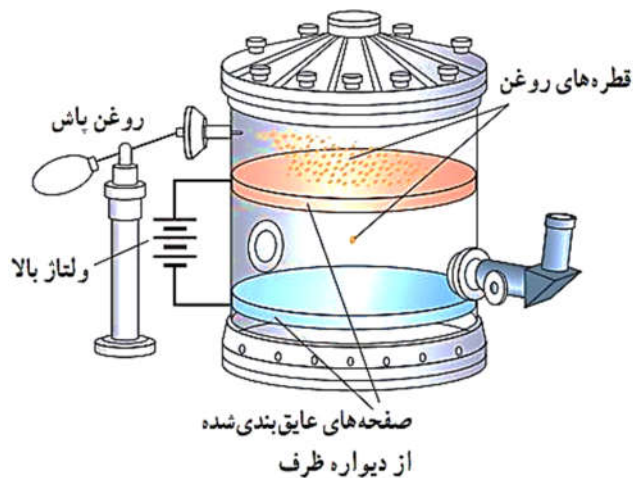
بین دو ورقه فلزی موازی و افقی میدان الکتریکی قائم یکنواخت قابل تنظیم برقرار است.

قطره های روغن از درون روزنه های روی ورقه بالایی به فضای بین دو ورقه وارد می شدند.

قطره های روغن با خروج از دهانه ی روزنه باردار می شوند.

میلیکان با قطع و وصل کردن میدان الکتریکی حرکت قطره های روغن را بررسی کرد.

میلیکان با در نظر گرفتن مقاومت هوا، بار الکتریکی و نیروی الکتریکی وارد بر هر قطره را محاسبه کرد.



سوال ۱-۳۷

ذره‌ای به جرم ۴ گرم و بار الکتریکی $2\mu\text{C}$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت $4 \times 10^4 \text{ N/C}$ قرار می‌دهیم. اندازه‌ی شتاب حاصل از نیروی الکتریکی وارد بر این ذره، چند برابر اندازه‌ی شتاب گرانش زمین است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (آزمایش سنبلش ۸۹)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

سوال ۱-۳۸

در یک نقطه از فضا بر بار $5 \times 10^{-5} \mu\text{C}$ نیروی $\vec{F} = -400\vec{i} + 300\vec{j}$ بر حسب نیوتون وارد می‌شود. اندازه‌ی میدان الکتریکی در این نقطه بر حسب N/C کدام است؟ (سراسری ریاضی ۸۱ فارغ از کشور)

- (۱) ۲۰۰۰ (۲) ۲۰۰۰۰ (۳) ۱۰۰۰ (۴) ۱۰۰۰۰

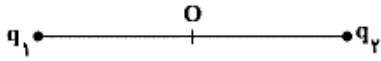
سوال ۱-۳۹

ذره‌ای به جرم ۱۰ گرم و بار الکتریکی ۵- میکروکولن در یک میدان الکتریکی یکنواخت بدون تکیه‌گاه به حالت سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \text{ m/s}^2$ باشد، میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و جهت آن به کدام سمت است؟ (سراسری ریاضی ۸۵ فارغ از کشور)

- (۱) 2×10^4 ، بالا (۲) 2×10^4 ، پایین (۳) 5×10^5 ، بالا (۴) 5×10^5 ، پایین

سوال ۱-۴۰ (آزمون قلمچی مهر ماه ۹۵)

در شکل زیر میدان برابند در نقطه‌ی O وسط خط واصل دو بار برابر با \vec{E} است. اگر بار q_1 خنثی شود، میدان در نقطه‌ی O در خلاف جهت میدان قبلی می‌شود. در این صورت کدام گزینه‌ی زیر الزاماً صحیح است؟



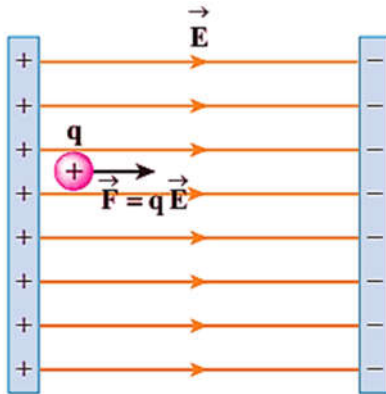
$$(1) \frac{q_1}{q_2} > 0$$

$$(2) \frac{q_1}{q_2} < 0$$

$$(3) |q_1| = |q_2|$$

$$(4) |q_1| < |q_2|$$

۷-۱- انرژی پتانسیل الکتریکی

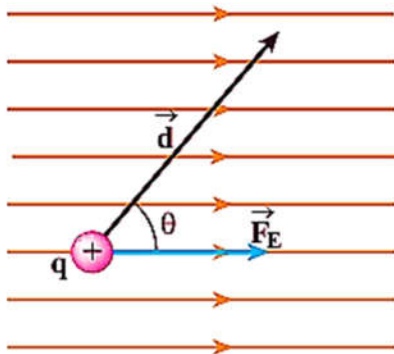


$$\begin{cases} \Delta U = -W_E \\ W_E = \Delta K = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) \\ \Delta U = -\Delta K \end{cases}$$

اگر بار الکتریکی q از کنار صفحه مثبت رها شود، به طرف صفحه منفی حرکت می‌کند و بتدریج به انرژی جنبشی آن زیاد می‌شود.

تغییرات انرژی پتانسیل یک ذره‌ی باردار در یک میدان الکتریکی \vec{E} در یک جابجایی مشخص برابر است با منفی کار انجام شده توسط نیروی الکتریکی در همان جابجایی

۷-۱-۱- تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار الکتریکی درون میدان الکتریکی یکنواخت



$$\begin{cases} W_E = F_E d \cos \theta \\ F_E = qE \end{cases} \Rightarrow W_E = qE d \cos \theta$$

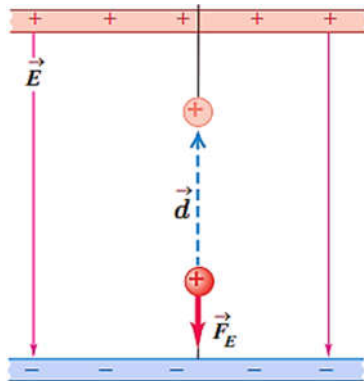
$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = -qE d \cos \theta$$

θ زاویه بین \vec{E} و جابجایی \vec{d} در نظر گرفته شود.

q	بر حسب کولن [C]
$ \vec{E} $	بر حسب $\frac{N}{C}$
\vec{d}	بر حسب [m]
ΔU_E	بر حسب [J]

۱-۷-۱-۱ نکته

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برای هر ذره باردار (چه مثبت و چه منفی) به **بزرگی میدان الکتریکی**، **جابجایی** و **بار الکتریکی** بستگی دارد.



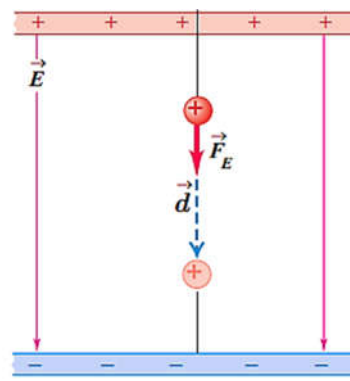
$$\Delta U_E = -qE d \cos \theta$$

$$\begin{cases} \theta = 180 \Rightarrow \cos 180 = -1 \\ q = +e \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = -(+e) E d (-1) = eEd > 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = eEd > 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_E > 0 \Rightarrow U_2 - U_1 > 0 \Rightarrow U_2 > U_1$$



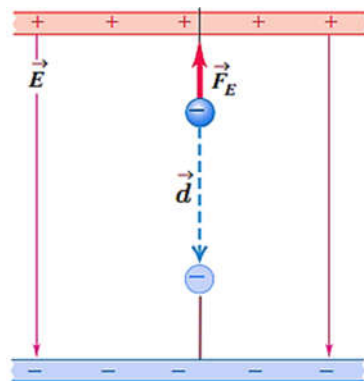
$$\Delta U_E = -qE d \cos \theta$$

$$\begin{cases} \theta = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1 \\ q = +e \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = -(+e) E d = -eEd < 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = -eEd < 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_E < 0 \Rightarrow U_2 - U_1 < 0 \Rightarrow U_2 < U_1$$



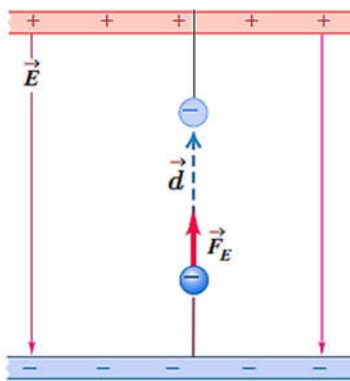
$$\Delta U_E = -qE d \cos \theta$$

$$\begin{cases} \theta = 0 \Rightarrow \cos 0 = 1 \\ q = -e \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = -(-e) E d = eEd > 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = eEd > 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_E > 0 \Rightarrow U_2 - U_1 > 0 \Rightarrow U_2 > U_1$$



$$\Delta U_E = -qE d \cos \theta$$

$$\begin{cases} \theta = 180 \Rightarrow \cos 180 = -1 \\ q = -e \end{cases}$$

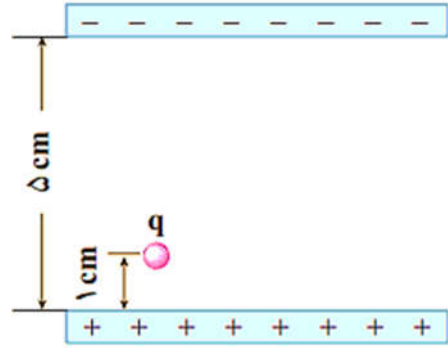
$$\Rightarrow \Delta U_E = -(-e) E d (-1) = eEd < 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = -eEd < 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_E < 0 \Rightarrow U_2 - U_1 < 0 \Rightarrow U_2 < U_1$$

سوال ۴۱-۱

غباری به جرم 10^{-8} g و بار الکتریکی 10^{-15} بین دو صفحه به فاصله 5 cm از فاصله 1 cm یک سانتی متری صفحه پایینی رها می شود. اگر اندازه میدان الکتریکی $1.2 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ باشد، چند ثانیه طول می کشد تا به صفحه بالایی برسد؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



سوال ۴۲-۱

اگر در آزمایش قطره‌ی روغن میلیکان، قطره‌ی روغنی به جرم $8.2 \times 10^{-15} \text{ kg}$ درون میدان الکتریکی به بزرگی $10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ و رو به پایین، معلق باشد. تعداد الکترون‌هایی که این قطره جذب کرده یا از دست داده است، چقدر است؟



سوال ۱-۴۳ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

ذره‌ای باردار به جرم یک گرم را در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $\frac{N}{C} \times 10^2$ که در راستای قائم و

جهت آن رو به بالا است، رها می‌کنیم. اگر ذره با شتاب $\frac{m}{s^2} \times 15$ به سمت پایین سقوط کند، بار آن چند

میکروکولن است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

۱۲۵ (۲)

۲۵ (۱)

-۱۲۵ (۴)

-۲۵ (۳)

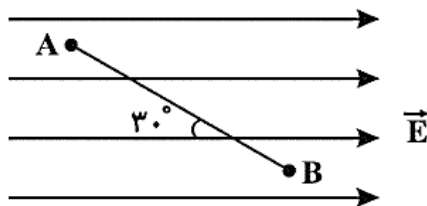
سوال ۱-۴۴ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

مطابق شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $E = 5 \times 10^3 \frac{N}{C}$ ، ذره‌ی باردار $q = -2 \mu C$ از

نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌شود ($\overline{AB} = 2m$). اگر ذره از نقطه‌ی B به اندازه‌ی $\sqrt{3}m$ موازی با خطوط

میدان و در خلاف جهت میدان جابه‌جا شده تا به نقطه‌ی C برسد، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره از A تا C

چگونه تغییر می‌کند؟



(۱) 10^{-2} ژول کاهش می‌یابد.

(۲) 10^{-2} ژول افزایش می‌یابد.

(۳) $\sqrt{3} \times 10^{-2}$ ژول افزایش می‌یابد.

(۴) تغییری نمی‌کند.

سوال ۱-۴۵ (آزمون قلمچی مهر ماه ۹۵)

دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 2\mu\text{C}$ و $q_2 = -4\mu\text{C}$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌شوند. اگر کار میدان الکتریکی وارد بر بار q_1 در این جابه‌جایی 0.6 میلی‌ژول بیش‌تر از کار میدان الکتریکی وارد بر بار q_2 در این جابه‌جایی باشد، $V_B - V_A$ چند ولت است؟

(۱) ۱۰۰

(۲) ۵۰

(۳) -۱۰۰

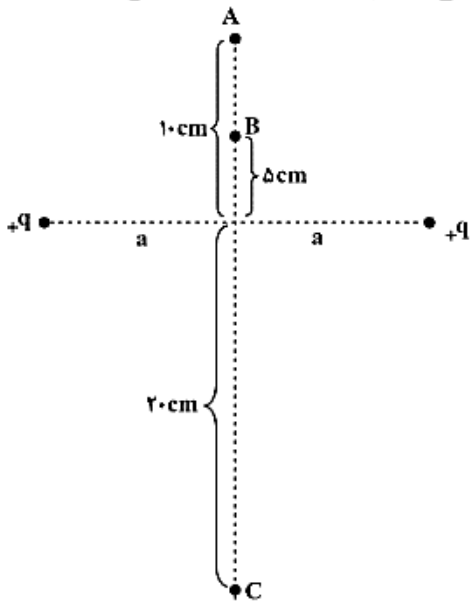
(۴) -۵۰

سوال ۱-۴۶ (آزمون قلمچی مهر ماه ۹۵)

مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و مثبت در فاصله‌ی مشخص از یکدیگر ثابت شده‌اند.

یک بار نقطه‌ای منفی روی عمود منصف خط واصل دو بار با سرعت ثابت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی C

جابه‌جا می‌شود. کدام گزینه در مورد انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقاط A، B، C و صحیح است؟



(۱) $U_A < U_B < U_C$

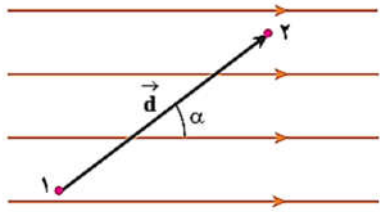
(۲) $U_C < U_A < U_B$

(۳) $U_B < U_C < U_A$

(۴) $U_B < U_A < U_C$

۱-۷-۲- اختلاف پتانسیل الکتریکی

نسبت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه به بار الکتریکی ذره را **اختلاف پتانسیل الکتریکی** بین آن دو نقطه می‌گویند.



$$\begin{cases} \Delta U = -q|E|d \cos \alpha \\ \Delta V = \frac{\text{تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی}}{\text{بار الکتریکی}} = \frac{\Delta U}{q} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{-q|E|d \cos \alpha}{q}$$

$$\Rightarrow \Delta V = V_2 - V_1 = -|E|d \cos \alpha$$

α زاویه بین \vec{E} و جابجایی \vec{d} است.

$ \vec{E} $	بر حسب ولت بر متر $[\frac{V}{m}]$
\vec{d}	بر حسب متر $[m]$
ΔV	بر حسب ولت $[V]$

سوال ۱-۷-۴

نشان دهید که **نیوتن بر کولن** $[\frac{N}{C}] \equiv$ معادل **ولت بر متر** $[\frac{V}{m}] \equiv$ است.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{W_E}{q} = \frac{|\vec{F}_E|d}{q}$$

$$\Rightarrow 1[V] = \frac{[j]}{[C]} = \frac{[N] \cdot [m]}{[C]} \Rightarrow \frac{[V]}{[m]} = \frac{[N]}{[C]}$$

$$\Rightarrow [\frac{V}{m}] = [\frac{N}{C}]$$

۱-۷-۲-۱- نکته

وقتی در جهت خطوط میدان الکتریکی اختلاف پتانسیل کاهش پیدا می‌کند یعنی از پتانسیل الکتریکی بیشتر به پتانسیل الکتریکی کمتر حرکت کرده‌ایم.

۱-۷-۲-۲- کار انجام شده توسط نیروی خارجی

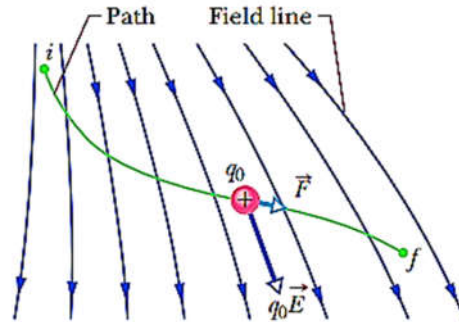
فرض کنید بار الکتریکی q از نقطه i به نقطه f درون میدان الکتریکی \vec{E} ، با اعمال نیروی خارجی \vec{F} جابجا کنیم. تغییرات انرژی جنبشی بار الکتریکی با استفاده از قضیه کار و انرژی به صورت زیر است

$$\Delta K = W_{\vec{F}} + W_E$$

$$W_{\vec{F}} = |\vec{F}| |d| \cos \theta$$

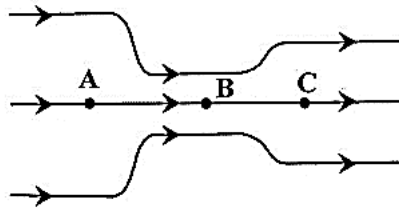
$$W_E = |\vec{F}_E| |d| \cos \theta'$$

$$\Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} m_q (V_f^2 - V_i^2) = |\vec{F}| |d| \cos \theta + |\vec{F}_E| |d| \cos \theta'$$



سوال ۱-۴۸ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۵)

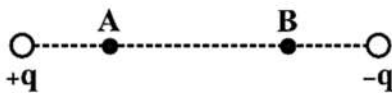
کدام گزینه درباره‌ی خط‌های میدان الکتریکی شکل زیر درست است؟



- ۱) این میدان، نشان‌دهنده‌ی یک میدان الکتریکی یکنواخت است.
- ۲) پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A از پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی C کم‌تر است.
- ۳) شتاب یک پروتون در نقطه‌ی B بیش‌تر از شتاب آن در نقطه‌ی C است.
- ۴) انرژی پتانسیل الکتریکی یک الکترون به هنگام حرکت از نقطه‌ی B به نقطه‌ی A افزایش می‌یابد.

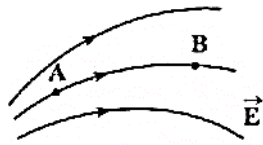
سوال ۱-۴۹ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۶)

در شکل زیر یک دو قطبی الکتریکی نشان داده شده است. با حرکت ذره باردار منفی با سرعت ثابت از نقطه A تا نقطه B، به ترتیب از راست به چپ پتانسیل الکتریکی نقاط، اندازه میدان الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی بار چگونه تغییر می‌کنند؟



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

سوال ۵۰-۱

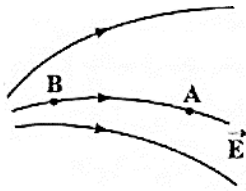


مطابق شکل اگر در میدان الکتریکی E الکترونی را از A به B حرکت دهیم، انرژی پتانسیل الکترون چگونه تغییر می کند؟

(آزاد ریاضی ۸۶)

- (۱) افزایش می یابد.
(۲) کاهش می یابد.
(۳) ثابت می ماند.
(۴) پیوسته صفر باقی می ماند.

سوال ۵۱-۱



مطابق شکل اگر در میدان الکتریکی E بار آزمون مثبت را از A به B حرکت دهیم، انرژی پتانسیل آن چگونه تغییر می کند؟

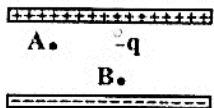
(سراسری ریاضی ۷۹)

- (۱) افزایش می یابد.
(۲) کاهش می یابد.
(۳) ثابت می ماند.
(۴) پیوسته صفر باقی می ماند.

سوال ۵۲-۱

در شکل روبه رو اگر نیروی وارد بر بار نقطه ای (-q) و انرژی پتانسیل این بار را در نقطه ی A به ترتیب با F_A و U_A و همین کمیت ها را در نقطه ی B با F_B و U_B نشان دهیم، کدام رابطه صحیح است؟

(آزاد ریاضی ۷۸)



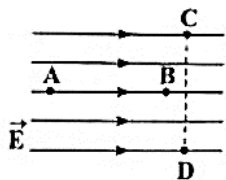
$$U_A \leq U_B \text{ و } F_A > F_B \quad (۲)$$

$$U_A > U_B \text{ و } F_A = F_B \quad (۱)$$

$$U_A < U_B \text{ و } F_A = F_B \quad (۴)$$

$$U_A \geq U_B \text{ و } F_A < F_B \quad (۳)$$

سوال ۵۳-۱



با توجه به میدان نشان داده شده، کدام گزینه درباره ی پتانسیل الکتریکی نقاط درست است؟

(سراسری ریاضی ۷۵) $V_A < V_B < V_C \quad (۲)$

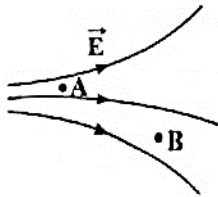
$$V_A > V_B > V_C \quad (۱)$$

$$V_C > V_B > V_D \quad (۴)$$

$$V_C > V_D \quad (۳)$$

سوال ۱-۵۴

در شکل روبه رو که خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می دهد، پتانسیل الکتریکی نقطه‌ای A نسبت به پتانسیل الکتریکی B و در انتقال بار مثبت q از B تا A انرژی پتانسیل آن می یابد.

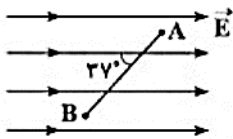


(آزمایش سنبلش ۷۹)

- (۱) بزرگ‌تر - افزایش
(۲) بزرگ‌تر - کاهش
(۳) کوچک‌تر - کاهش
(۴) کوچک‌تر - افزایش

سوال ۱-۵۵

بار نقطه‌ای ۴ میکروکولنی را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت با بزرگی $1.5 \times 10^6 \text{ N/C}$ ، از نقطه‌ای A تا B جابه‌جا می کنیم. انرژی پتانسیل این بار نقطه‌ای چگونه تغییر می کند؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$, $AB = 25 \text{ cm}$)



- (۱) $1/2$ ژول افزایش می یابد. (۲) $1/2$ ژول کاهش می یابد. (۳) $1/5$ ژول افزایش می یابد. (۴) $1/5$ ژول کاهش می یابد.

سوال ۱-۵۶

اختلاف پتانسیل پایانه‌های باتری یک خودرو برابر 12 V است، اگر در مدت زمان 10 s بار الکتریکی 50 C از پایانه‌ی منفی به پایانه مثبت باتری جابجا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر تغییر می کند؟

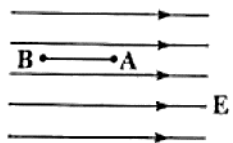
$$\Delta V = V_+ - V_- = 12$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = q\Delta V = q(V_+ - V_-) = (-50)(12) = -600 \text{ J}$$

انرژی پتانسیل این بار الکتریکی به اندازه‌ی 600 J کاهش یافته است.

سوال ۱-۵۷

بار الکتریکی $q = -4 \mu\text{C}$ مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی 10^5 V/m رها می شود. در جابه‌جایی بار q از A تا B، انرژی جنبشی بار ۸ میلی ژول افزایش می یابد. $V_B - V_A$ چند کیلوولت است؟



(سراسری ریاضی ۸۹)

- (۱) ۲ (۲) -۲ (۳) ۲۰۰ (۴) -۲۰۰

۸-۱- توزیع و القای بار در رساناها

۱-۸-۱- رسانای منزوی

اگر جسمی با استفاده از یک عایق از محیط اطراف خود جدا شود اصطلاحاً به این رسانا، **رسانای منزوی** گفته می‌شود.

نخستین بار در سال ۱۷۵۵ نحوه توزیع بار بر روی سطح رساناها توسط **بنیامین فرانکلین** مطالعه شد.

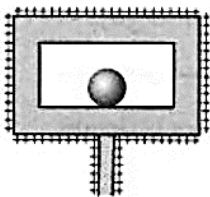
در سال ۱۸۳۶ مایکل فارادی با طراحی آزمایشی که بعدها به **آزمایش فارادی** معروف شد نشان داد که **بار**

اضافی یک رسانای منزوی روی سطح خارجی رسانا توزیع می‌شود.



سوال ۵۸-۱

اگر در شکل روبه‌رو بار الکتریکی واقع در سطح خارجی جعبه‌ی فلزی مثبت باشد، بار الکتریکی سطح داخل جعبه و سطح کروی فلزی واقع در آن به ترتیب کدام‌اند؟ (آزمایش سنبلش ۷۸)



(۲) هر دو منفی

(۴) منفی - مثبت

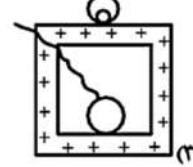
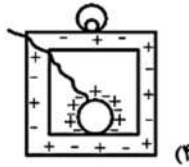
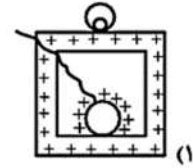
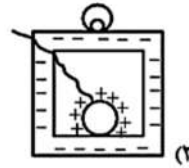
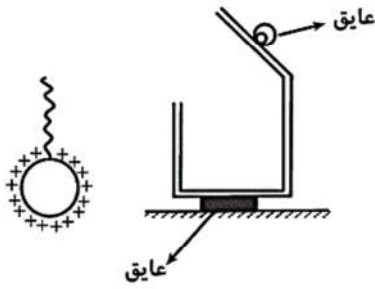
(۱) هر دو مثبت

(۳) هر دو خنثی

سوال ۱-۵۹ (آزمون قلمچی شهریور ماه ۹۶)

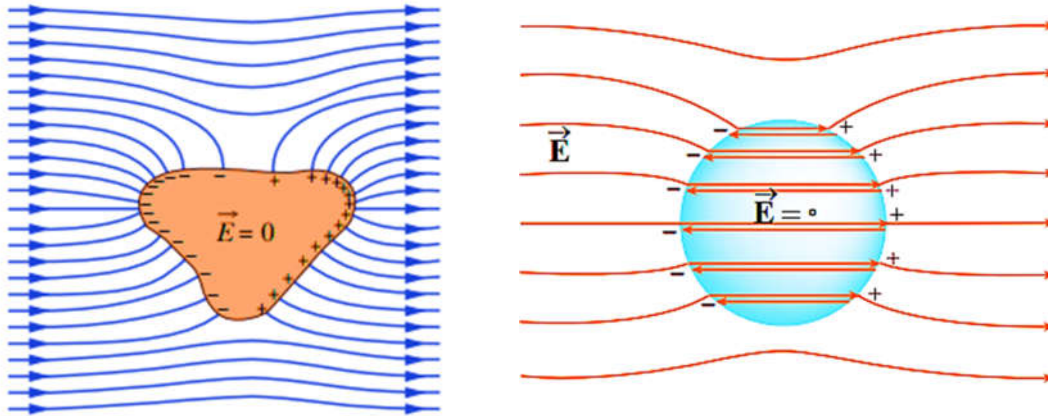
مطابق شکل زیر، ظرف رسانایی با درپوش فلزی که دسته‌ی آن عایق است در اختیار داریم. ظرف در ابتدا بدون بار است. یک گوی فلزی باردار را به وسیله‌ی نخ عایقی که به آن متصل است، وارد ظرف کرده و گوی را در کف آن قرار می‌دهیم و در ظرف را می‌بندیم. کدام شکل چگونگی توزیع بار در مجموعه‌ی

گوی و ظرف را به درستی نشان می‌دهد؟



۱-۸-۲- رسانای منزوی و خنثی در میدان الکتریکی خارجی

اگر یک رسانای منزوی در یک میدان الکتریکی خارجی قرار داده شود، **الکترون‌های آزاد** رسانا طوری بر روی **سطح خارجی رسانا** توزیع می‌شوند که اثر **میدان خارجی را درون رسانا صفر کنند** و **میدان خالص درون رسانا صفر خواهد شد**.



۱-۸-۳- میدان و پتانسیل الکتریکی در داخل رسانای منزوی

میدان الکتریکی **درون یک رسانای منزوی صفر** است. بارها در تعادل الکتروستاتیکی قرار دارند. میدان الکتریکی داخل یک رسانا **صفر** است.

پتانسیل الکتریکی بر روی سطح یک رسانا **ثابت** است، یعنی بارهای الکتریکی روی سطح رسانا در **تعادل الکتروستاتیکی** قرار دارند.

به بیان دیگر روی سطح رسانا اختلاف پتانسیل صفر است یعنی بارهای الکتریکی روی سطح رسانا جابجا نمی‌شوند.

منشأ حرکت بارهای الکتریکی درون یک رسانا اختلاف پتانسیل می‌باشد.

کار نیروی الکتریکی درون و روی سطح یک رسانا صفر است.

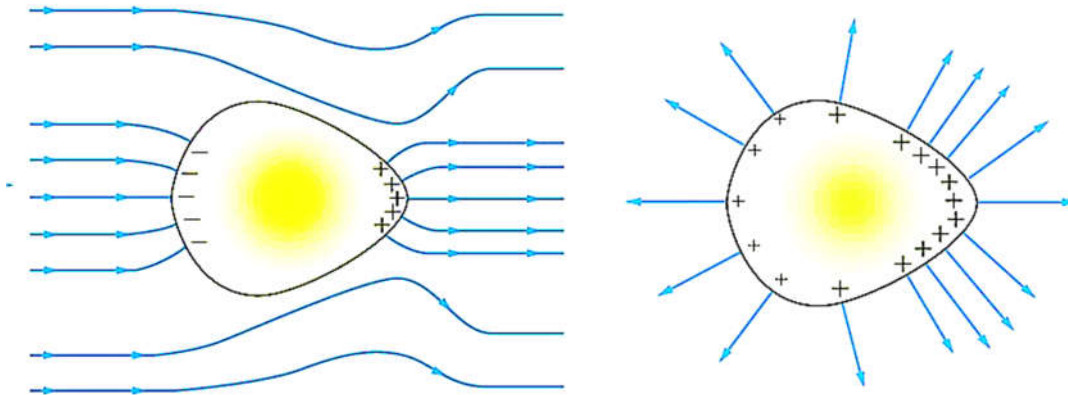
$$\vec{F} = q\vec{E} \xrightarrow{\vec{E}=0} \vec{F} = q \times 0 = 0$$

$$\Delta U = -W_{\vec{E}} = -q \int_{\%} \vec{E} \cdot d \cos \theta = 0$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{0}{q} = 0$$

۱-۳-۸-۱ نکته

اگر روی سطح رسانایی که در تعادل الکتروستاتیکی است، میدان الکتریکی وجود داشته باشد، **میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود است.**



سوال ۶۰-۱



میله‌ای با بار منفی را به یک جسم رسانا که روی پایه‌ی عایقی قرار دارد نزدیک می‌کنیم تا مطابق شکل بارها در روی جسم مزبور جابه‌جا شوند. اگر پتانسیل سه قسمت از جسم را V_A و V_B و V_C بنامیم، کدام رابطه صحیح است؟
(سراسری ریاضی ۷۷)

$V_A > V_B > V_C$ (۴)

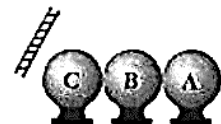
$V_A = V_B = V_C$ (۳)

$V_A < V_B < V_C$ (۲)

$V_A + V_C = V_B$ (۱)

سوال ۶۱-۱

مطابق شکل سه کره‌ی فلزی خنثی یا پایه‌های عایق را به هم متصل کرده و میله‌ای با بار منفی را به کره‌ی C نزدیک می‌کنیم. در این حالت ابتدا کره‌ی A را دور کرده، سپس میله را دور می‌کنیم و در آخر کره‌های B و C را از یک‌دیگر جدا می‌کنیم. بار کره‌های A، B و C به ترتیب (از راست به چپ) کدام است؟
(آزمون‌های سراسری گاه)



(۲) منفی، مثبت، مثبت

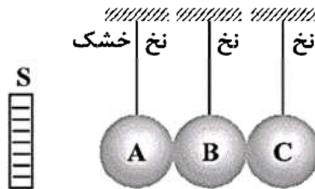
(۱) منفی، خنثی، مثبت

(۴) مثبت، خنثی، منفی

(۳) مثبت، مثبت، منفی

سوال ۱-۶۲

در شکل زیر، همه‌ی کره‌های رسانای A، B و C در مجاورت میله‌ی باردار منفی در تماس با هم قرار دارند. اگر به وسیله‌ی نخ خشک ابتدا کره‌ی C را جدا سازیم و سپس میله‌ی باردار منفی را از مجموعه دور کنیم،

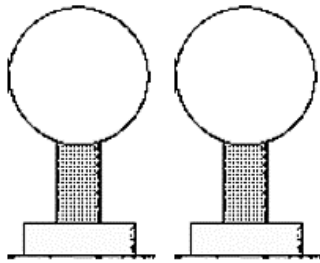


علامت بار کره‌های A و B کدام است؟

- (۱) مثبت - مثبت
- (۲) مثبت - منفی
- (۳) مثبت - خنثی
- (۴) خنثی - مثبت

سوال ۱-۶۳

اگر دو کره با شعاع‌های R_1 و R_2 که به ترتیب دارای بار الکتریکی q_1 و q_2 هستند، این دو کره به یکدیگر متصل و سپس از یکدیگر جدا می‌شوند. بار الکتریکی هر کره پس از جدایی چقدر است؟



پس از جدا شدن

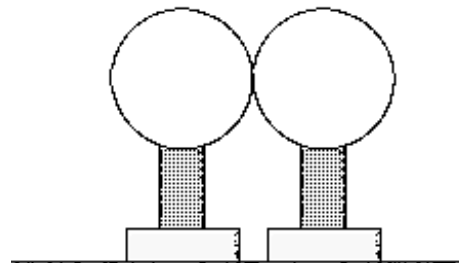
$$q'_1 + q'_2 = Q, \quad \begin{cases} V'_1 = k \frac{q'_1}{R_1} \\ V'_2 = k \frac{q'_2}{R_2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow V'_1 = V'_2 \Rightarrow \text{هم پتانسیل می شوند}$$

$$k \frac{q'_1}{R_1} = k \frac{q'_2}{R_2} \Rightarrow \frac{q'_1}{R_1} = \frac{q'_2}{R_2}$$

$$\Rightarrow q'_1 = \frac{R_1}{R_2} q'_2$$

$$\xrightarrow{q'_1 + q'_2 = Q} q'_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} Q, \quad q'_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} Q$$



$$q_1 + q_2 = Q, \quad \begin{cases} V_1 = k \frac{q_1}{R_1} \\ V_2 = k \frac{q_2}{R_2} \end{cases}$$

۱-۸-۴- چگالی سطحی بار الکتریکی رسانا

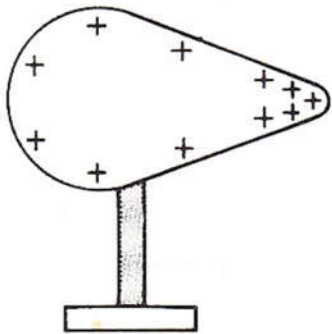
بارهای الکتریکی روی سطح خارجی اجسام توزیع می‌شوند.

$$\text{تعریف چگالی سطحی بار الکتریکی } \sigma = \frac{\text{بار الکتریکی}}{\text{مساحت سطح رسانا}} = \frac{q [C]}{A [m^2]}$$

در نبود میدان الکتریکی چگالی سطحی بار الکتریکی روی رسانای **متقارن در همی نقاط آن یکسان** است.

۱-۸-۴-۱- نکته

در اجسامی که شکل نامتقارنی داشته باشند، چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح آن یکسان نیست و چگالی بار در نقاط نوک تیز نسبت به دیگر نقاط جسم بیشتر است.



سوال ۱-۶۴ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

یک کره‌ی رسانا به شعاع ۱۰cm، روی پایه‌ی عایق قرار دارد. چگالی سطحی بار الکتریکی کره برابر با $۱۶ \cdot \frac{\mu C}{m^2}$ است. اگر کره را با یک سیم

به زمین (جسمه‌ی خنثای بار الکتریکی) اتصال دهیم، پس از برقراری تعادل چند الکترون از زمین به کره منتقل شده است؟

($e = 1.6 \times 10^{-19} C$ و $\pi = 3$)

- (۱) $1/2 \times 10^{12}$ (۲) $1/2 \times 10^{14}$ (۳) $1/2 \times 10^{17}$ (۴) $1/2 \times 10^{19}$

سوال ۱-۶۵ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۵)

چگالی سطحی بار یک کره ی رسانا $۳۲ \frac{\mu C}{m^2}$ است. اگر تمام بار این کره را به کره ی دیگری که شعاع آن

۲۰٪ کوچکتر از شعاع کره ی اولیه است، انتقال دهیم، چگالی سطحی بار کره ی جدید چند میکروکولن بر

سانتی متر مربع خواهد شد؟

(۱) ۵۰

(۲) ۵×۱۰^{-۳}

(۳) ۴×۱۰^۵

(۴) ۵×۱۰^۵

سوال ۱-۶۶

بار الکتریکی q روی بادکنک کروی به شعاع r توزیع شده است. اگر باد بادکنک را افزایش داده به طوری که حجم آن ۸ برابر شود، چگالی سطحی بار چند برابر می شود؟ (فرض کنید بار الکتریکی روی سطح خارجی بادکنک همواره به طور یکنواخت توزیع شود).

(۱) $\frac{1}{4}$

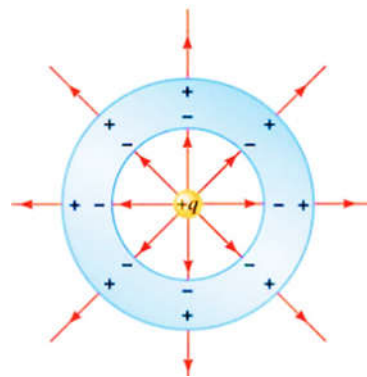
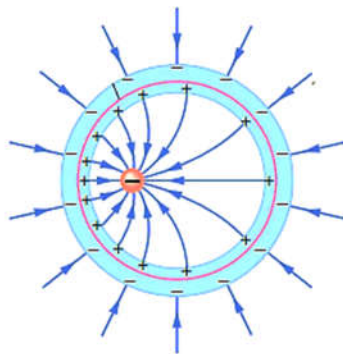
(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) $\frac{1}{16}$

(۴) $\frac{1}{64}$

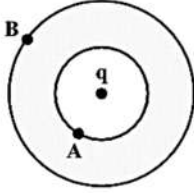
سوال ۱-۶۷

بار الکتریکی $+q$ را مطابق شکل شکل های زیر درون پوسته ای کروی قرار داده شده است. نحوه توزیع چگالی بارهای سطحی را در هر دو حالت توضیح دهید.



سوال ۱-۶۸ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۶)

مطابق شکل زیر، بار الکتریکی $q = 2\mu\text{C}$ را در مرکز یک کره رسانای خنثی که داخل آن خالی است، قرار داده ایم. نوع بار سطح داخلی کره چیست و بزرگی چگالی سطحی بار در نقاط A و B چه رابطه ای با هم دارند؟



(۱) منفی، $|\sigma_A| > |\sigma_B|$

(۲) مثبت، $|\sigma_A| > |\sigma_B|$

(۳) منفی، $|\sigma_A| = |\sigma_B|$

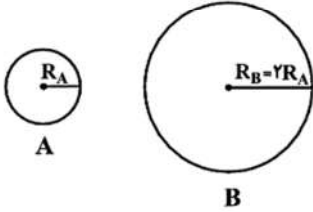
(۴) مثبت، $|\sigma_A| = |\sigma_B|$

سوال ۱-۶۹ (آزمون قلمچی شهریور ماه ۹۶)

در شکل زیر، چگالی سطحی بار الکتریکی کره ی رسانای B، ۲ برابر چگالی سطحی بار الکتریکی کره ی رسانای A و بار کره ی A برابر با $2\mu\text{C}$ می باشد.

اگر ۲۵ درصد از بار کره ی B برداریم و به کره ی A بیفزاییم، چگالی سطحی کره ی B چند برابر چگالی سطحی کره ی A می شود؟ (بار الکتریکی دو

کره هم علامت است).



(۱) ۱

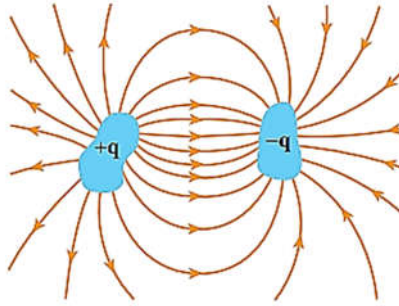
(۲) $\frac{1}{2}$

(۴) $\frac{1}{4}$

(۳) $\frac{1}{8}$

۹-۱-۱- خازن‌ها

خازن وسیله‌ای است که می‌تواند بار الکتریکی و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند. دو رسانا که به‌طور الکتریکی از یکدیگر و محیط اطراف خود منزوی شده‌اند، یک خازن را تشکیل می‌دهند.



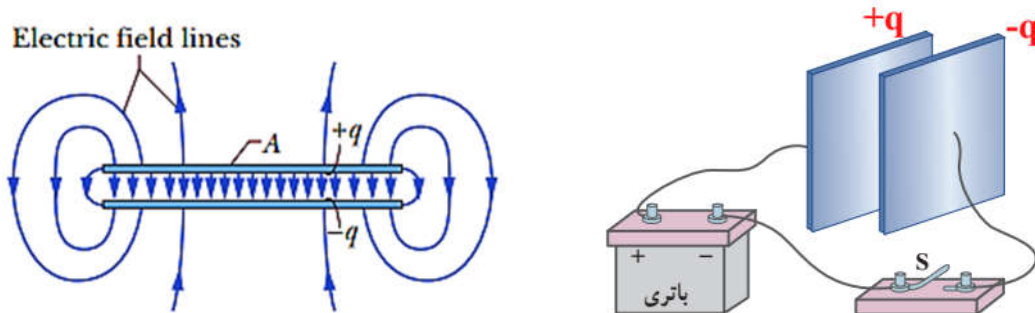
۱-۹-۱-۱- خازن تخت

یک خازن تخت از دو صفحه‌ی رسانا با مساحت A ساخته شده است که فاصله‌ی d از هم قرار گرفته‌اند.



۱-۱-۹-۱- شارژ کردن یک خازن

اگر خازن در یک مدار الکتریکی که دارای باتری است قرار داده شود، بارها از قطب‌های باتری و از طریق سیم به صفحات خازن منتقل می‌شوند. صفحه‌ای از خازن که به قطب مثبت باتری وصل شده دارای بار مثبت می‌شود و صفحه‌ای که به قطب منفی باتری وصل شده دارای بار منفی خواهد شد.



شارش بار تا وقتی ادامه پیدا خواهد کرد که اختلاف پتانسیل میان دو صفحه‌ی خازن با دو سر باتری با هم برابر شوند. صفحات خازن رسانا هستند، تمام نقاط روی هر صفحه دارای پتانسیل یکسان است.

خطوط میدان الکتریکی عمود بر صفحات خازن است و جهت خطوط میدان الکتریکی از صفحه‌ی مثبت به طرف صفحه‌ی منفی است.

۱-۹-۲- ظرفیت خازن

اگر اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن زیاد شود، بار خازن هم به همان اندازه زیاد خواهد شد.

یعنی نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta V}$ همواره ثابت است. به این نسبت **ظرفیت خازن** می‌گویند.

$$C = \frac{q \text{ [کولن]}}{V \text{ [ولت]}}$$

ظرفیت خازن به **بار خازن و اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی خازن** بستگی ندارد.

۱-۹-۳- خازن با دی الکتریک

ظرفیت خازن به چه عواملی بستگی دارد؟

$$\begin{cases} C \propto A \\ C \propto \frac{1}{d} \end{cases} \Rightarrow C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$\left(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \left[\frac{F}{m} \right] \right) \text{ ثابت گذردهی خلاء}$$

اگر فضای میان صفحات خازن با ماده‌ای عایق پر شود، ظرفیت خازن متناسب با ثابت دی الکتریک κ افزایش می‌یابد.

$$C' = \kappa C$$

$$C' = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}, \quad \kappa \text{ ثابت دی الکتریک}$$

۱-۹-۳-۱- نکته

دی الکتریک‌ها دو نوع هستند: **قطبی و غیرقطبی**.

سوال ۱-۷۰

بین دو صفحه‌ی خازن مسطحی هوا بوده و دو سر آن به یک اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت متصل است. اگر با ثابت ماندن

فاصله‌ی بین صفحات، یک تیغه‌ی شیشه‌ای بین آن صفحات قرار دهیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) ثابت می‌ماند. (۲) کاهش می‌یابد. (سراسری ریاضی ۸۵)

(۳) افزایش می‌یابد. (۴) بسته به ضخامت شیشه ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

سوال ۷۱-۱

دو سر خازن مسطحی که بین صفحات آن هوا است، به دو سر باتری بسته شده است. اگر در این شرایط یک تیغه‌ی شیشه‌ای بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت و انرژی الکتریکی ذخیره شده در آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟ (آزمایش سنمیش ۸۴)

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

سوال ۷۲-۱

یک خازن مسطح را به باتری وصل کرده تا بار Q_1 پیدا کند و سپس آن را از باتری جدا می‌کنیم. اگر یک قطعه دی‌الکتریک میان صفحات خازن وارد شود، کدام گزینه درباره‌ی بار، اختلاف پتانسیل و انرژی خازن نسبت به حالت قبل درست است؟ (سراسری تمبر ۷۹)

$$Q_2 < Q_1, V_2 < V_1, U_2 = U_1 \quad (1)$$

$$Q_2 > Q_1, V_2 > V_1, U_2 < U_1 \quad (2)$$

$$Q_2 = Q_1, V_2 = V_1, U_2 = U_1 \quad (3)$$

$$Q_2 = Q_1, V_2 < V_1, U_2 < U_1 \quad (4)$$

سوال ۷۳-۱

خازن مسطحی را پس از پر شدن، از باتری جدا می‌کنیم. اگر بدون اتصال، صفحات آن را از هم دور کنیم، ظرفیت و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه به ترتیب (از راست به چپ) چگونه تغییر می‌کند؟ (سراسری تمبر ۸۳)

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

سوال ۷۴-۱

اگر خازن مسطحی را که دی‌الکتریک آن هوا است، بعد از شارژ از باتری جدا کرده و در این حال فاصله‌ی بین صفحات آن را دو برابر کنیم، میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد شده در بین صفحات خازن چند برابر می‌شود؟ (آزمایش سنمیش ۸۳)

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

سوال ۱-۷۵ (آزمون قلمچی شهریور ماه ۹۵)

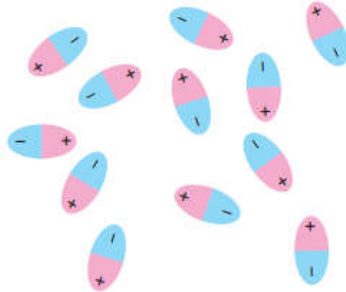
خازنی تخت با دی الکتریک هوا به منبعی با اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت متصل است و در آن $\frac{1}{80}$ انرژی الکتریکی ذخیره شده است. اگر عایقی با ثابت

دی الکتریک $k = 2$ را به طور کامل وارد فضای بین صفحات کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند میلی کولن می شود؟

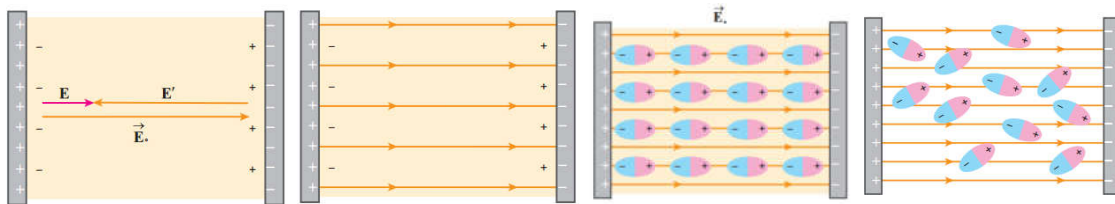
- | | |
|---------|---------|
| ۳۶ (۱) | ۷۲ (۲) |
| ۳۶۰ (۳) | ۷۲۰ (۴) |

۱-۹-۳-۲- سوال: دی الکتریک چگونه ظرفیت خازن را افزایش می دهد؟

الف) سمت گیری مولکول های یک دی الکتریک قطبی در نبود میدان الکتریکی به صورت زیر است.



سمت گیری مولکول های یک ماده دی الکتریک در نبود میدان الکتریکی

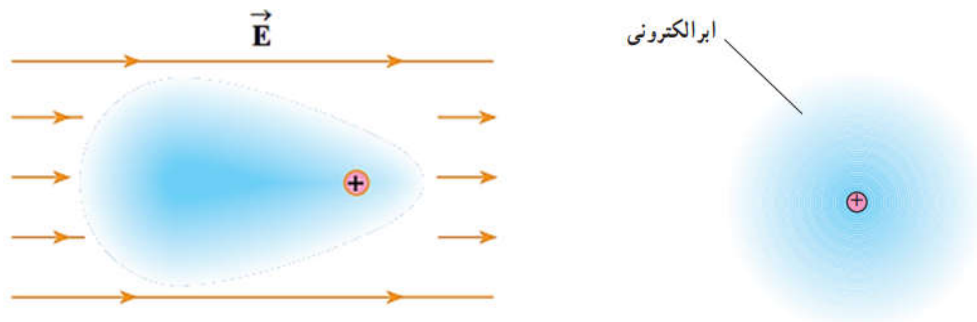


مولکول های دی الکتریک در حضور میدان الکتریکی یکنواخت \vec{E}_0 سعی می کنند در جهت میدان الکتریکی قرار گیرند.

این هم ردیفی و نظم باعث ایجاد بارهای سطحی بر روی دو صفحه می شود که میدان الکتریکی خارجی را تضعیف می کنند.

میدان الکتریکی \vec{E}' حاصل از بارهای سطحی در خلاف جهت میدان الکتریکی \vec{E}_0 است. میدان الکتریکی برآیند \vec{E} در جهت \vec{E}_0 و کوچکتر از آن شده است.

ب) سمت گیری یک دی الکتریک غیر قطبی در میدان الکتریکی مولکول‌های یک دی الکتریک غیر قطبی بر اثر القاء قطبیده می شوند.



در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می شوند و ابر الکترونی در خلاف جهت میدان جابجا می گردد.

در نبود میدان الکتریکی خارجی، مرکز بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق هستند.

۱-۹-۳-۳- فروریزش الکتریکی

اگر پتانسیل دو سر یک خازن افزایش داده شود، میدان الکتریکی بین صفحات خازن افزایش می یابد.

یک مقدار پیشینه برای اختلاف پتانسیل وجود دارد که به آن اختلاف پتانسیل فروریزی می گویند.

مقدار پیشینه‌ی میدان الکتریکی‌ای را که دی الکتریک می تواند تحمل کند را قدرت استقامت دی الکتریک

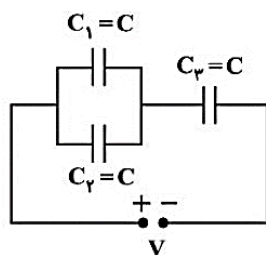
گویند.

اگر اختلاف پتانسیل و میدان الکتریکی از مقدار بیشینه بیشتر شود، میدان باعث جدایی بارهای مثبت و منفی از هم می شود. در اینصورت خازن می سوزد.

سوال ۱-۷۶ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۵)

در مدار شکل زیر، خازن‌ها مشابه هستند و فضای بین آن‌ها با دی الکتریکی به قدرت $\frac{kV}{3} / \text{mm}$ پر شده

است. اگر فاصله‌ی بین صفحات در خازن‌ها 2mm باشد، حداکثر اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه چند



ولت باشد تا هیچ کدام از خازن‌ها دچار فروریزش الکتریکی نشوند؟

۹۰ (۱)

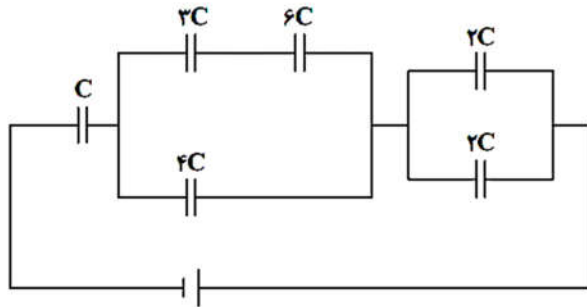
۱۲۰ (۲)

۶۰ (۳)

۱۸۰ (۴)

سوال ۷۷-۱

در شکل، حداکثر ولتاژ قابل تحمل هر خازن ۱۲۷ است. حداکثر ولتاژ دو سر مدار چند ولت باشد تا هیچ یک آسیب نبینند؟



۱۷ (۱)

۱۲ (۲)

۲۴ (۳)

۳۴ (۴)

سوال ۷۸-۱ (آزمون قلمچی مرداد ماه ۹۵)

اگر فاصله بین صفحات خازن تختی را که به مولد وصل است ۲ برابر کنیم، بزرگی میدان الکتریکی بین

صفحات برابر و قدرت دی الکتریک برابر می شود.

۱, ۲ (۴)

$\frac{1}{2}$, ۱ (۳)

$1, \frac{1}{2}$ (۲)

$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$ (۱)

سوال ۷۹-۱

در خازن مسطحی که عایق آن هوا و فاصله بین صفحات آن d است، تیغی عایقی به ثابت دی الکتریک ۴، ضخامت $\frac{d}{4}$ و یک تیغی فلزی به ضخامت $\frac{d}{4}$ را طوری قرار می دهیم که فاصله بین صفحات خازن را کاملاً پر کند. در این صورت ظرفیت خازن چند برابر می شود؟

(سناسری تهری ۷۴)

۱۶ (۴)

۸ (۳)

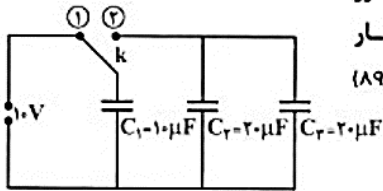
۴ (۲)

۲ (۱)

سوال ۱-۸۰

در مدار روبه‌رو خازن‌ها بدون بار هستند و ابتدا کلید در وضع (۱) بسته شده و پس از شارژ خازن C_1 کلید را از وضع (۱) قطع نموده و به وضع (۲) می‌بندیم. پس از برقراری تعادل، بار خازن C_1 چند میکروکولن می‌شود؟

(سراسری ترم ۱، ۸۹)



۵۰ (۲)

۱۰۰ (۴)

۲۰ (۱)

۸۰ (۳)

۱-۱۰-۱- انرژی ذخیره شده در خازن

وقتی صفحات خازن باردار می‌شوند، در خازن انرژی ذخیره می‌شود.

۱-۱۰-۱-۱- نکته

ظرفیت خازن مقداری ثابت است، پس اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی خازن تابعی خطی از بار ذخیره شده در خازن است.

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow V = \underbrace{\left(\frac{1}{C}\right)}_{\text{مقدار ثابت}} q$$

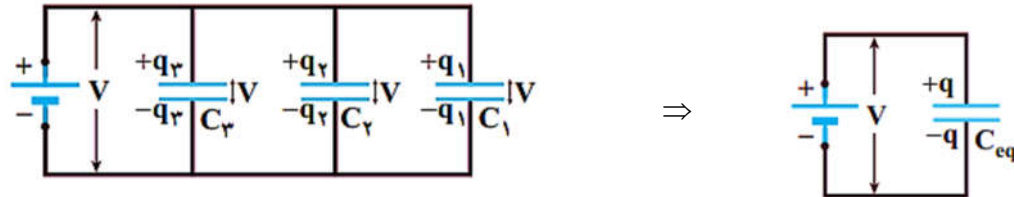
$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{1}{C}$$

پس اختلاف پتانسیل الکتریکی متوسط برابر است با $\bar{V} = \frac{V+0}{2}$

$$\begin{cases} \bar{V} = \frac{\Delta U_C}{q} = \frac{U_C - 0}{q} = \frac{U_C}{q} \\ \bar{V} = \frac{V+0}{2} = \frac{V}{2} \end{cases} \Rightarrow U_C = q\bar{V} = \frac{1}{2}qV \rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{q=CV} U_C = \frac{1}{2}CV^2 \\ \xrightarrow{V=\frac{q}{C}} U_C = \frac{q^2}{2C} \end{cases}$$

۱-۱-۱-۱- بستن خازن‌ها به یکدیگر

۱-۱-۱-۱- اتصال موازی



شکل ۴-۱

$$\begin{cases} V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n = V_T \\ q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = q_T \end{cases}$$

$$\Rightarrow q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = q_T$$

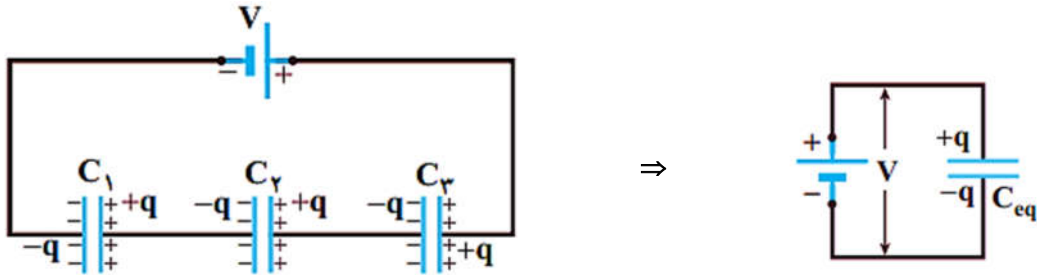
$$\Rightarrow C_1 V_2 + C_2 V_2 + C_3 V_3 + \dots + C_n V_n = C_T V_T$$

$$\Rightarrow (C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n) V = C_T V$$

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

$$\begin{aligned} q_1 &= C_1 V_1 \\ q_2 &= C_2 V_2 \\ q_3 &= C_3 V_3 \\ &\vdots \\ q_n &= C_n V_n \end{aligned}$$

۱-۱-۱-۲- اتصال متوالی



شکل ۵-۱

$$\begin{cases} q_1 = q_2 = q_3 = \dots = q_n = q_T \\ V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n = V_T \end{cases}$$

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

$$\Rightarrow \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} + \frac{q_3}{C_3} + \dots + \frac{q_n}{C_n} = \frac{q_T}{C_T}$$

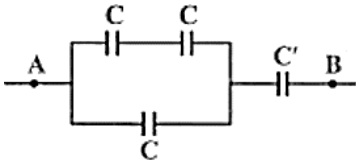
$$\Rightarrow q_T \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n} \right) = \frac{q_T}{C_T}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{q_1}{C_1} \\ V_2 &= \frac{q_2}{C_2} \\ V_3 &= \frac{q_3}{C_3} \\ &\vdots \\ V_n &= \frac{q_n}{C_n} \end{aligned}$$

سوال ۸۱-۱

اگر در شکل مقابل، ظرفیت خازن معادل بین A و B برابر $\frac{3}{4}C'$ باشد، نسبت $\frac{C}{C'}$ کدام است؟
(سراسری ریاضی ۸۵ خارج از کشور)



۲ (۲)

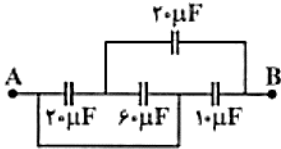
$\frac{3}{2}$ (۴)

۲ (۱)

$\frac{2}{3}$ (۳)

سوال ۸۲-۱

ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند میکروفاراد است؟
(آزمایشی سلیمش ۸۶)



۲۶ (۲)

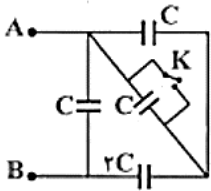
۳۲ (۴)

۱۴ (۱)

۲۸ (۳)

سوال ۸۳-۱

در شکل مقابل، اگر کلید K را ببندیم، ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B، نسبت به حالتی که کلید باز است چند برابر می‌شود؟
(سراسری ریاضی ۸۶)



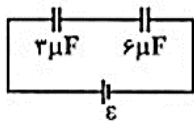
$\frac{1}{3}$ (۲)

$\frac{5}{6}$ (۴)

۳ (۱)

$\frac{3}{2}$ (۳)

سوال ۸۴-۱



اگر در مدار شکل روبه‌رو بار الکتریکی خازن ۳ میکروفارادی برابر با ۳۰ میکروکولن باشد، بار خازن ۶ میکروفارادی چند میکروکولن است؟ (آزمایش سنجش ۸۳)

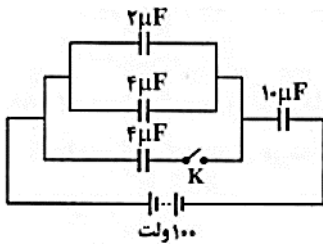
۶۰ (۴)

۳۰ (۳)

۱۵ (۲)

$30\sqrt{2}$ (۱)

سوال ۸۵-۱



در شکل روبه‌رو با بسته شدن کلید K، میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات خازن با ظرفیت $10\ \mu\text{F}$ چند برابر می‌شود؟ (سراسری ریاضی ۸۳ خارج از کشور)

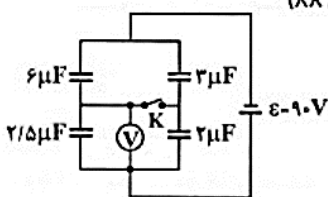
$\frac{4}{3}$ (۲)

$\frac{5}{3}$ (۴)

$\frac{3}{4}$ (۱)

$\frac{3}{5}$ (۳)

سوال ۸۶-۱



در شکل روبه‌رو اگر کلید K بسته شود، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟ (آزمایش سنجش ۸۸)

صفر (۱)

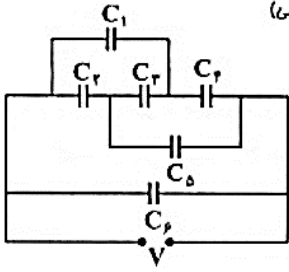
۱۵ (۲)

۳۰ (۳)

۶۰ (۴)

سوال ۸۷-۱ (بسیار مهم)

در مدار مقابل، خازن‌ها مشابه‌اند. انرژی ذخیره شده در خازن C_1 ، چند برابر خازن C_2 است؟ (تأییدی)



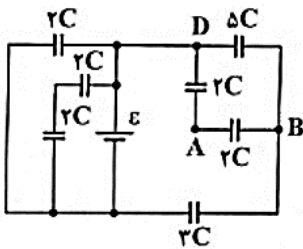
- ۱ (۱)
- $\frac{1}{2}$ (۲)
- $\frac{1}{4}$ (۳)
- $\frac{1}{9}$ (۴)

سوال ۸۸-۱

۲- در مدار مقابل، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟

(سراسری تجربی ۸۷ فارغ از کشور)

$(C = 2\mu F, \varepsilon = 30V)$



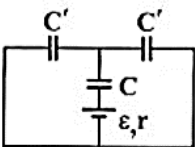
- ۱۰ (۲)
- $\frac{40}{3}$ (۴)

- ۵ (۱)
- $\frac{20}{3}$ (۳)

سوال ۸۹-۱

در مدار مقابل، انرژی ذخیره شده در خازن‌ها با یکدیگر برابر است. نسبت $\frac{C'}{C}$ چه قدر است؟

(سراسری ریاضی ۸۶ فارغ از کشور)

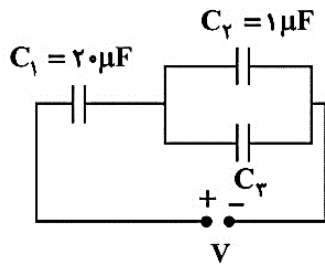


- $\frac{1}{4}$ (۲)
- ۴ (۴)

- $\frac{1}{2}$ (۱)
- ۲ (۳)

سوال ۹۰-۱ (آزمون قلمچی مرداد ۹۵)

در مدار شکل زیر، انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C_1 برابر با $250 \mu\text{J}$ و بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_2 برابر با $20 \mu\text{C}$ است. ظرفیت خازن C_3 چند میکرو فاراد است؟



۱/۵ (۱)

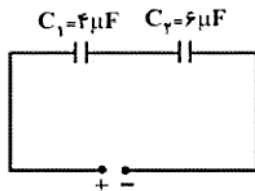
۲ (۲)

۲/۵ (۳)

۴ (۴)

سوال ۹۱-۱ (سراسری تجربی ۹۲)

در شکل زیر، بین صفحه‌های خازن تخت C_2 هوا است. اگر فضای بین صفحه‌های این خازن را از عایقی با ثابت دی‌الکتریک $k=2$ پر کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در این خازن چند برابر می‌شود؟



بار الکتریکی ذخیره شده در این خازن چند برابر می‌شود؟

۵/۶ (۲)

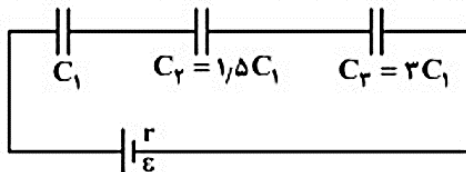
۵/۴ (۱)

۵/۱۱ (۴)

۵/۸ (۳)

سوال ۹۲-۱ (سراسری تجربی ۹۵)

در مدار روبه‌رو، اگر انرژی ذخیره شده در خازن C_2 برابر 30 میلی ژول باشد، انرژی مجموعه خازن‌ها چند میلی ژول است؟



۱۲۰ (۱)

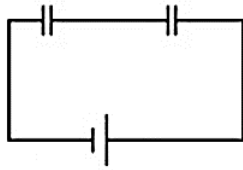
۱۰۰ (۲)

۹۰ (۳)

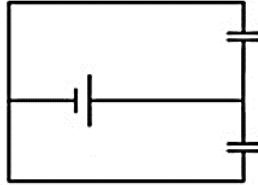
۸۰ (۴)

سوال ۱-۹۳ (سراسری ریاضی ۹۴)

در شکل های الف و ب، خازن ها و باتری ها مشابه اند. اگر بار الکتریکی هر یک از خازن ها در شکل (الف) را q_1 و بار هر یک از خازن ها را در شکل (ب) q_2 بنامیم، نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



(الف)



(ب)

۱ (۱)

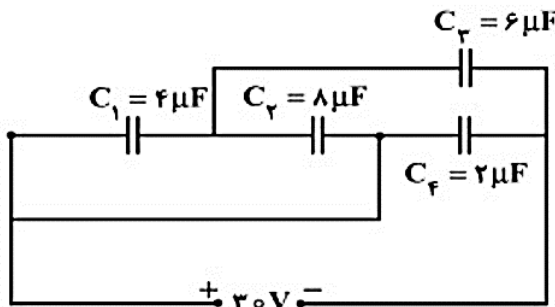
۲ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۳)

$\frac{1}{4}$ (۴)

سوال ۱-۹۴ (سراسری تجربی ۹۴)

در مدار روبه رو، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_3 چند برابر بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_4 است؟



$\frac{1}{2}$ (۱)

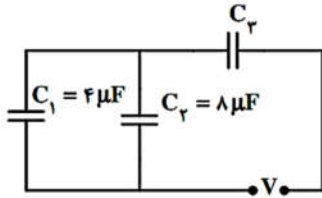
۱ (۲)

۲ (۳)

۳ (۴)

سوال ۹۵-۱ (سراسری تجربی ۹۳)

در مدار روبه‌رو، اگر انرژی ذخیره شده در خازن C_1 ، $\frac{2}{3}$ انرژی ذخیره شده در خازن C_3 باشد، ظرفیت خازن C_3 چند میکروفاراد است؟



- ۶ (۱)
- ۱۲ (۲)
- ۱۸ (۳)
- ۲۴ (۴)

سوال ۹۶-۱ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

دو خازن C_1 و C_2 را به ترتیب از راست به چپ با ولتاژهای اولیه‌ی $10V$ و $40V$ پر می‌کنیم و سپس، صفحات هم‌نام آن‌ها را به هم وصل می‌کنیم. اگر اختلاف پتانسیل بین صفحات هر خازن پس از تعادل $20V$ شود و $300 \mu J$ انرژی تلف شود، ظرفیت هریک از خازن‌های C_1 و C_2 به ترتیب از راست به چپ بر حسب میکروفاراد کدام است؟

- ۱۰,۲۰ (۱)
- ۵,۱۰ (۲)
- ۲۰,۱۰ (۳)
- ۱۰,۵ (۴)

سوال ۹۷-۱

خازنی با ظرفیت C_1 با اختلاف پتانسیل الکتریکی V_1 پر شده است. آن را از منبع ولتاژ جدا کرده و به دو سر خازن خالی با ظرفیت C_2 می‌بندیم. تا رسیدن به تعادل، خازن C_1 نصف انرژی خود را از دست می‌دهد. نسبت $\frac{C_2}{C_1}$ کدام است؟ (سراسری تجربی ۸۴)

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- $\sqrt{2} - 1$ (۳)
- $\sqrt{2} + 1$ (۴)

سوال ۱-۹۸

خازنی با ظرفیت C را توسط یک باتری شارژ کرده و انرژی U و بار الکتریکی q در آن ذخیره شده است. خازن را از باتری جدا کرده و به دو سر خازنی خالی با ظرفیت $5C$ متصل می‌نماییم. انرژی ذخیره شده و بار ذخیره شده در مجموعه پس از اتصال کدام است؟

(۱) $U, \frac{1}{5}q$ (۲) $U, \frac{1}{6}q$ (۳) $U, \frac{1}{5}q$ (۴) $U, \frac{1}{6}q$ (آزمایشی سئمش ۸۷)