# ۱- فصل اول الکتریسیته ساکن

## ۱-۱-مقدمه

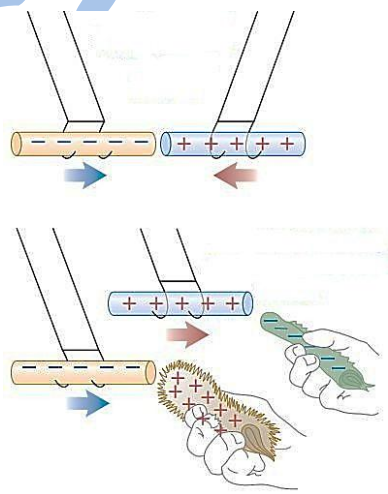
اگر قطعه‌ای **کهربا** مالش داده شود سپس به خرده‌های کاه نزدیک گردد، خرده‌های کاه به سوی کهربا کشیده می‌شود. امروزه می‌دانیم علت جذب شدن خرده‌های کاه به‌وسیله‌ی کهربا، **نیروی الکتریکی** است.

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

در این فصل به بررسی **بارها در حالت ساکن (الکتریسیته‌ی ساکن)** پرداخته می‌شود.

## ۱-۲-بار الکتریکی

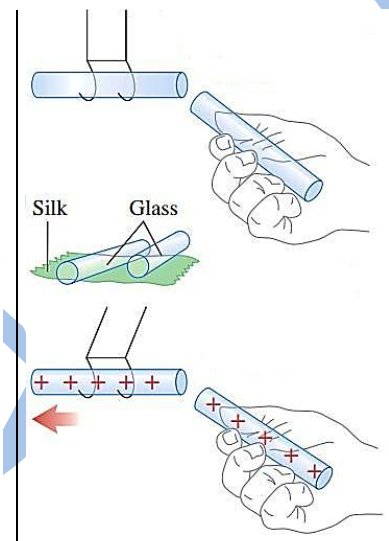
وقتی دو جسم را با یکدیگر **مالش** داده می‌شوند، هر دو جسم دارای **بار الکتریکی** خواهند شد.



میله‌های شیشه‌ای و ابریشمی یکدیگر را جذب می‌کنند.

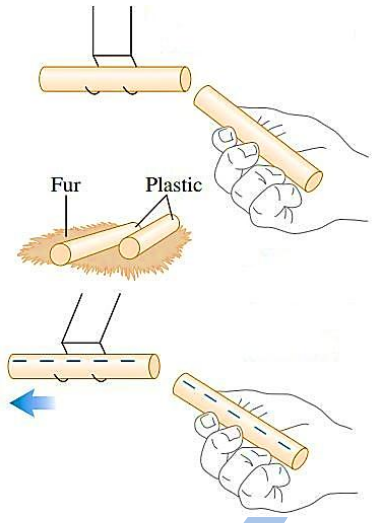
پارچه ابریشمی میله شیشه‌ای را به طرف خود جذب می‌کند.

پارچه پشمی میله‌ی پلاستیکی را به طرف خود جذب می‌کند.




دو میله‌ی شیشه‌ای با پارچه ابریشمی مالش داده می‌شوند.

اگر دو میله شیشه‌ای به یکدیگر نزدیک شوند، یکدیگر را دفع می‌کنند.




دو میله‌ی پلاستیکی با پارچه پشمی مالش داده می‌شوند.

اگر دو میله پلاستیکی به یکدیگر نزدیک شوند، یکدیگر را دفع می‌کنند.

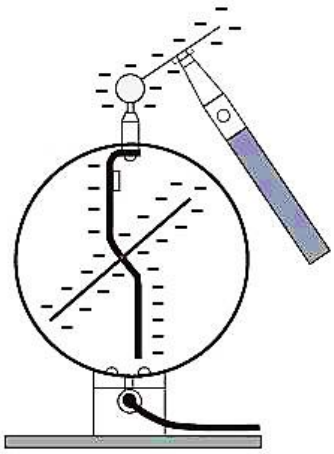
نوع باری که جسم بر اثر مالش پیدا می‌کند براساس جدول سری **تریبوالکتریک** مشخص می‌شود.



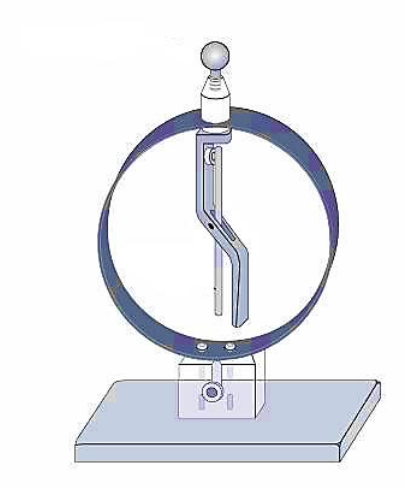
دانلود از اپلیکیشن پادرس

### ۱-۲-۱- الکتروسکوپ

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



الکتروسکوپ دارای بار منفی



الکتروسکوپ بدون بار

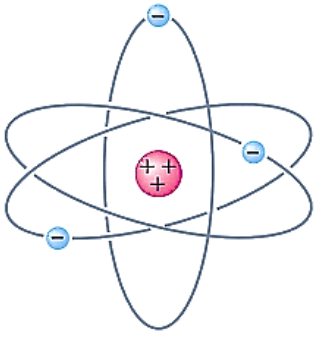
واحد بار الکتریکی در **SI** کولُن $[C]$ است.

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 مرتبه ی**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.



**شکل ۱-۱ مدل ساده ای از اتم؛ بار الکترون‌ها منفی و بار پروتون‌ها مثبت است.**

اندازه‌ی بار منفی الکترون دقیقاً برابر اندازه‌ی بار مثبت پروتون است.

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

در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها برابر تعداد پروتون‌های هسته است. $n_P = n_e$

جمع جبری همه‌ی بارهای اتم دقیقاً برابر صفر است.

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



دانلود از اپلیکیشن پادرس

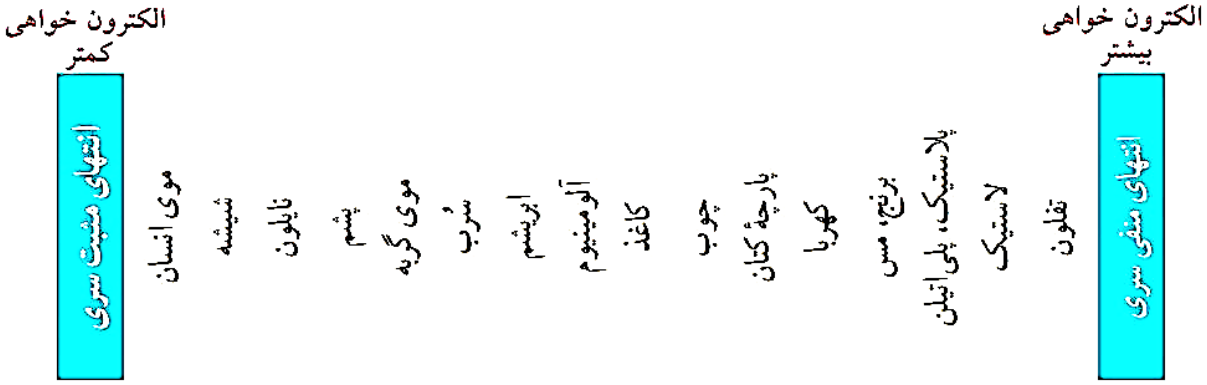
اندازه‌ی بار الکتریکی هر الکترون $e=1.6\times10^{-19}[C]$ است.

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

| | | |
|---|---|---|
| جسم الکترون از دست داده باشد | جسم مثبت است | $n_e < n_P \Rightarrow$ |
| جسم الکترون گرفته باشد | جسم منفی است | $n_e > n_P \Rightarrow$ |

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

نوع بار هر جسم با استفاده از سری **تریبوالکتریک** 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 بارالکتریکی** گفته می‌شود.

### ۱-۲-۲-۲- کوانتیده بودن بار الکتریکی

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

$$q=\pm ne \qquad \frac{1}{2}=0.5 \;,\; \frac{1}{4}=0.25 \;,\; \frac{1}{8}=0.125 \;,\; \frac{1}{16}=0.0625 \;,\; \frac{1}{32}=0.03125$$

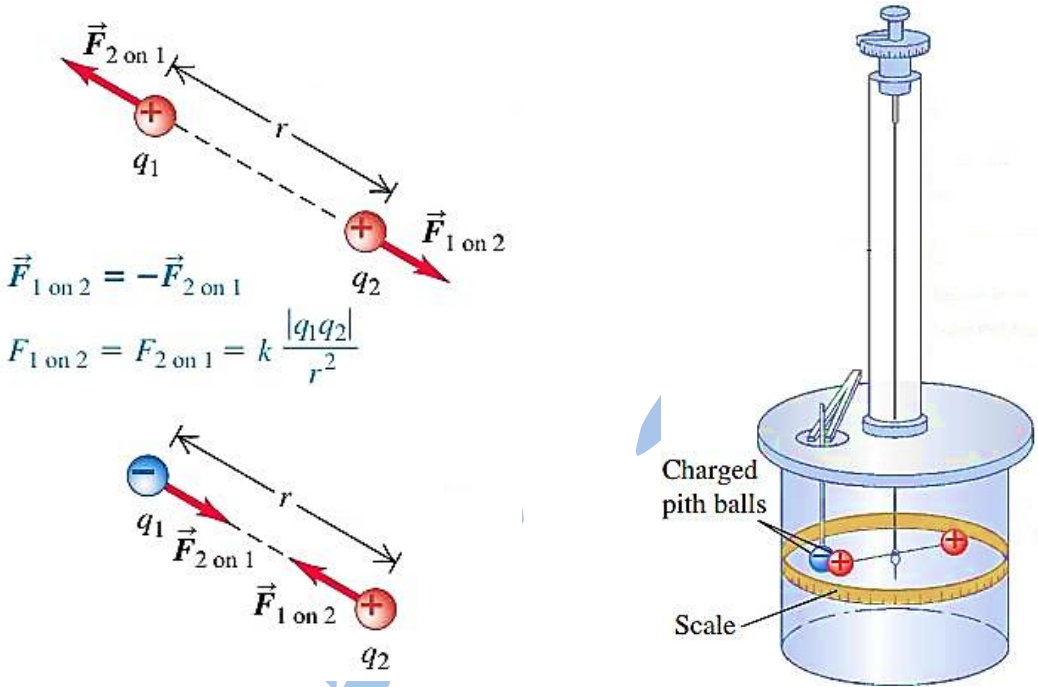


دانلود از اپلیکیشن پادرس

## ۱-۳-نیروی الکتریکی

اجسام باردار بر هم نیرو وارد می‌کنند. این نیروها ممکن است **ربایشی (جاذبه)** یا **رانشی (دافعه)** باشند.

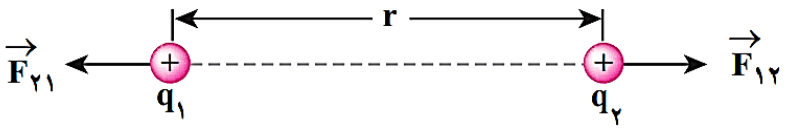
**شارل آگوستین کولن** با استفاده از **ترازوی پیچشی**، **اندازه‌ی نیروی الکتریکی** بین دو **جسم باردار** را محاسبه کند.




### ۱-۳-۱- قانون کولن

دو جسم باردار بر یکدیگر نیرو وارد می‌کنند، نیرویی که دو جسم باردار بر هم وارد می‌کنند، **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.**

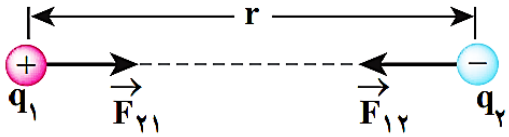



شکل ۱-۲ نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، رانشی(دافعه) است.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

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




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

نیرویی که بار $q_1$ الکتریکی به بار الکتریکی $q_2$ وارد می‌کند. $\vec{F}_{1on2} = \vec{F}_{12}$

نیرویی که بار $q_2$ الکتریکی به بار الکتریکی $q_1$ وارد می‌کند. $\vec{F}_{2on1} = \vec{F}_{21}$

نیروهای الکتریکی که دو ذره‌ی باردار به یکدیگر وارد می‌کنند، هم‌اندازه، در یک راستا و در جهت‌های مخالف یکدیگرند. (قانون سوم نیوتون)

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$
$$\left|\vec{F}_{12}\right| = -\left|\vec{F}_{21}\right|$$

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.

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

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

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

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

**قانون کولن :**

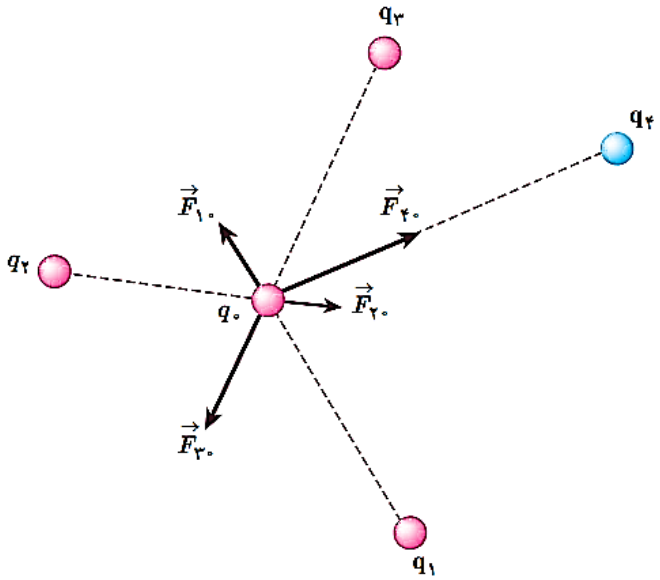
بزرگی نیروی الکتریکی بین دو ذره با بارهای $q_1$ و $q_2$ که در فاصله $r$ از یکدیگر قرار دارند، با **حاصلضرب اندازه‌ی بار دو ذره نسبت مستقیم** و با **مجذور فاصله‌ی دو ذره از هم، نسبت وارون** دارد.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

## ۱-٤-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 $q_n,\dots,q_4,q_3,q_2,q_1$ که بر بار $q_0$ وارد می‌کنند.




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

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

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

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

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

| | |
|---|---|
| $\underbrace{\begin{cases}F_{R0}^{x}>0\\F_{R0}^{y}>0\end{cases}}_{\text{ربع اول}}\Rightarrow\theta=\alpha$ | $\underbrace{\begin{cases}F_{R0}^{x}<0\\F_{R0}^{y}>0\end{cases}}_{\text{ربع دوم}}\Rightarrow\theta=\pi-\alpha$ |
| $\underbrace{\begin{cases}F_{R0}^{x}>0\\F_{R0}^{y}<0\end{cases}}_{\text{ربع چهارم}}\Rightarrow\begin{cases}\theta=2\pi-\alpha\\\theta=-\alpha\end{cases}$ | $\underbrace{\begin{cases}F_{R0}^{x}<0\\F_{R0}^{y}<0\end{cases}}_{\text{ربع سوم}}\Rightarrow\theta=\pi+\alpha$ |



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۱

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

سوال ۱-۲

دو بار مشابه $Q$ در فاصله معینی، نیروی $640\,N$ را به یکدیگر وارد می‌کنند، چند درصد از بار یکی برداشته و به دیگری اضافه می‌کنیم، تا در همان فاصله نیروی بین دو بار $600\,N$ شود؟

سوال ۱-۳

دو بار مشابه $Q$ در فاصله معینی، نیروی $F$ را به یکدیگر وارد می‌کنند، 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 $F$ می‌شود؟

سوال ۱-٤

**دو بار الکتریکی هم‌نام $q_1 = 8\mu C$ و $q_2$ در فاصله‌ی $r$، نیروی $F$ را بر هم وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار $q_1$ را برداشته و به $q_2$ اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله‌ی بارها نیروی متقابل بین آن‌ها ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مقدار اولیه‌ی $q_2$ چند میکروکولن است؟**

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



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۵ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

**دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1$ و $q_2$ از فاصله‌ی ۲۷ سانتی‌متری بر یک‌دیگر نیرویی الکتریکی به بزرگی ۶۴ نیوتون وارد می‌کنند. آن‌ها را چندسانتی‌متر به هم نزدیک کنیم تا بزرگی نیروی الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند برابر با ۸۱N شود؟ $(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$**

۱) ۲۴  ۲) ۳  ۳) ۱۰  ۴) ۵

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) $\frac{1}{4}$  ۲) ۱  ۳) ۲  ۴) ۴  (آزمایشی سنجش 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؟



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۸ (سراسری ریاضی ۹۴)

**دو گلولهٔ فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می‌باشند، از فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری، نیروی جاذبهٔ ۴ نیوتون بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+۳\mu C$ خواهد شد. بار اولیهٔ گلوله‌ها برحسب میکروکولن کدام است؟ ($k = ۹\times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}$)**

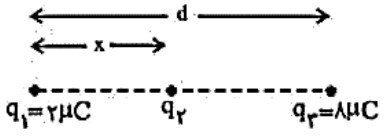
۱) ۱۲ و ۶-  ۲) ۱۰ و ۴-  ۳) ۹ و ۳-  ۴) ۸ و ۲-

سوال ۱-۹

دو کره فلزی کوچک و یکسان دارای بار الکتریکی $2q$ و $-3q$ در فاصله‌ی $d$، نیروی $F_1$ را به هم وارد می‌کنند. دو کره را به همدیگر تماس داده سپس در همان فاصله‌ی قبل از همدیگر قرار می‌دهیم. اگر نیروی بین دو کره در این حالت $F_2$ می‌شود، نسبت $\frac{|F_2|}{|F_1|}$ چیست؟

سوال ۱-۱۰ (آزمون قلم‌چی تیر ماه ۹۵)

**مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای بر روی یک پاره خط قرار دارند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارها از طرف دو بار دیگر برابر با صفر باشد، بار الکتریکی $q_۲$ چند میکروکولن است؟**




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



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۱۱

**دو کره‌ی فلزی که روی پایه‌های عایقی قرار دارند، دارای بار الکتریکی هستند. اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین این دو کره با فاصله‌ی $d$ برابر $F$ است. اگر آن دو را به هم تماس داده و دوباره در همان فاصله قرار دهیم، اندازه‌ی نیرو $F'$ می‌شود. کدام رابطه بین $F$ و $F'$ برقرار است؟**

(سراسری ریاضی ۷۶)

۱) $F > F'$

۲) $F < F'$

۳) $F = F'$

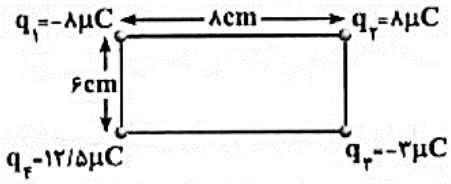
۴) بسته به شرایط، هر کدام ممکن است صحیح باشد.

سوال ۱-۱۲

**چهار بار الکتریکی در رأس‌های مستطیلی مطابق شکل قرار دارند. نیروی وارد بر بار $q_2$ چند نیوتون است؟**

$(k = 9\times10^9 N.m^2/C^2)$

(سراسری ریاضی ۹۰ خارج از کشور)




۱) ۳۰

۲) ۶۰

۳) $۶\sqrt{۱۰}$

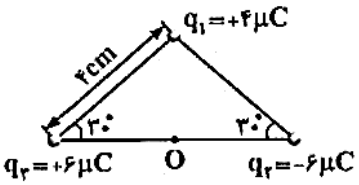
۴) $۹\sqrt{۱۰}$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۱۳

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




(سراسری ریاضی ۸۴)

۱) ۴۵

۲) ۹۰

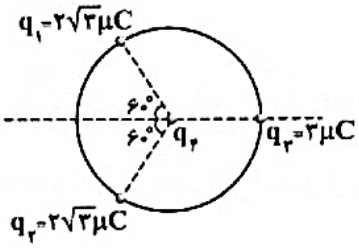
۳) $45\sqrt{3}$

۴) $90\sqrt{2}$

سوال ۱-۱۴

مطابق شکل، سه بار نقطه‌ای روی محیط دایره‌ای به شعاع ۱۰cm، ثابت نگه داشته شده‌اند و بار چهارم ($q_4$) در مرکز دایره قرار دارد. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_3$ برابر ۸/۱ نیوتون باشد، بار مثبت $q_4$ چند میکروکولن است؟ (بارهای الکتریکی مثبت، و $k = 9\times10^9 N.m^2/C^2$ است.)

(سراسری ریاضی ۹۰)




۱) ۱

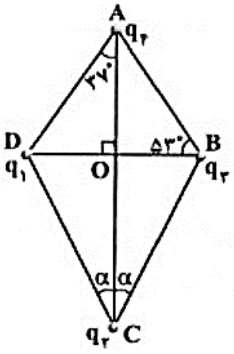
۲) ۲

۳) ۲۰

۴) ۱۰

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 $\alpha$ کدام است؟ $(q_2=64nC\ ,\ q_1=q_3=-10nC)$ $(\sin 37^\circ=0/6\ ,\ AO=4cm)$




(سراسری تجربی ۸۹)

۱) $37^\circ$

۲) $53^\circ$

۳) $\text{Arc}\tan 2$

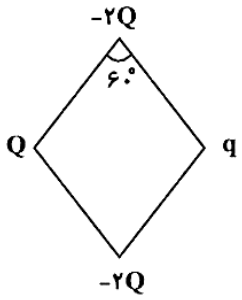
۴) $\text{Arc}\tan\frac{1}{2}$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

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

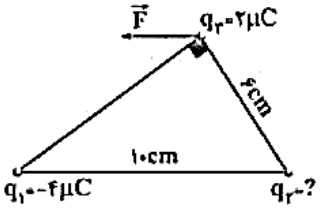
۲) -۱

۳) ۲

۴) -۲

سوال ۱-۱۷

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




۱) ۳

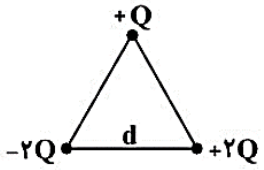
۲) ۴ (سراسری ریاضی ۸۸ خارج از کشور)

۳) $\frac{۹}{۴}$

۴) $\frac{۲۷}{۱۶}$

سوال ۱-۱۸(آزمون قلم‌چی مهر ماه ۹۵)

**سه بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل در رئوس یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع d قرار دارند. نیروی الکتریکی برایند وارد بر بار Q+ برابر با کدام گزینه است؟**




۱) $\frac{۴kQ^۲}{d^۲}$

۲) $\frac{۲kQ^۲}{d^۲}$

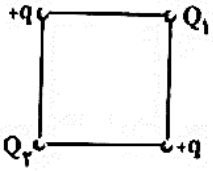
۳) $\frac{۲\sqrt{۳}kQ^۲}{d^۲}$

۴) $\frac{kQ^۲}{d^۲}$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

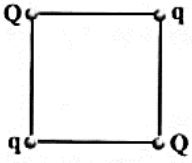
سوال ۱-۱۹




در چهار رأس مربعی چهار بار نقطه‌ای به شکل روبه‌رو قرار دارد. اگر برایند 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 ۱-۲۰

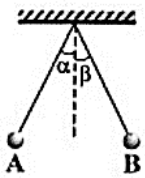



بارهای الکتریکی q و Q مطابق شکل در ۴ رأس مربع قرار دارند. اگر برایند نیروهای وارد بر بار Q صفر باشد، نسبت $\frac{Q}{q}$ کدام است؟ (سراسری ریاضی ۷۷ و آزمایشی سنجش ۸۹)

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

سوال ۱-۲۱

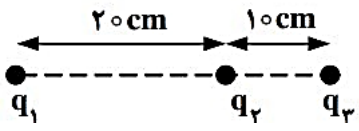
در شکل روبه‌رو گلوله‌های باردار از دو نخ با طول مساوی آویزانند و زاویه‌ی انحراف آن‌ها از راستای قائم برابر $\alpha$ و $\beta$ بوده و اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر آن‌ها $F_A$ و $F_B$ است. اگر $q_A > q_B$ و $m_A < m_B$ باشد، کدام رابطه‌ی زیر درست است؟ (آزمایشی سنجش ۸۲)




۱) $\alpha = \beta$ ، $F_A = F_B$
۲) $\alpha > \beta$ ، $F_A = F_B$
۳) $\alpha > \beta$ ، $F_A > F_B$
۴) $\alpha = \beta$ ، $F_A < F_B$

سوال ۱-۲۲ (سراسری تجربی ۹۳)

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




۱) $-4$
۲) $+4$
۳) $-\frac{9}{4}$
۴) $\frac{9}{4}$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

## ۱-۵-میدان الکتریکی

هر جسمی که دارای بار الکتریکی باشد در اطراف خود خاصیتی به‌نام **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.

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

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

ز ه م یدان ا ک تری کی

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

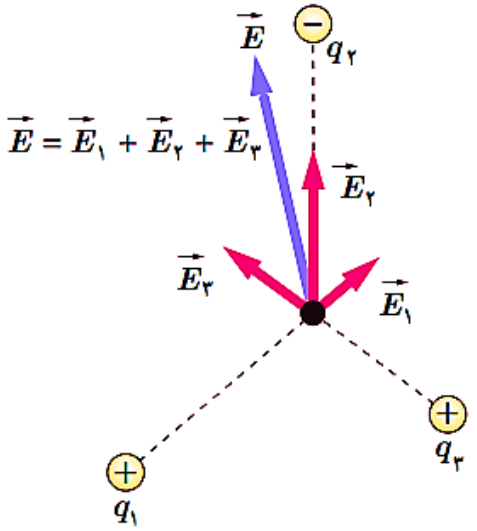
میدان الکتریکی کمیتی برداری است و با نیروی الکتریکی در نقطه‌ی $A$ هم‌جهت است.

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



دانلود از اپلیکیشن پادرس

۱-۵-۲- بر هم‌نهی میدان‌های الکتریکی




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

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

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

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

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

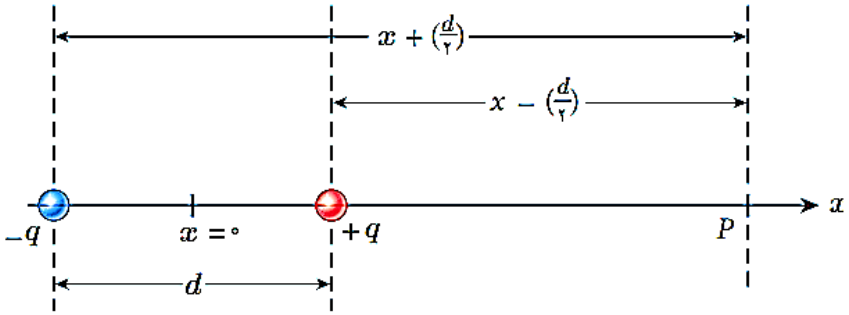
| | |
|---|---|
| $\underbrace{\begin{cases} E_R^x > 0 \\ E_R^y > 0 \end{cases}}_{\text{ر.ع اول}} \Rightarrow \theta = \alpha$ | $\underbrace{\begin{cases} E_R^x < 0 \\ E_R^y > 0 \end{cases}}_{\text{ر.ع دوم}} \Rightarrow \theta = \pi - \alpha$ |
| $\underbrace{\begin{cases} E_R^x > 0 \\ E_R^y < 0 \end{cases}}_{\text{ر.ع چهارم}} \Rightarrow \begin{cases} \theta = 2\pi - \alpha \\ \theta = -\alpha \end{cases}$ | $\underbrace{\begin{cases} E_R^x < 0 \\ E_R^y < 0 \end{cases}}_{\text{ر.ع سوم}} \Rightarrow \theta = \pi + \alpha$ |

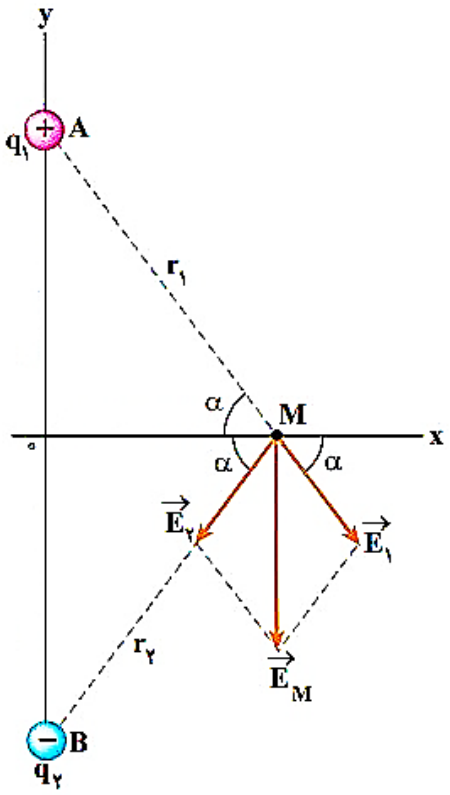


دانلود از اپلیکیشن پادرس

### ۱-۵-۳- دوقطبی الکتریکی

به آرایشی که دو بار الکتریکی $q$ و $-q$ در فاصله‌ی $d$ روی یک محور قرار داشته باشند، **دوقطبی الکتریکی** گفته می‌شود.




سعید غلامی



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۲۳

**میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای $۲۰\mu C$ در فاصله‌ی یک متری آن، چند نیوتون بر کولن است؟** (سراسری ریاضی ۸۰)

۱) $۲\times۱۰^{۳}$  ۲) $۲\times۱۰^{۶}$  ۳) $۱/۸\times۱۰^{۴}$  ۴) $۱/۸\times۱۰^{۵}$

سوال ۱-۲۴

**میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متری از بار q برابر E است. چند سانتی‌متر دیگر از این بار دور شویم تا میدان الکتریکی ۷۵ درصد کاهش یابد؟** (سراسری تجربی ۸۲ خارج از کشور)

۱) ۱۰  ۲) ۲۰  ۳) ۳۰  ۴) ۴۰

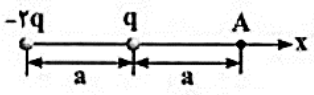
سوال ۱-۲۵

**شدت میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصله‌ی r برابر E است. شدت میدان الکتریکی حاصل از بار $۳q$ در فاصله‌ی $۲r$ چند E است؟** (سراسری ریاضی ۷۱)

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

سوال ۱-۲۶

**میدان الکتریکی حاصل از بارهای شکل روبه‌رو در نقطه‌ی A، کدام است؟ $(q>۰)$** (سراسری ریاضی ۷۴)




۱) $\frac{۳kq}{۲a^{۲}}$، در جهت مثبت x  ۲) $\frac{kq}{۲a^{۲}}$، در جهت منفی x

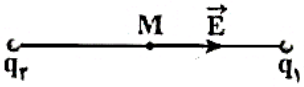
۳) $\frac{kq}{۲a^{۲}}$، در جهت مثبت x  ۴) $\frac{۳kq}{۲a^{۲}}$، در جهت منفی x



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۲۷

**میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی $q_1$ و $q_2$ در نقطه‌ی M روی خط واصل بارها، مطابق شکل روبه‌رو است. نوع بار الکتریکی آن‌ها به ترتیب کدام‌اند؟** (سراسری ریاضی ۸۳)




۱) منفی- منفی
۲) منفی- مثبت
۳) مثبت- مثبت
۴) بسته به شرایط هر کدام از گزینه‌های دیگر می‌تواند درست باشد.

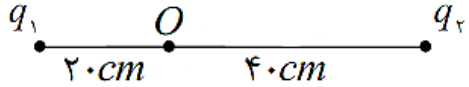
سوال ۱-۲۸

**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 ۴۰ 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 تجربی ۸۶ خارج از کشور)

۱) ۱/۲۵
۲) ۱/۵۰
۳) ۲/۲۵
۴) ۲/۵۰

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.



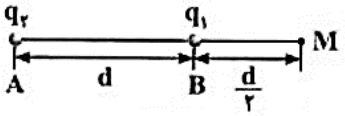

۱) $-4$  ۲) $-2$  ۳) $2$  ۴) $4$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۳۰

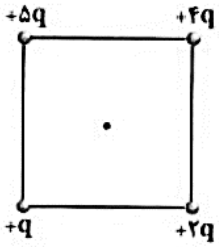
دو بار الکتریکی $q_1$ و $q_2$ در نقاط A و B مطابق شکل قرار دارند. شدت میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر $\vec{E}$ می‌باشد. اگر بار $q_1$ را خنثی کنیم شدت میدان در همان نقطه $-\frac{\vec{E}}{3}$ می‌شود، نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟ (سراسری ریاضی ۸۲ خارج از کشور)




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

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)




۱) $\sqrt{۲}$

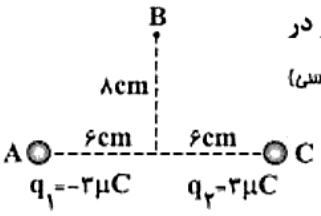
۲) $۲\sqrt{۲}$

۳) $\frac{۳}{۲}\sqrt{۲}$

۴) $۳\sqrt{۲}$

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 درسی)




۱) $۱۶/۲\times۱۰^۵$ و $\rightarrow$

۲) $۳۲/۴\times۱۰^۵$ و $\leftarrow$

۳) $۳۲/۴\times۱۰^۵$ و $\rightarrow$

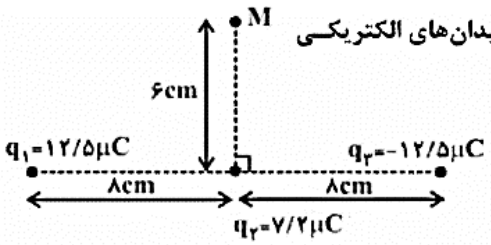
۴) $۱۶/۲\times۱۰^۵$ و $\leftarrow$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۳۳ (آزمون قلم‌چی تیر ماه ۹۵)

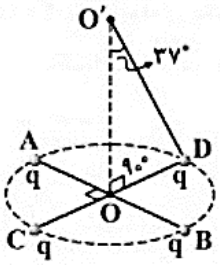
مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در مکان خود ثابت شده‌اند. بزرگی برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارها در نقطه‌ی M چند نیوتون بر کولن است؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$




۱) $۱۸\sqrt{۲}\times۱۰^۶$
۲) $۶\sqrt{۲}\times۱۰^۶$
۳) $۶\times۱۰^۶$
۴) $۱۸\times۱۰^۶$

سوال ۱-۳۴

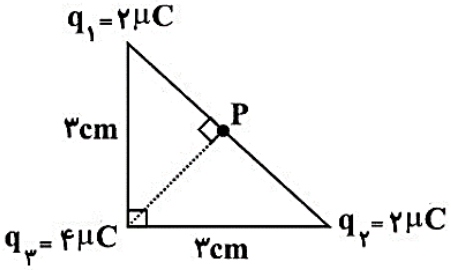
دو قطر عمود برهم AB و CD از یک دایره‌ی افقی را در نظر گرفته و چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در نقاط A، B، C و D قرار می‌دهیم. اگر میدان الکتریکی هر یک از بارها در نقطه‌ی O′ (نشان داده شده در شکل) برابر $۵\times۱۰^۴ N/C$ باشد، برایند میدان الکتریکی حاصل در نقطه‌ی O′ چند نیوتون بر کولن است؟ $(\cos ۳۷^\circ = ۰/۸)$ (سراسری (ریاضی ۸۸)




۱) $۸\times۱۰^۴$
۲) $۶/۴\times۱۰^۴$
۳) $۱/۶\times۱۰^۵$
۴) $۲\times۱۰^۵$

سوال ۱-۳۵ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

در شکل زیر، اندازه‌ی میدان الکتریکی برایند ناشی از بارهای نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ در نقطه‌ی P کدام است؟




$(k = ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$

۱) $۲\sqrt{۲}\times۱۰^۷$
۲) $۴\times۱۰^۷$
۳) $۴\sqrt{۲}\times۱۰^۷$
۴) $۸\times۱۰^۷$



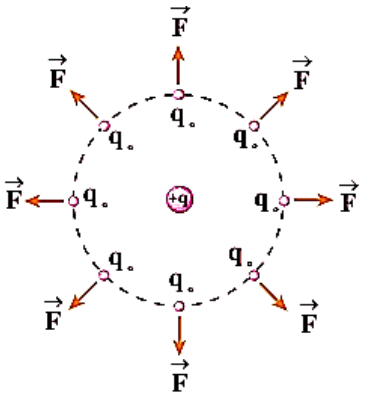
دانلود از اپلیکیشن پادرس

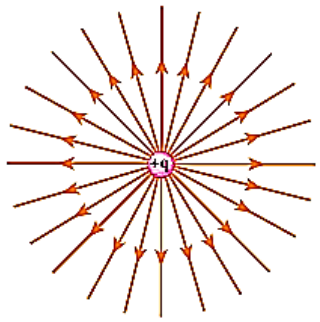
### ۱-۵-٤- خطوط میدان الکتریکی

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 می شوند.

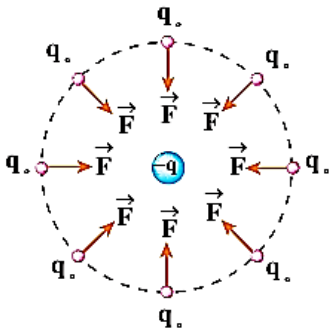
#### ۱-۵-٤-۱- نکته

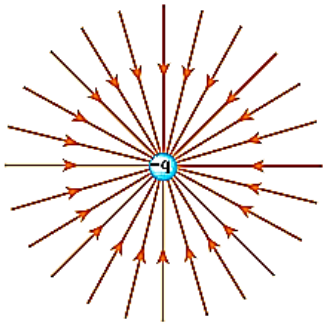
خطوط میدان الکتریکی در هر نقطه، با نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی که در آن نقطه قرار دارند هم‌جهت و موازی هستند.





خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار مثبت

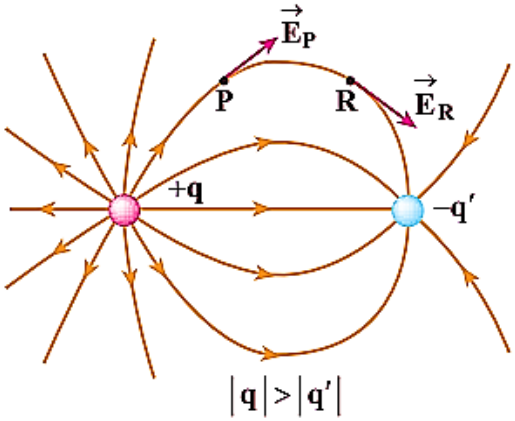


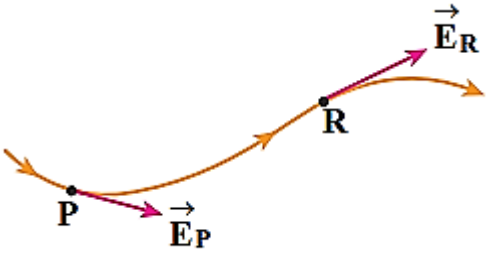


خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار منفی

#### ۱-۵-٤-۲-نکته

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



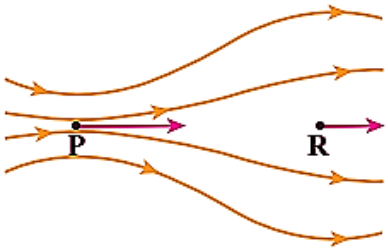






دانلود از اپلیکیشن پادرس

**۱-۵-٤-۳-نکته**

در هر نقطه که میدان قوی‌تر باشد، خطوط میدان به یکدیگر نزدیک‌تر و فشرده‌تر هستند.

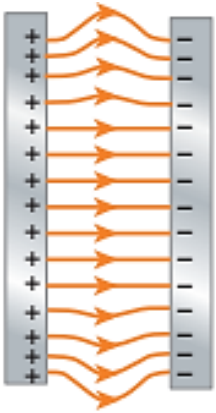



$$\vec{E}_p > \vec{E}_R$$

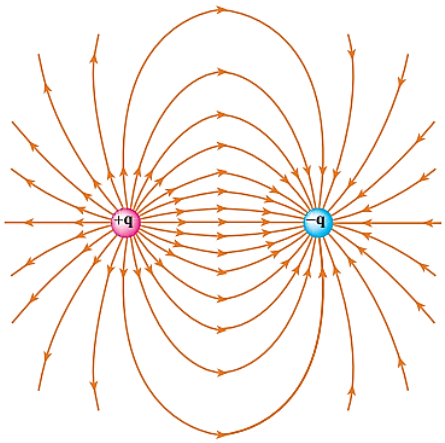
**۱-۵-٤-٤-نکته**

خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند، یعنی از هر نقطه از فضا فقط یک خط میدان می‌گذرد.

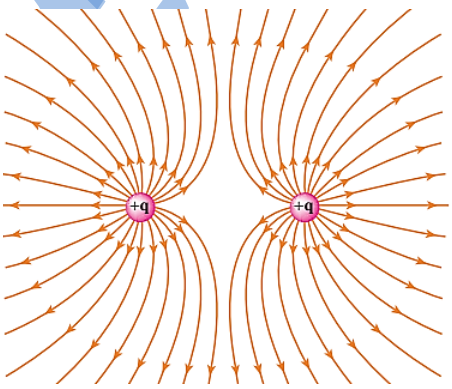
به بیان دیگر در هرنقطه از فضا یک میدان الکتریکی وجود دارد که همان میدان الکتریکی برآیند است.



**میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه‌ی رسانا**




$$|q_1| = |q_2|$$




$$|q_1| = |q_2|$$

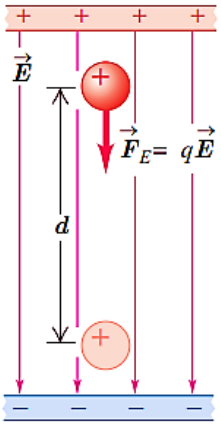


دانلود از اپلیکیشن پادرس

## ۱-۶-نیروی وارد بر بارالکتریکی درون در میدان الکتریکی

اگر یک بار الکتریکی درون یک میدان الکتریکی قرار گیرد، به بار الکتریکی **نیرو** وارد می‌شود. این نیرو برابراست با

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




### ۱-۶-۱- آزمایش قطره- روغن میلیکان

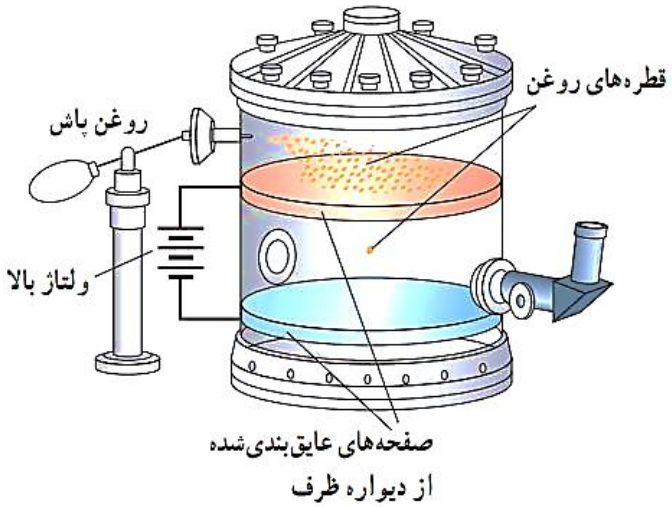
# بین دو ورقه‌ی فلزی موازی و افقی میدان الکتریکی قائم یکنواخت قابل تنظیم برقرار است.

# قطره های روغن از درون روزنه‌های روی ورقه بالایی به فضای بین دو ورقه وارد می‌شدند.

# قطره‌های روغن با خروج از دهانه‌ی روزنه باردار می‌شوند.

# میلیکان با قطع و وصل کردن میدان الکتریکی حرکت قطره‌های روغن را بررسی کرد.

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






دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۳۶

ذره‌ای به جرم ۴ گرم و بار الکتریکی $2\mu C$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت $4\times10^{4}\,N/C$ قرار می‌دهیم. اندازه‌ی شتاب حاصل از نیروی الکتریکی وارد بر این ذره، چند برابر اندازه‌ی شتاب گرانش زمین است؟ $(g=10\,m/s^2)$ (آزمایشی سنجش ۸۹)

۱) ۱  ۲) ۲  ۳) ۳  ۴) ۴

سوال ۱-۳۷

در یک نقطه از فضا بر بار $-5\times10^{5}\mu C$ 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 خارج از کشور)

۱) ۲۰۰۰  ۲) ۲۰۰۰۰  ۳) ۱۰۰۰  ۴) ۱۰۰۰۰

سوال ۱-۳۸

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

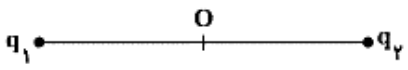
۱) $2\times10^{4}$، بالا  ۲) $2\times10^{4}$، پایین  ۳) $5\times10^{5}$، بالا  ۴) $5\times10^{5}$، پایین



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۳۹ (آزمون قلم‌چی مهر ماه ۹۵)

**در شکل زیر میدان برایند 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 این‌صورت کدام گزینه‌ی زیر الزاماً صحیح است؟**




۱) $\frac{q_1}{q_2} > 0$

۲) $\frac{q_1}{q_2} < 0$

۳) $|q_1| = |q_2|$

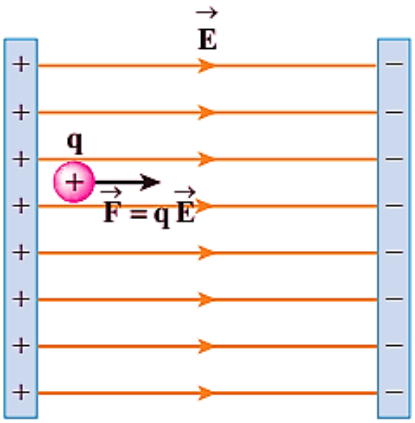
۴) $|q_1| < |q_2|$

بیر غلامی



دانلود از اپلیکیشن پادرس

## ۱-۷-انرژی پتانسیل الکتریکی

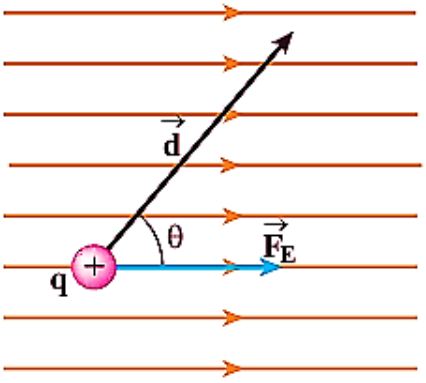



$$\begin{cases} \Delta U = -W_E \\ W_E = \Delta K = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) \\ \Delta U = -\Delta K \end{cases}$$

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

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

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




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

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

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

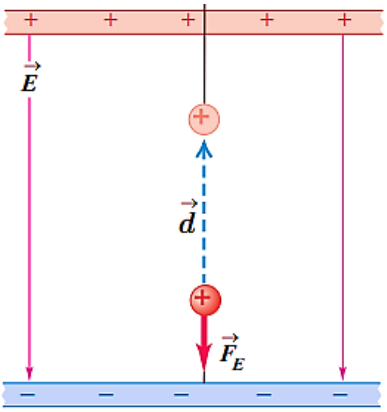
| | |
|---|---|
| بر حسب کولن $[C]$ | $q$ |
| برحسب $[\frac{N}{C}]$ | $\lvert\vec{E}\rvert$ |
| بر حسب $[m]$ | $\vec{d}$ |
| بر حسب $[j]$ | $\Delta U_E$ |



دانلود از اپلیکیشن پادرس

**۱-۷-۱-۱- نکته**

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



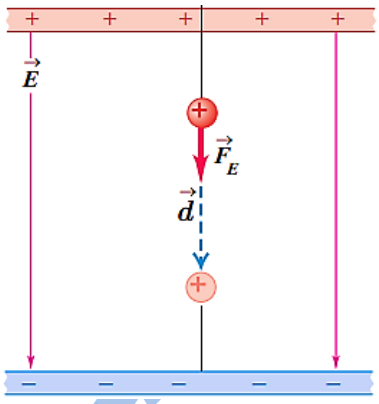
$$\Delta U_E = -qE\,d\cos\theta$$

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

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

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

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



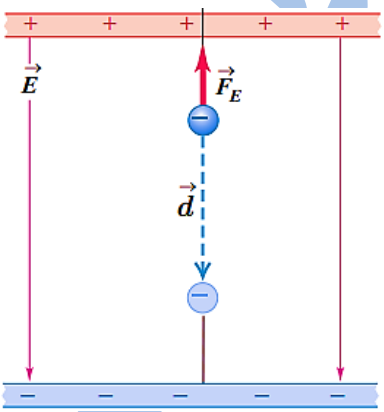
$$\Delta U_E = -qE\,d\cos\theta$$

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

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

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

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



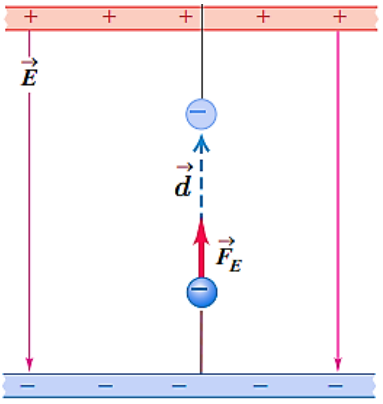
$$\Delta U_E = -qE\,d\cos\theta$$

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

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

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

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



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

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

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

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

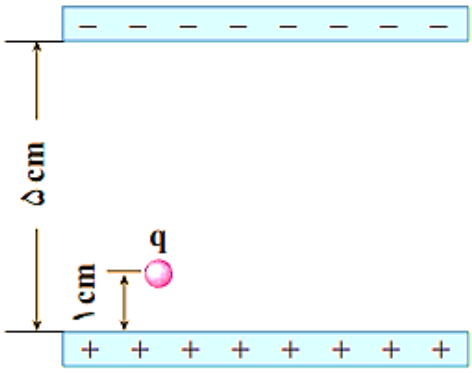
$$\Rightarrow \Delta U_E < 0 \Rightarrow U_2 - U_1 < 0 \Rightarrow U_2 < U_1$$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۴۰

غباری به جرم $10^{-8}g$ و بار الکتریکی $10^{-15}$ بین دو صفحه به فاصله‌ی $5cm$ از فاصله‌ی یک سانتی‌متری صفحه‌ی پایینی رها می‌شود. اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی $1.2\times10^{5}\frac{N}{C}$ باشد، چند ثانیه طول می‌کشد تا به صفحه‌ی بالایی برسد؟ $\left(g=10\frac{m}{s^2}\right)$




سوال ۱-۴۱

اگر در آزمایش قطره‌ی روغن میلیکان، قطره‌ی روغنی به جرم $8.2\times10^{-15}kg$ درون میدان الکتریکی به بزرگی $10^{5}\frac{N}{C}$ و رو به پایین، معلّق باشد. تعداد الکترون هایی که این قطره جذب کرده یا از دست داده است، چقدر است؟

دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۴۲ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

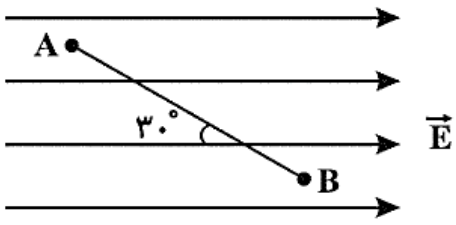
ذره‌ای باردار به جرم یک گرم را در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $۲۰۰\frac{N}{C}$ که در راستای قائم و جهت آن رو به بالا است، رها می‌کنیم. اگر ذره با شتاب $۱۵\frac{m}{s^۲}$ به‌سمت پایین سقوط کند، بار آن چند میکروکولن است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

۱) ۲۵  ۲) ۱۲۵

۳) -۲۵  ۴) -۱۲۵

سوال ۱-۴۳ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

مطابق شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $E = ۵\times۱۰^۳\frac{N}{C}$، ذره‌ی باردار $q = -۲\mu C$ از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌شود $(\overline{AB} = ۲m)$. اگر ذره از نقطه‌ی B به اندازه‌ی $\sqrt{۳}\ m$ موازی با خطوط میدان و درخلاف جهت میدان جابه‌جا شده تا به نقطه‌ی C برسد، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره از A تا C چگونه تغییر می‌کند؟




۱) $۱۰^{-۲}$ ژول کاهش می‌یابد.

۲) $۱۰^{-۲}$ ژول افزایش می‌یابد.

۳) $\sqrt{۳}\times۱۰^{-۲}$ ژول افزایش می‌یابد.

۴) تغییری نمی‌کند.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-٤٤ (آزمون قلم‌چی مهر ماه ۹۵)

**دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = -4\mu C$ 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 ۰/۶ میلی‌ژول بیش‌تر از کار میدان الکتریکی وارد بر بار $q_2$ در این جابه‌جایی باشد، $V_B - V_A$ چند ولت است؟**

۱) ۱۰۰

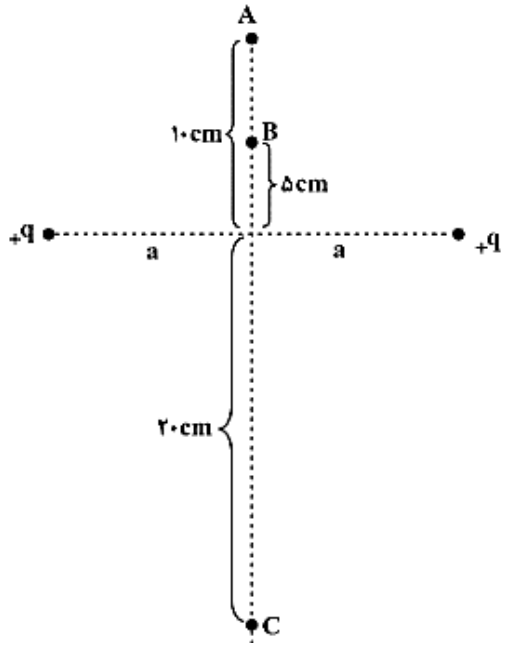
۲) ۵۰

۳) -۱۰۰

۴) -۵۰

سوال ۱-٤٥ (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 و C صحیح است؟**




۱) $U_A < U_B < U_C$

۲) $U_C < U_A < U_B$

۳) $U_B < U_C < U_A$

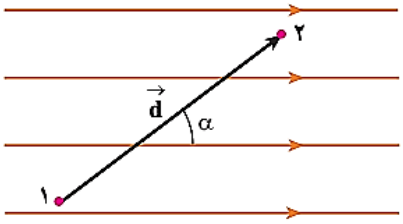
۴) $U_B < U_A < U_C$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

### ۱-۷-۲- اختلاف پتانسیل الکتریکی

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




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

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

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

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

| $\lvert\vec{E}\rvert$ | برحسب ولت بر متر $[\frac{V}{m}]$ |
|---|---|
| $\vec{d}$ | بر حسب متر $[m]$ |
| $\Delta V$ | بر حسب ولت $[V]$ |

سوال ۱-٤٦

نشان دهید که **ژول 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.



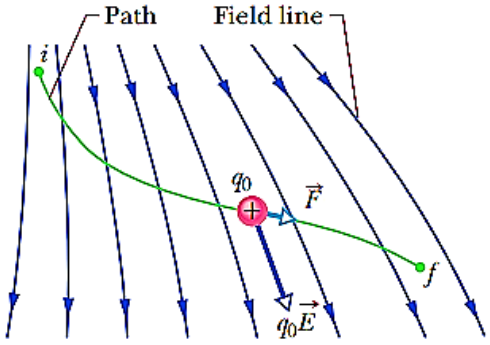
دانلود از اپلیکیشن پادرس

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

فرض کنید بار الکتریکی $q$ از نقطه‌ی $i$ به نقطه‌ی $f$ 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 به‌صورت زیر است

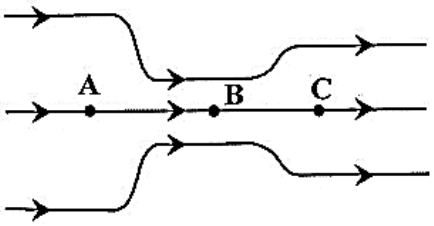
$$\begin{cases}\Delta K = W_{\vec{F}} + W_E \\ W_{\vec{F}} = |\vec{F}||d|\cos\theta \\ W_E = |\vec{F}_E||d|\cos\theta'\end{cases}$$

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




سوال ۱-۴۷ (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.

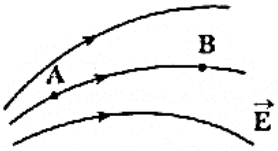
۳) شتاب یک پروتون در نقطه‌ی **B** بیش‌تر از شتاب آن در نقطه‌ی **C** است.

۴) انرژی پتانسیل الکتریکی یک الکترون به هنگام حرکت از نقطه‌ی **B** به نقطه‌ی **A** افزایش می‌یابد.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

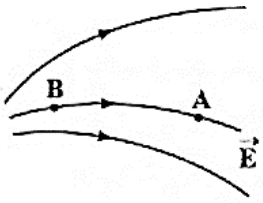
سوال ۱-۴۸




**مطابق شکل اگر در میدان الکتریکی E الکترونی را از A به B حرکت دهیم، انرژی پتانسیل الکترون چگونه تغییر می‌کند؟** (آزاد ریاضی ۸۶)

۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند.
۴) پیوسته صفر باقی می‌ماند.

سوال ۱-۴۹

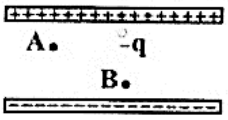



**مطابق شکل اگر در میدان الکتریکی E بار آزمون مثبت را از A به B حرکت دهیم، انرژی پتانسیل آن چگونه تغییر می‌کند؟** (سراسری ریاضی ۷۹)

۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند.
۴) پیوسته صفر باقی می‌ماند.

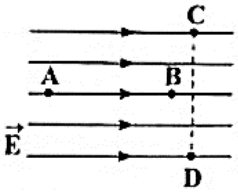
سوال ۱-۵۰

**در شکل روبه‌رو اگر نیروی وارد بر بار نقطه‌ای (q-) و انرژی پتانسیل این بار را در نقطه‌ی A به ترتیب با $F_A$ و $U_A$ و همین کمیت‌ها را در نقطه‌ی B با $F_B$ و $U_B$ نشان دهیم، کدام رابطه صحیح است؟** (آزاد ریاضی ۷۸)




۱) $U_A > U_B$ و $F_A = F_B$
۲) $U_A \le U_B$ و $F_A > F_B$
۳) $U_A \ge U_B$ و $F_A < F_B$
۴) $U_A < U_B$ و $F_A = F_B$

سوال ۱-۵۱



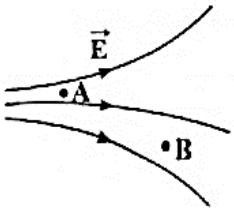

**با توجه به میدان نشان داده شده، کدام گزینه درباره‌ی پتانسیل الکتریکی نقاط درست است؟** (سراسری ریاضی ۷۵)

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



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۵۲

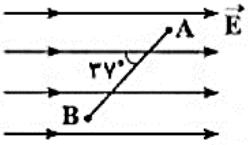



**در شکل روبه‌رو که خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می‌دهد، پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A نسبت به پتانسیل الکتریکی B ..... و در انتقال بار مثبت q از B تا A انرژی پتانسیل آن ..... می‌یابد.**

(آزمایشی سنجش ۷۹)

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

سوال ۱-۵۳




**بار نقطه‌ای ۴ میکروکولنی را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت با بزرگی $۱/۵\times۱۰^{۶}\ N/C$، از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌کنیم. انرژی پتانسیل این بار نقطه‌ای چگونه تغییر می‌کند؟ ($\sin ۳۷^\circ \simeq ۰/۶$ ، $AB = ۲۵\,cm$)**

(برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۱/۲ ژول افزایش می‌یابد.
۲) ۱/۲ ژول کاهش می‌یابد.
۳) ۱/۵ ژول افزایش می‌یابد.
۴) ۱/۵ ژول کاهش می‌یابد.

سوال ۱-۵۴

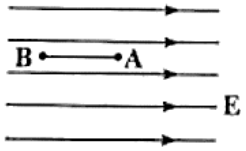
اختلاف پتانسیل پایانه‌های باتری یک خودرو برابر $+12[V]$ است، اگر در مدت زمان $10[s]$ بار الکتریکی $-50[C]$ از پایانه‌ی منفی به پایانه مثبت باتری جابجا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر تغییر می‌کند؟

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

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = q\Delta V = q\left(V_+ - V_-\right) = \left(-50\right)\left(12\right) = -600[j]$$

انرژی پتانسیل این بارالکتریکی به اندازه‌ی $600[j]$ کاهش یافته‌است.

سوال ۱-۵۵




**بار الکتریکی $q = -۴\mu C$ مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۱۰^{۵}\ V/m$ رها می‌شود. در جابه‌جایی بار q از A تا B، انرژی جنبشی بار ۸ میلی‌ژول افزایش می‌یابد. $V_B - V_A$ چند کیلوولت است؟**

(سراسری ریاضی ۸۹)

۱) ۲
۲) ۲-
۳) ۲۰۰
۴) ۲۰۰-



دانلود از اپلیکیشن پادرس

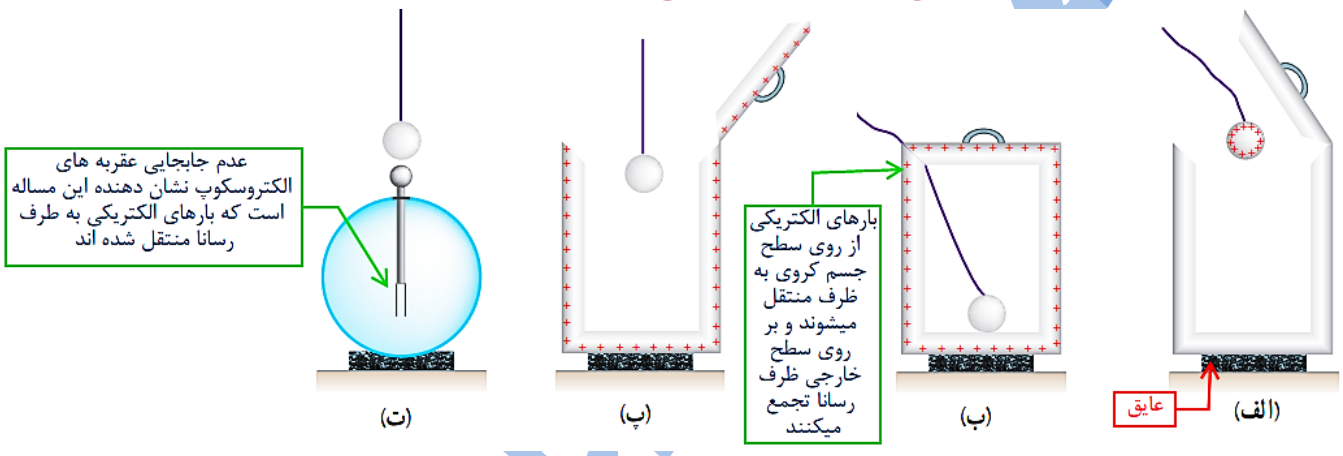
## ۱-۸-توزیع و القای بار در رساناها

### ۱-۸-۱- رسانای منزوی

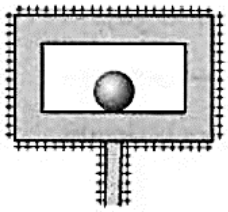
اگر جسمی با استفاده از یک عایق از محیط اطراف خود جدا شود اصطلاحاً به این رسانا، **رسانای منزوی** گفته می‌شود.

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 ۱-۵۶



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

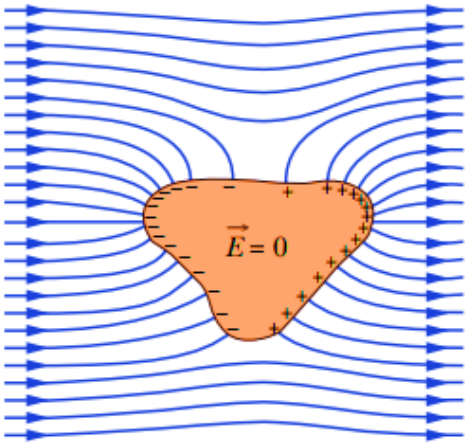
۱) هر دو مثبت
۲) هر دو منفی
۳) هر دو خنثی
۴) منفی- مثبت

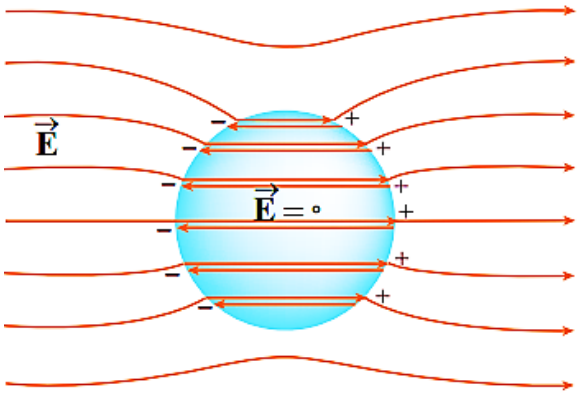


دانلود از اپلیکیشن پادرس

### 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 سطح 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.**

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

$$\Delta U=-W_{\vec{E}}=-q\cancel{\vec{E}}^{0}d\cos\theta=0$$

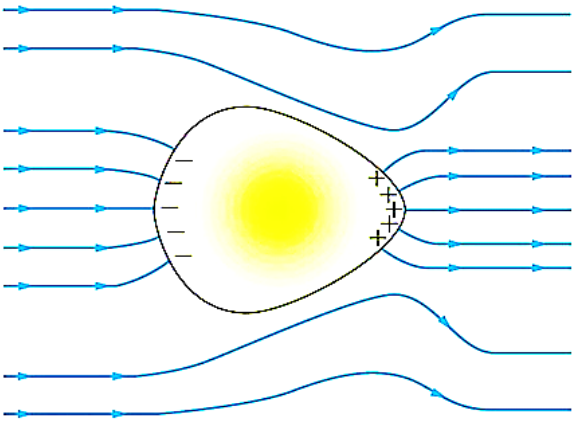
$$\Rightarrow \Delta V=\frac{\Delta U}{q}=\frac{0}{q}=0$$

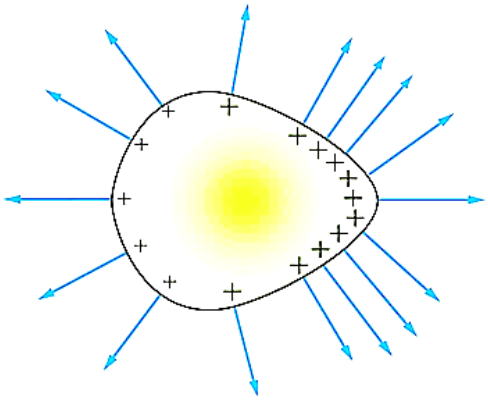


دانلود از اپلیکیشن پادرس

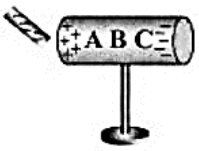
**۱-۸-۳-۱- نکته**

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





سوال ۱-۵۷




**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؟**

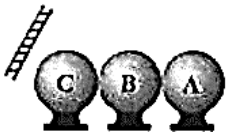
(سراسری ریاضی ۷۶)

۱) $V_A + V_C = V_B$  ۲) $V_A < V_B < V_C$  ۳) $V_A = V_B = V_C$  ۴) $V_A > V_B > V_C$

سوال ۱-۵۸

**مطابق شکل سه کره‌ی فلزی خنثی با 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 به‌ترتیب (از راست به چپ) کدام است؟**

(آزمون‌های سراسری گاج)




۱) منفی، خنثی، مثبت  ۲) منفی، مثبت، مثبت

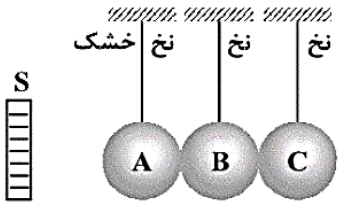
۳) مثبت، مثبت، منفی  ۴) مثبت، خنثی، منفی



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۵۹

**در شکل زیر، همه‌ی کره‌های رسانای A، B و C در مجاورت میله‌ی باردار منفی در تماس با هم قرار دارند. اگر به‌وسیله‌ی 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

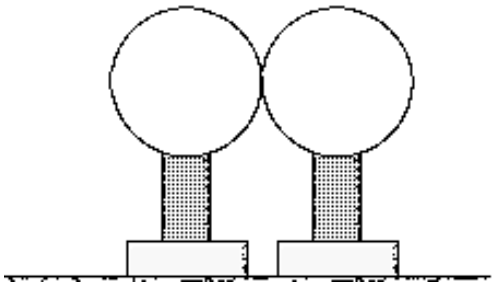
۲) مثبت- منفی

۳) مثبت - خنثی

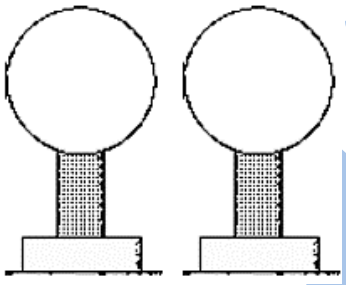
۴) خنثی - مثبت

سوال ۱-۶۰

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؟



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



پس از جدا شدن

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

$$\Rightarrow \text{تا تعادل می شوند} \Rightarrow V_1'=V_2'$$

$$k\frac{q_1'}{R_1}=k\frac{q_2'}{R_2} \Rightarrow \frac{q_1'}{R_1}=\frac{q_2'}{R_2}$$

$$\Rightarrow q_1'=\frac{R_1}{R_2}q_2'$$

$$\xrightarrow{q_1'+q_2'=Q} q_1'=\frac{R_1}{R_1+R_2}Q \quad , \quad q_2'=\frac{R_2}{R_1+R_2}Q$$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

### ۱-۸-٤- چگالی سطحی بارالکتریکی رسانا

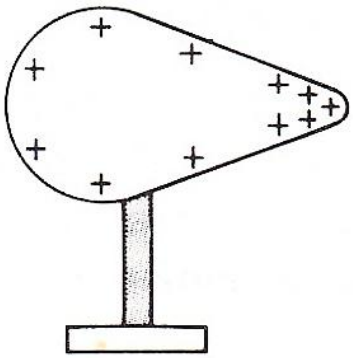
بارهای الکتریکی روی سطح خارجی اجسام توزیع می‌شوند.

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

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

### ۱-۸-٤-۱- 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 ۱-٦۱ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

**یک کره‌ی رسانا به شعاع ۱۰cm، روی پایه‌ی عایق قرار دارد. چگالی سطحی بار الکتریکی کره برابر با $۱۶۰\frac{\mu C}{m^۲}$ است. اگر کره را با یک سیم به زمین (چشمه‌ی خنثای بار الکتریکی) اتصال دهیم، پس از برقراری تعادل چند الکترون از زمین به کره منتقل شده است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C \text{ و } \pi=۳)$**

۱) $۱/۲\times۱۰^{۱۳}$  ۲) $۱/۲\times۱۰^{۱۴}$  ۳) $۱/۲\times۱۰^{۱۷}$  ۴) $۱/۲\times۱۰^{۱۹}$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۶۲ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

**چگالی سطحی بار یک کره‌ی رسانا $۳۲\frac{\mu C}{m^۲}$ است. اگر تمام بار این کره را به کره‌ی دیگری که شعاع آن ۲۰٪ کوچکتر از شعاع کره‌ی اولیه است، انتقال دهیم، چگالی سطحی بار کره‌ی جدید چند میکروکولن بر سانتی‌مترمربع خواهد شد؟**

۱) ۵۰  ۲) $۵\times۱۰^{-۳}$

۳) $۴\times۱۰^{۵}$  ۴) $۵\times۱۰^{۵}$

سوال ۱-۶۳

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

۱) $\frac{۱}{۲}$  ۲) $\frac{۱}{۴}$

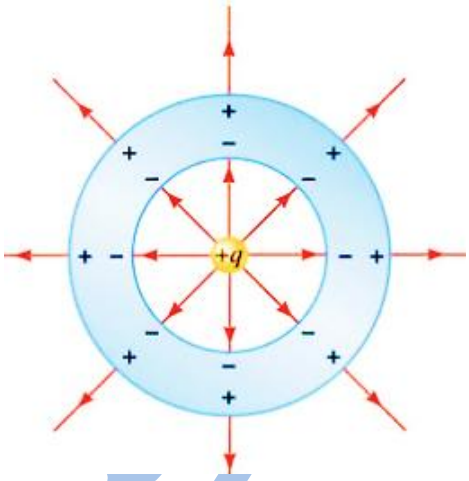
۳) $\frac{۱}{۱۶}$  ۴) $\frac{۱}{۶۴}$

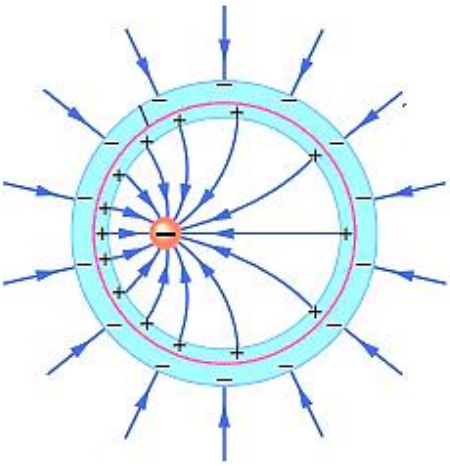


دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-٦٤

بار الکتریکی $+q$ را مطابق شکل شکل‌های زیر درون پوسته‌ای کروی قرار داده شده است. نحوه توزیع چگالی بارهای سطحی را در هر دوحالت توضیح دهید.



غلامی

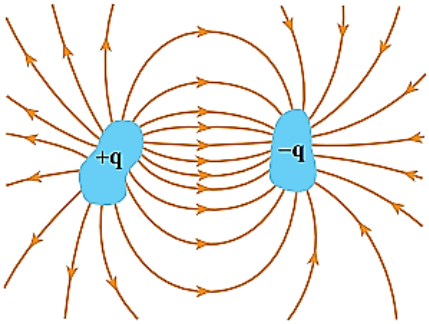


دانلود از اپلیکیشن پادرس

## ۱-۹-خازن‌ها

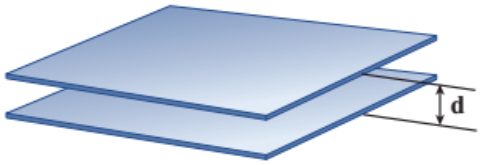
خازن وسیله‌ای است که می‌تواند بار الکتریکی و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند.

دو رسانا که به‌طور الکتریکی از یکدیگر و محیط اطراف خود منزوی شده‌اند، یک خازن را تشکیل می‌دهند.



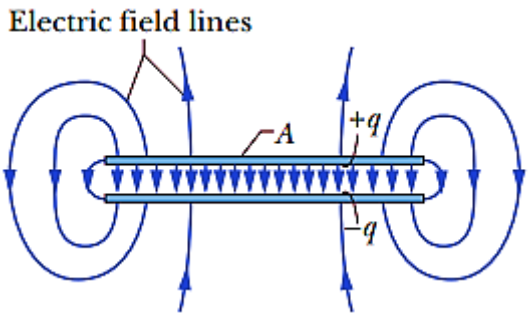

### ۱-۹-۱- خازن تخت

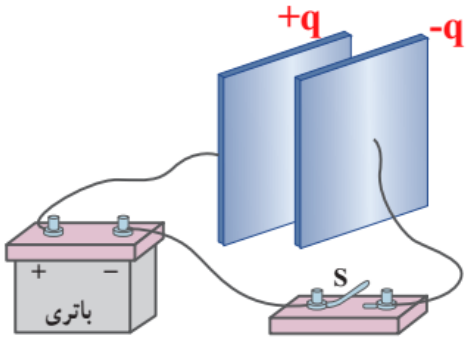
یک خازن تخت از دو صفحه‌ی رسانا با مساحت $A$ ساخته شده است که فاصله‌ی $d$ از هم قرار گرفته‌اند.




### ۱-۹-۱-۱- شارژ کردن یک خازن

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



دانلود از اپلیکیشن پادرس

### 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.

$$C = \frac{q}{V} \left[\frac{\text{ن}}{\text{ت}}\right]$$

ظرفیت خازن به **بار خازن و اختلاف پتانسیل دوصفحه‌ی خازن** بستگی ندارد.

### ۱-۹-۳- خازن با دی‌الکتریک

ظرفیت خازن به چه عواملی بستگی دارد؟

$$\begin{cases} C \propto A \\ C \propto \frac{1}{d} \end{cases} \Rightarrow C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$\left(\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \left[\frac{F}{m}\right]\right) \qquad \text{ت گ ذردهی خ لاء}$$

اگر فضای میان صفحات خازن با ماده‌ای عایق پر شود، ظرفیت خازن متناسب با ثابت دی‌الکتریک $\kappa$ افزایش می‌یابد.

$$C' = \kappa C$$

$$C' = \kappa \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad , \quad \kappa \text{ ت دی ا ک تریک}$$

#### ۱-۹-۳-۱- نکته

دی‌الکتریک‌ها دو نوع هستند: **قطبی و غیرقطبی**.

سوال ۱-۶۵

**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.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۶۶

**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؟** (آزمایشی سنجش ۸۴)

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

سوال ۱-۶۷

**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 تجربی ۷۹)

۱) $Q_2 < Q_1, V_2 < V_1, U_2 = U_1$  ۲) $Q_2 > Q_1, V_2 > V_1, U_2 < U_1$

۳) $Q_2 = Q_1, V_2 = V_1, U_2 = U_1$  ۴) $Q_2 = Q_1, V_2 < V_1, U_2 < U_1$

سوال ۱-۶۸

**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 تجربی ۸۳)

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

سوال ۱-۶۹

**اگر خازن مسطحی را که دی الکتریک 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؟** (آزمایشی سنجش ۸۳)

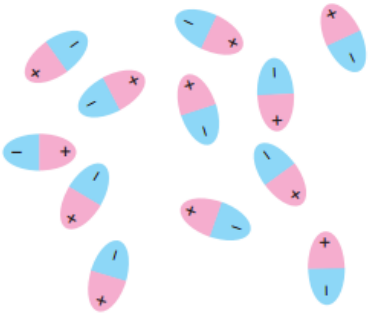
۱) $\frac{1}{2}$  ۲) ۱  ۳) $\sqrt{2}$  ۴) ۲



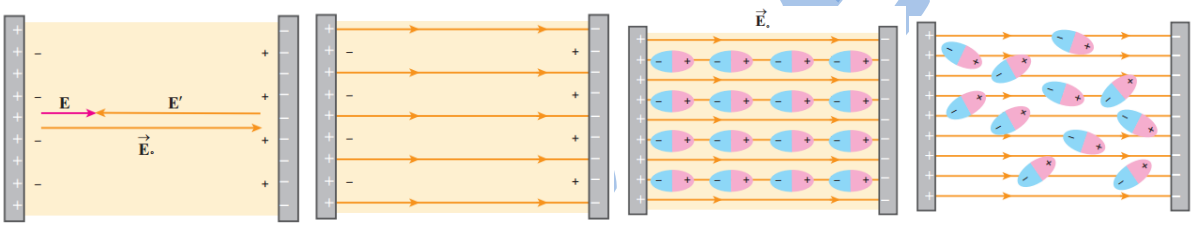
دانلود از اپلیکیشن پادرس

**۱-۹-۳-۲- سوال: دی‌الکتریک چگونه ظرفیت خازن را افزایش می‌دهد؟**

**الف) سمت‌گیری مولکول‌های یک دی‌الکتریک قطبی در نبود میدان الکتریکی به صورت زیر است.**



سمت‌گیری مولکول‌های یک ماده
دی‌الکتریک در نبود میدان الکتریکی




مولکول‌های دی‌الکتریک در حضور میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}_0$ سعی می‌کنند در جهت میدان الکتریکی قرار گیرند.

مولکول‌های دی‌الکتریک در حضور میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}_0$ هم‌ردیف و منظم می‌شوند.

این هم‌ردیفی و نظم باعث ایجاد بارهای سطحی بر روی دو صفحه‌ی خازن می‌شود که میدان الکتریکی خارجی را تضعیف می‌کنند.

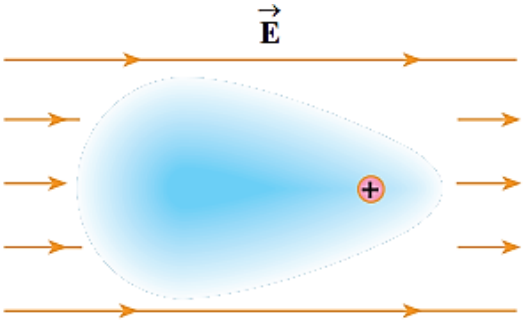
میدان الکتریکی $\vec{E}'$ حاصل از بارهای سطحی در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}_0$ است. میدان الکتریکی برآیند $\vec{E}$ در جهت $\vec{E}_0$ و کوچکتر از آن شده است.



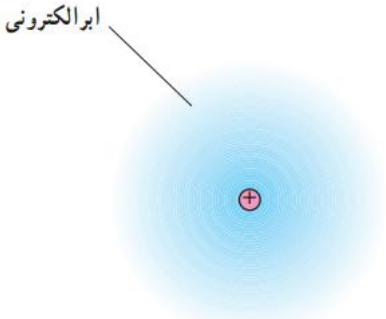
دانلود از اپلیکیشن پادرس

**ب) سمت‌گیری یک دی الکتریک غیرقطبی در میدان الکتریکی**

مولکول‌های یک دی‌الکتریک غیرقطبی بر اثر القاء قطبیده می‌شوند.




در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می‌شوند و ابر الکترونی در خلاف جهت میدان جابجا می‌گردد.




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 می‌یابد.

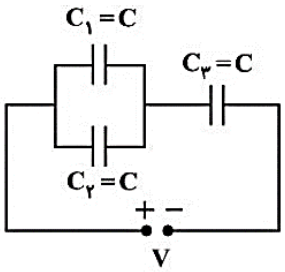
**یک مقدار بیشینه برای اختلاف پتانسیل وجود دارد که به آن اختلاف پتانسیل فروریزش می‌گویند.**

**مقدار بیشینه‌ی میدان الکتریکی‌ای را که دی‌الکتریک می‌تواند تحمل کند را قدرت استقامت دی‌الکتریک گویند.**

اگر اختلاف پتانسیل و میدان الکتریکی از مقدار بیشنه بیشتر شود، میدان باعث جدایی بارهای مثبت و منفی از هم می‌شود. در اینصورت خازن می‌سوزد.

سوال ۱-۷۰ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

**در مدار شکل زیر، خازن‌ها مشابه هستند و فضای بین آن‌ها با دی‌الکتریکی به قدرت $۰/۳\frac{kV}{mm}$ پر شده است. اگر فاصله‌ی بین صفحات در خازن‌ها $۰/۲mm$ باشد، حداکثر اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه چند ولت باشد تا هیچ‌کدام از خازن‌ها دچار فروریزش الکتریکی نشوند؟**




۱) ۹۰

۲) ۱۲۰

۳) ۶۰

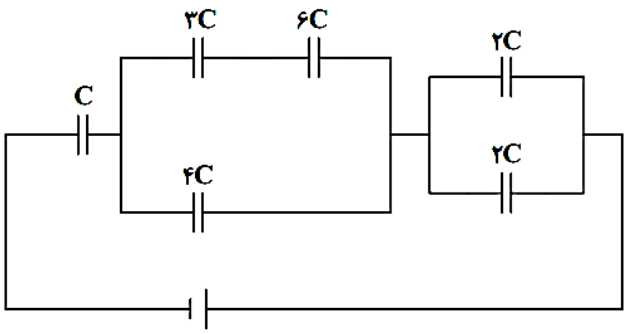
۴) ۱۸۰



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۷۱

**در شکل، حداکثر ولتاژ قابل تحمل هر خازن $12\,V$ است. حداکثر ولتاژ دو سر مدار چند ولت باشد تا هیچ‌یک آسیب نبینند؟**




۱) ۱۷

۲) ۱۲

۳) ۲۴

۴) ۳۴

سوال ۱-۷۲(آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

**اگر فاصله‌ی بین صفحات خازن تختی را که به مولد وصل است ۲ برابر کنیم، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات .... برابر و قدرت دی الکتریک .... برابر می‌شود.**

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

سوال ۱-۷۳

**در خازن مسطحی که عایق آن هوا و فاصله‌ی صفحات آن d است، تیغه‌ی عایقی به ثابت دی‌الکتریک ۴، ضخامت $\frac{d}{2}$ و یک تیغه‌ی فلزی به ضخامت $\frac{d}{2}$ را طوری قرار می‌دهیم که فاصله‌ی بین صفحات خازن را کاملاً پر کند. در این صورت ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟** (سراسری تجربی ۷۴)

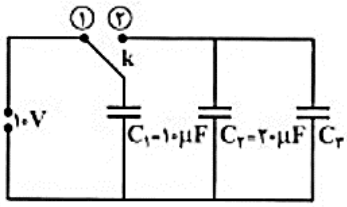
۱) ۲  ۲) ۴  ۳) ۸  ۴) ۱۶



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۷٤

**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 تجربی ۸۹)




۱) ۲۰
۲) ۵۰
۳) ۸۰
۴) ۱۰۰

## ۱-۱۰-انرژی ذخیره‌شده 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 دوصفحه‌ی خازن تابعی خطی از بار ذخیره‌شده 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 $\bar{V}=\frac{V+0}{2}$

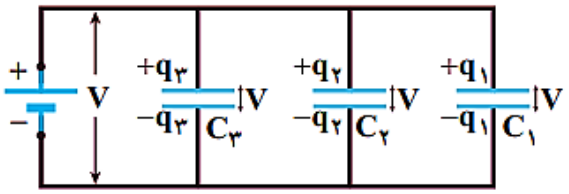
$$\begin{cases}\bar{V}=\frac{\Delta U_C}{q}=\frac{U_C-0}{q}=\frac{U_C}{q}\\ \bar{V}=\frac{V+0}{2}=\frac{V}{2}\end{cases}\Rightarrow U_C=q\bar{V}=\frac{1}{2}qV\rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{q=CV}U_C=\frac{1}{2}CV^2\\ \xrightarrow{V=\frac{q}{C}}U_C=\frac{q^2}{2C}\end{cases}$$



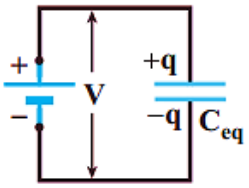
دانلود از اپلیکیشن پادرس

## ۱-۱۱-بستن خازن‌ها به یکدیگر

### ۱-۱۱-۱-اتصال موازی




شکل ۱-۴




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

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

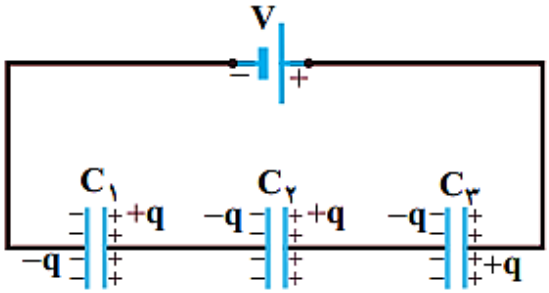
$$\Rightarrow C_1V_2 + C_2V_2 + C_3V_3 + \cdots + C_nV_n = C_TV_T$$

$$\Rightarrow (C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n)\cancel{V} = C_T\cancel{V}$$

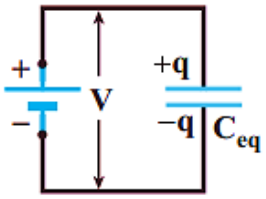
$$\Rightarrow C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$$

$$q_1 = C_1V_1$$
$$q_2 = C_2V_2$$
$$q_3 = C_3V_3$$
$$\vdots$$
$$q_n = C_nV_n$$

### ۱-۱۱-۲-اتصال متوالی




شکل ۱-۵




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

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

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

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

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

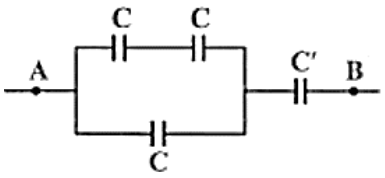
$$V_1 = \frac{q_1}{C_1}$$
$$V_2 = \frac{q_2}{C_2}$$
$$V_3 = \frac{q_3}{C_3}$$
$$\vdots$$
$$V_n = \frac{q_n}{C_n}$$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۷۵

**اگر در شکل مقابل، ظرفیت خازن معادل بین A و B برابر $\frac{3}{4}C'$ باشد، نسبت $\frac{C}{C'}$ کدام است؟**

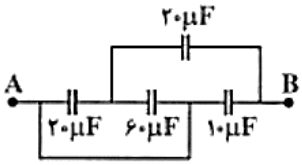



(سراسری ریاضی ۸۵ خارج از کشور)

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

سوال ۱-۷۶

**ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند میکروفاراد است؟**

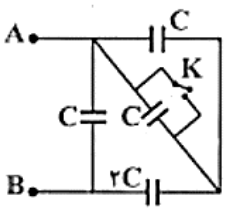



(آزمایشی سنجش ۸۶)

۱) ۱۴
۲) ۲۶
۳) ۲۸
۴) ۳۲

سوال ۱-۷۷

**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؟**



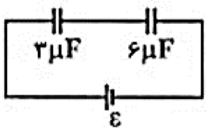

(سراسری ریاضی ۸۶)

۱) ۳
۲) $\frac{1}{3}$
۳) $\frac{3}{2}$
۴) $\frac{5}{6}$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

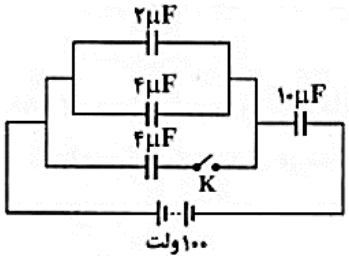
سوال ۱-۷۸




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

۱) $۳۰\sqrt{۲}$  ۲) ۱۵  ۳) ۳۰  ۴) ۶۰

سوال ۱-۷۹

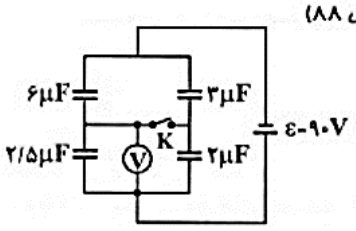



**در شکل روبه‌رو با بسته شدن کلید K، میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات خازن با ظرفیت ۱۰μF چند برابر می‌شود؟** (سراسری ریاضی ۸۳ خارج از کشور)

۱) $\frac{۳}{۴}$  ۲) $\frac{۴}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۵}$  ۴) $\frac{۵}{۳}$

سوال ۱-۸۰




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

۱) صفر

۲) ۱۵

۳) ۳۰

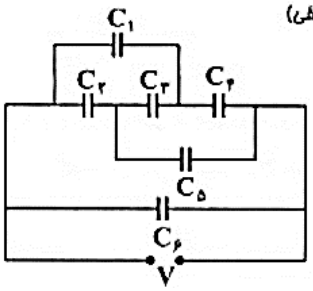
۴) ۶۰



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۸۱ (بسیار مهم)

در مدار مقابل، خازن‌ها مشابه‌اند. انرژی ذخیره شده در خازن $C_1$، چند برابر خازن $C_6$ است؟ (تألیفی)




۱) ۱

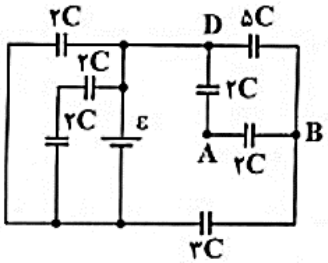
۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

۴) $\frac{۱}{۹}$

سوال ۱-۸۲

۲- در مدار مقابل، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟ $(C = ۲\mu F, \varepsilon = ۳۰ V)$ (سراسری تجربی ۸۷ خارج از کشور)




۱) ۵

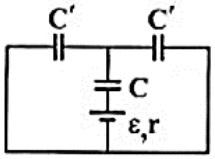
۲) ۱۰

۳) $\frac{۲۰}{۳}$

۴) $\frac{۴۰}{۳}$

سوال ۱-۸۳

در مدار مقابل، انرژی ذخیره شده در خازن‌ها با یک‌دیگر برابر است. نسبت $\frac{C'}{C}$ چه‌قدر است؟ (سراسری ریاضی ۸۲ خارج از کشور)




۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) $\frac{۱}{۴}$

۳) ۲

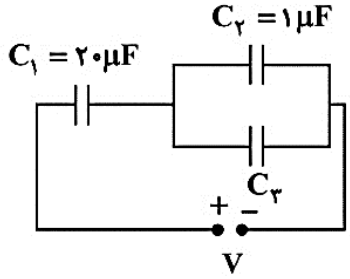
۴) ۴



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۸۴ (آزمون قلم‌چی مرداد ۹۵)

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




۱) ۱/۵

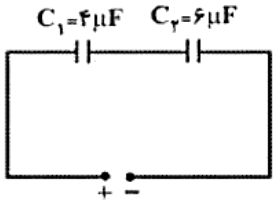
۲) ۲

۳) ۲/۵

۴) ۴

سوال ۱-۸۵ (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؟**




۱) $\frac{5}{4}$

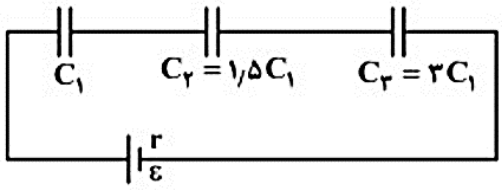
۲) $\frac{5}{6}$

۳) $\frac{5}{8}$

۴) $\frac{5}{11}$

سوال ۱-۸۶ (سراسری تجربی ۹۵)

**در مدار روبه‌رو، اگر انرژی ذخیره شده در خازن $C_2$ برابر ۳۰ میلی ژول باشد، انرژی مجموعهٔ خازن‌ها چند میلی‌ژول است؟**




۱) ۱۲۰

۲) ۱۰۰

۳) ۹۰

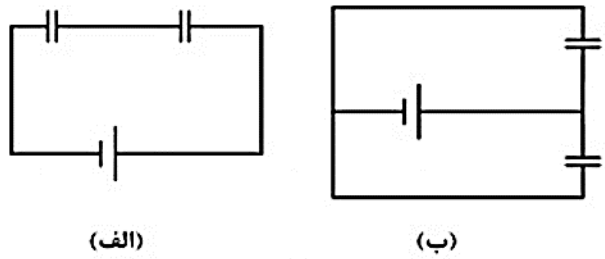
۴) ۸۰



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۸۷ (سراسری ریاضی ۹۴)

**در شکل‌های الف و ب، خازن‌ها و باتری‌ها مشابه‌اند. اگر بار الکتریکی هر یک از خازن‌ها در شکل (الف) را $q_1$ و بار هر یک از خازن‌ها را در شکل (ب) $q_2$ بنامیم، نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟**




۱) ۱

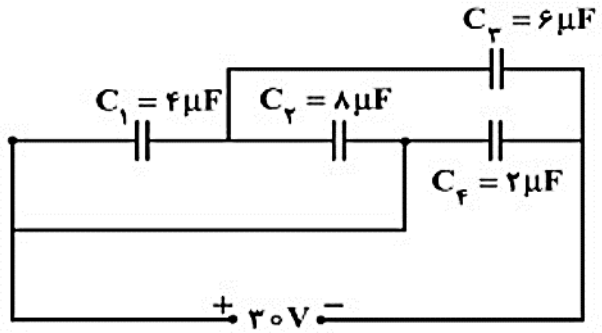
۲) ۲

۳) $\frac{۱}{۲}$

۴) $\frac{۱}{۴}$

سوال ۱-۸۸ (سراسری تجربی ۹۴)

**در مدار روبه‌رو، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن $C_3$ چند برابر بار الکتریکی ذخیره شده در خازن $C_4$ است؟**




۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) ۱

۳) ۲

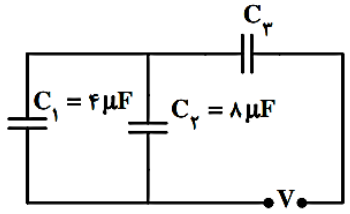
۴) ۳



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۸۹ (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؟




۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۱۸
۴) ۲۴

سوال ۱-۹۰ (آزمون قلم‌چی مرداد ماه ۹۵)

دو خازن $C_1$ و $C_2$ را به‌ترتیب از راست به چپ با ولتاژهای اولیه‌ی ۱۰V و ۴۰V پُر می‌کنیم و سپس، صفحات هم‌نام آن‌ها را به هم وصل می‌کنیم. اگر اختلاف پتانسیل بین صفحات هر خازن پس از تعادل ۲۰V شود و ۳۰۰μJ انرژی تلف شود، ظرفیت هریک از خازن‌های $C_1$ و $C_2$ به‌ترتیب از راست به چپ برحسب میکروفاراد کدام است؟

۱) ۱۰،۲۰  ۲) ۵،۱۰  ۳) ۲۰،۱۰  ۴) ۱۰،۵

سوال ۱-۹۱

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  ۳) $\sqrt{2}-1$  ۴) $\sqrt{2}+1$



دانلود از اپلیکیشن پادرس

سوال ۱-۹۲

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

سعید غلامی



دانلود از اپلیکیشن پادرس