

بار الکتریکی ۲ نوع است مثبت و منفی و نیروی بین بار های هم نام دافعه و ناهم نام جاذبه است

اگر تعداد پروتون ها و الکترون ها با هم برابر نباشد جسم باردار است جدا کردن پروتون بسیار دشوار است کم و زیاد کردن الکترون جسم را باردار می کند الکترون بگیریم مثبت همیشه الکترون بدیم منفی همیشه

e \rightarrow $-$ \leftarrow $+$ \leftarrow e

الکترون بدیم \rightarrow -2 \circ $+2$ \rightarrow

الکترون بگیریم \rightarrow -2 \circ $+2$ \rightarrow

الکترون بگیریم = مثبت بدیم

بار الکتریکی

اصل پایداری بار، بار به وجود نمیآید از بین هم نمیره فقط از جسمی به جسم دیگر منتقل میشه

اصل کوانتومی بودن بار الکتریکی؛ اندازه بار الکتریکی مضرب صحیح از بار الکترون است

$q = ne \rightarrow n = \frac{q}{e}$

جسمی را به وسیله مالش باردار کرده ایم. کدام گزینه، نمی تواند گزارش درستی از مقدار بار این جسم باشد؟ (C) $1/6 \times 10^{-19}$

۱) $3/2 \times 10^{-19}$ C ۲) $6/4 \times 10^{-20}$ C ۳) 8×10^{-19} C ۴) 16×10^{-20} C

$n = \frac{3/2 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = 2$ $n = \frac{6/4 \times 10^{-20}}{1/6 \times 10^{-19}} = 0/4$ $n = \frac{8 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = 5$

جسمی بار q دارد. تعداد 5×10^{10} الکترون به جسم می‌دهیم و مقدار بار جسم ۳ برابر بار اولیه آن می‌شود و نوع بارش نیز عوض می‌شود. q چند نانوکولن بوده است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$)

۴ (۴) -۴ (۳) ۲ (۲) -۲ (۱)

$$4q = ne = 5 \times 10^{10} \times 1.6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-9}$$

پشم پلاستیک کتان کهربا

پشم پلاستیک کتان کهربا

پارچه میله پلاستیکی میله شیشه‌ای

پیش تر الکترون دهی پیش تر الکترون خواهی

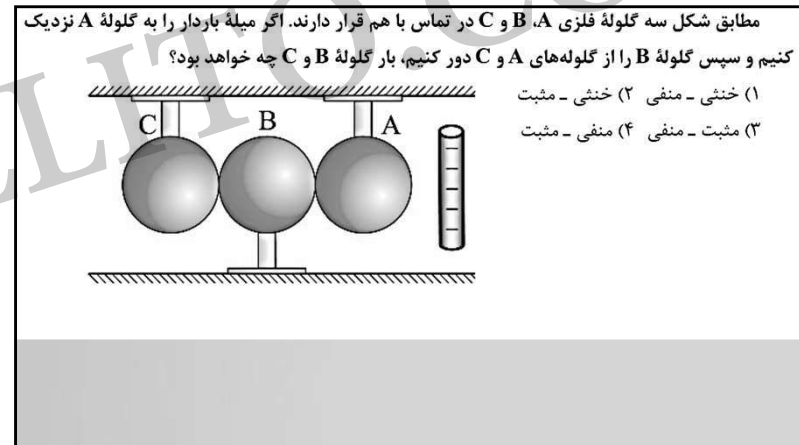
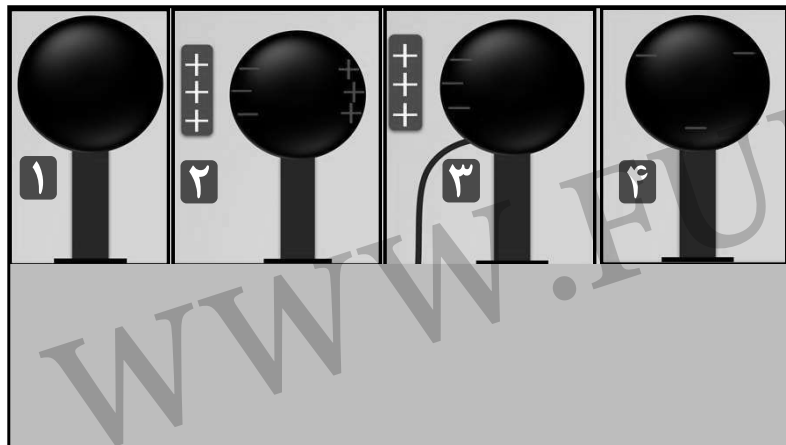
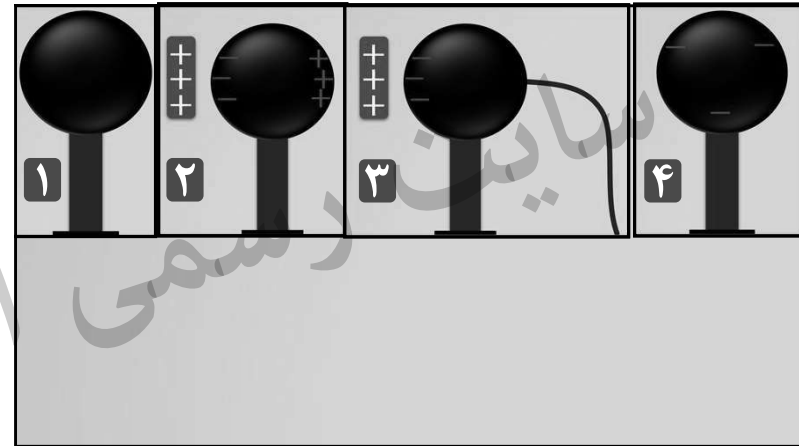
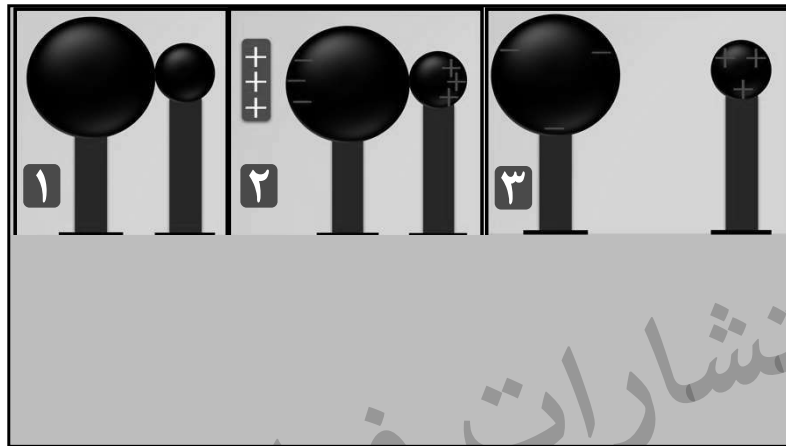
موی انسان
شیشه
نایلون
پشم
موی گربه
سرب
ابریشم
آلومینیم
کاغذ
چوب
کتان
کهربا
مس و برنج
پلاستیک
نفلون

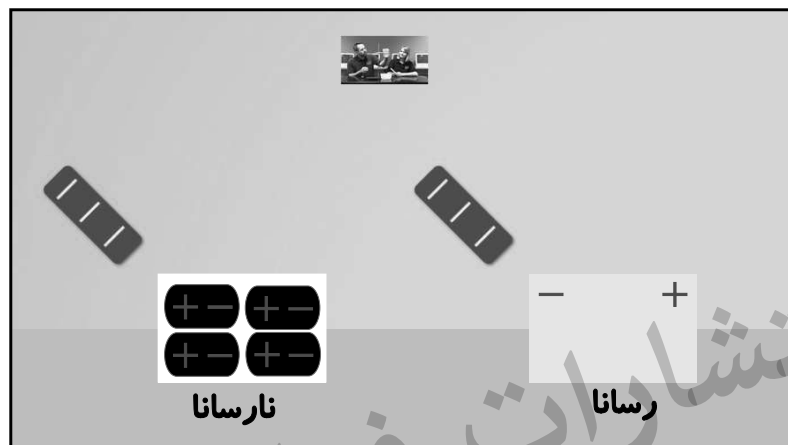
روش تماس مثل رفیق میمونه
آله رفیقات مثبت باشن تو هم
مثبت میشی آله رفیقات منفی
باشن تو هم منفی میشی

در شکل مقابل کرده‌ها رسانا، کوچک و هم‌اندازه هستند. اگر کلیم K_1 را ببندیم و سپس بار کنیم و همین کار را برای کلید K_2 و K_3 انجام دهیم، بار کره A چند میکروکولن خواهد شد؟

۴/۵ (۱) ۷/۵ (۲) ۸/۵ (۴)

۸ (۳)





روش های باردار کردن اجسام		
تماس	القا	مالش
فقط رسانا نارسانا چون الکترون آزاد نداره بار بهوش بدیم همونجا میمونه	فقط رسانا ولی با میله باردار میشه ورق نارسانا رو جذب کرد	هم رسانا هم نارسانا ولی بهترین روش برای باردار کردن نارسانا هاست
بار هم نامیده یعنی میله فنتی بر اثر تماس با میله مثبت بارش مثبت میشه و بار دو کره هم اندازه با تماس: $\frac{q_1 + q_2}{2}$	بار برعکس القا میشه یعنی میله مثبت بار منفی القا میکنه و میله منفی بار مثبت القا میکنه	یکی از جسم ها بار مثبت و اون یکی به همون اندازه بار منفی نمونه تشفیص علامت بار با سری تریپوالکتریک

در شکل مقابل دو کره رسانای A و B بر روی پایه های عایقی سوارند و B با سیمی به زمین اتصال دارد. در شرایط زیر، بار کره B به ترتیب در (الف) و (ب) چگونه خواهد بود؟

الف) میله باردار را دور می کنیم، سپس اتصال زمین را قطع می کنیم.

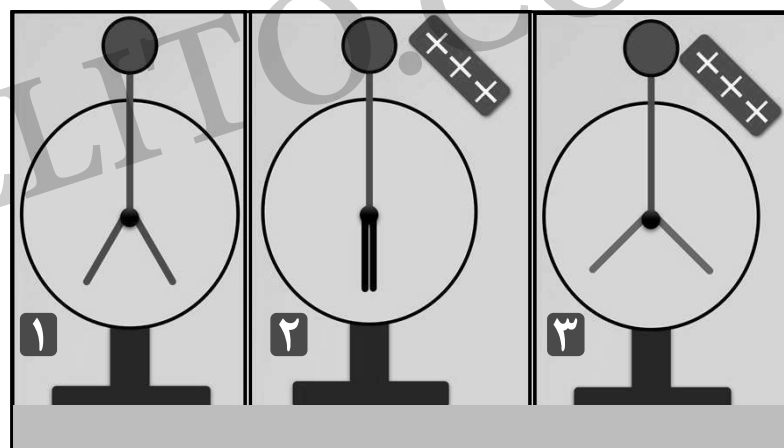
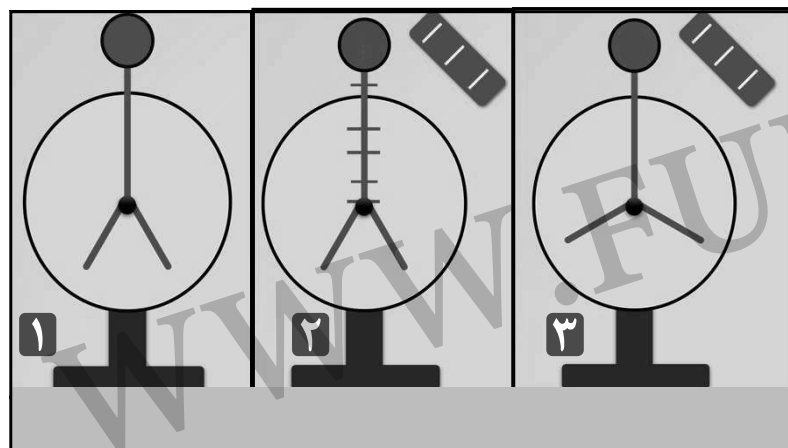
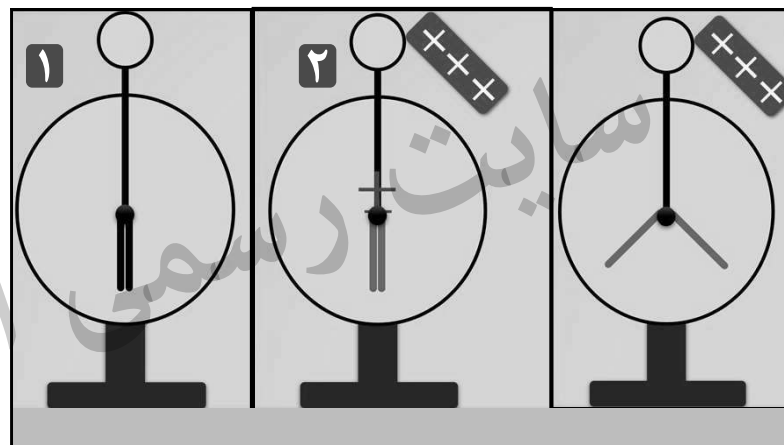
ب) اتصال زمین را قطع می کنیم، سپس میله باردار را دور می کنیم.

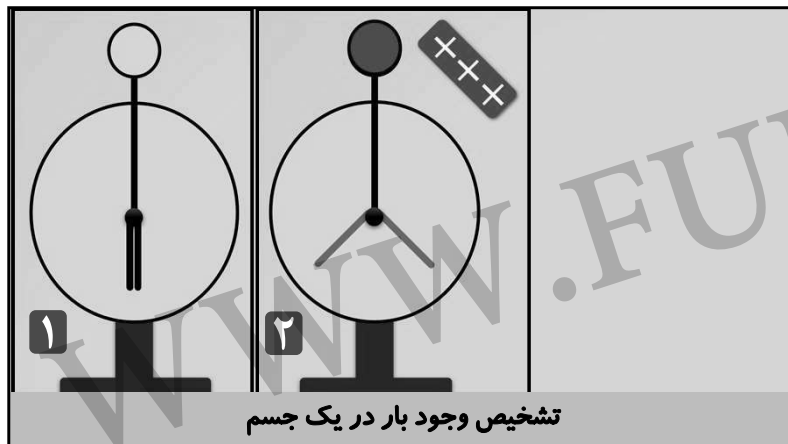
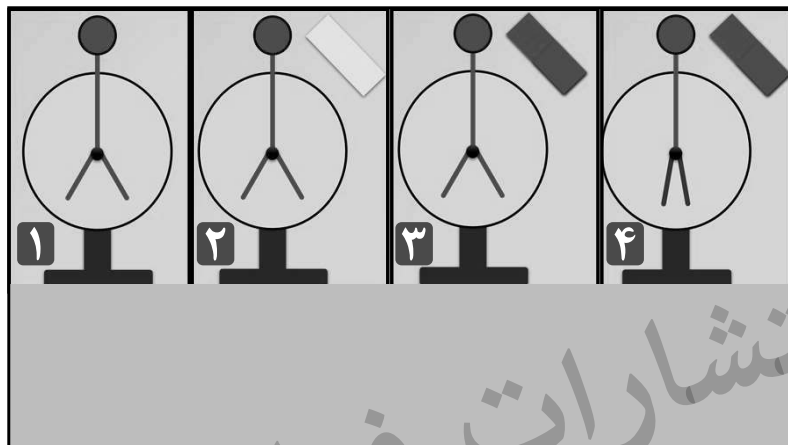
(۱) خنثی - مثبت
(۲) مثبت - منفی
(۳) مثبت - خنثی
(۴) خنثی - منفی


تشخیص نوع بار با کمک الکتروسکپ باردار		
میلۀ هم نام با الکتروسکپ	میلۀ تا هم نام با الکتروسکپ	میلۀ همتی است
تیغه های الکتروسکپ از هم دور میشن	تیغه ابتدا نزدیک میشن و آه میلۀ رو نزدیکتر کنیم دوباره دور میشن	تیغه ها به هم نزدیک میشن

الکتروسکوپی دارای بار الکتریکی مثبت است و ورقه های آن از هم باز شده اند. میله ای رسانا را با یک دستمال عایق گرفته و به کلاهک الکتروسکوپ تماس می دهیم. ملاحظه می شود که زاویه بین ورقه ها نسبت به حالت اول کاهش پیدا کرده است. بار میله قبل از تماس، چه بوده است؟
 (۱) مثبت (۲) منفی (۳) خنثی (۴) ممکن است خنثی یا منفی باشد.

الکتروسکوپی دارای بار الکتریکی مثبت است و ورقه های آن از هم باز شده اند. میله ای رسانا را با یک دستمال عایق گرفته و به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می کنیم. ملاحظه می شود که زاویه بین ورقه ها نسبت به حالت اول کاهش پیدا کرده است. بار میله قبل از تماس، چه بوده است؟
 (۱) مثبت (۲) منفی (۳) خنثی (۴) ممکن است خنثی یا منفی باشد.







$F_{12} = F_{21} = F$ $F \propto q_1 q_2$ $F \propto \frac{1}{r^2}$ $\Rightarrow F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $\left\{ \begin{array}{l} k = 9 \times 10^9 \\ k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \end{array} \right.$

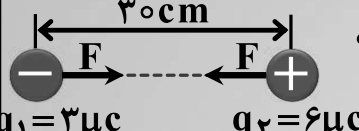
قانون سوم نیوتن

قانون کولن: بزرگی نیروی الکتریکی رانشی یا ربایشی بین ۲ بار با حاصلضرب بارها رابطه مستقیم و با مینور فاصله رابطه عکس دارد

یکای k (ثابت کولن) و یکای ϵ_0 (ضریب گذردهی الکتریکی در خلأ) در SI به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

$\frac{C^2}{N.m^2}$ $\frac{N.m^2}{C^2}$ $\frac{C}{N.m}$ $\frac{N.m}{C}$ $\frac{N.m^2}{C^2}$ $\frac{C^2}{N.m^2}$ $\frac{N.m}{C}$ $\frac{C}{N.m}$

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



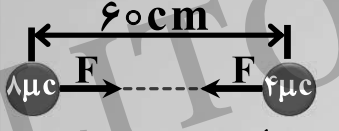
۱- نیرویی که ذره ۱ به ذره ۲ وارد می کند بیشتر است یا نیرویی که ۲ به ۱ وارد میکند؟
با هم برابر هستند

۲- نیرویی که این دو ذره به یکدیگر وارد می کنند را بدست آورید؟

$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 1/8 N$

قانون

$F = 9 \times \frac{3 \times 6}{900} = 1/8 N$



۱- نیروی کره ۱ به کره ۲؟

$F = 9 \times \frac{4 \times 8}{3600} = 0/8 N$

۲- فاصله دو برابر شود نیرو چند برابر می شه؟

$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftrightarrow \frac{1}{r^2}$

۳- یکی از بارها سه برابر بشه؟

$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftrightarrow \frac{3 \times 1}{1}$

۴- فاصله نصف شه نیروی چند برابر میشه؟

$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftrightarrow \frac{1 \times 1}{(\frac{1}{2})^2} \leftrightarrow 4$

۵- یکی از بارها ۲۰ درصد زیاد بشه؟

$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftrightarrow \frac{1/2 \times 1}{1^2}$

۶- اگر دو کره را به هم تماس دهیم و در همان فاصله ۶۰ سانتی متری قرار دهیم نیرو چند برابر می شود؟

پدیده ۲-۲ ۴-۸

$$F_2 = 90 \times \frac{2 \times 2}{3600} = 0.1 \text{ N} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{0.1}{0.8} = \frac{1}{8}$$

روش تشریحی

$$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftrightarrow \frac{2 \times 2}{4 \times 8} \leftrightarrow \frac{1}{8}$$

۷- اگر نصف بار کره راست را برداشته و روی کره چپ قرار دهیم و در فاصله ۳۰ سانتی متری قرار دهیم نیروی جدید چند درصد نسبت به حالت اولیه تغییر میکند؟

۴-۸ ۲-۶ ۱۰-۵

$$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftrightarrow \frac{12}{36} \leftrightarrow \frac{1}{3} \leftrightarrow 1 + 0.5 = 1.5$$

۵۰ درصد افزایش

۸- اگر یکی از بارها دو برابر بشه برای اینکه نیرو تغییر نکته فاصله چند برابر بشه؟

$$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{2 \times 1}{r^2} \rightarrow r^2 \leftrightarrow 2 \rightarrow r \leftrightarrow \sqrt{2}$$

اگر فاصله بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای را ۲۰ درصد افزایش دهیم، نیروی الکتریکی بین آنها، تقریباً چند درصد کاهش می‌یابد؟

ریاضی ۱۳۰۱

۴۰ (۱)	۳۰ (۲)
۲۵ (۳)	۱۵ (۴)

$$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftrightarrow \frac{1 \times 1}{(\frac{2}{5})^2} \leftrightarrow \frac{25}{4}$$

۶۱- سه ذره باردار یکسان در رأس‌های یک مربع قرار دارند. q_1 و q_2 در دو سر یک ضلع قرار دارند و q_3 در دو سر یک قطر قرار دارند. بزرگی نیرویی که q_1 به q_2 وارد می‌کند، چند برابر بزرگی نیرویی است که q_3 به q_1 وارد می‌کند؟

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

$$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftrightarrow \frac{1}{(\frac{1}{\sqrt{2}})^2} \leftrightarrow 2$$

اردیبهشت ۱۳۰۳

مطابق شکل زیر، بارهای الکتریکی مثبت و هم‌اندازه q در جای خود ثابت شده‌اند و به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی F وارد می‌کنند. اگر تعدادی الکترون از جسم A به جسم B منتقل کنیم تا بار جسم B برابر $-2q$ شود، در این صورت بزرگی نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند، چند برابر F می‌شود؟

تجربی ۱۳۰۰

(۱) ۲

(۲) ۴

(۳) ۶

(۴) ۸

$$F \leftrightarrow \frac{qq}{r^2} \leftrightarrow \frac{1}{1}$$

مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی در فاصله r ، نیروی جاذبه F بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر با ثابت بودن فاصله، ۲۵ درصد از بار q_1 را به q_2 انتقال دهیم، نیروی جاذبه بین دو بار چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

تجربی ۹۸۰

(۱) ۲۵، کاهش

(۲) ۲۵، افزایش

(۳) ۵۵، کاهش

(۴) ۵۵، افزایش

$$F \leftrightarrow \frac{qq}{r^2} \leftrightarrow \frac{\frac{60 \times 30}{50 \times 80}}{1^2} \leftrightarrow 0/45 \rightarrow 1-0/55$$

دو بار الکتریکی مشابه $q = +2 \mu C$ در فاصله r از یکدیگر به هم نیروی الکتریکی‌ای به اندازه F وارد می‌کنند. به یکی از بارها x میکروکولن و به دیگری $2x$ میکروکولن بار اضافه می‌کنیم تا در همان فاصله، اندازه نیروی الکتریکی بین آن‌ها $13F$ شود. x کدام است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) -۴

(۴) ۱ یا -۴

$$F \leftrightarrow \frac{qq}{r^2} \rightarrow 3 \leftrightarrow \frac{(2+x)(2+2x)}{2 \times 2}$$

دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 2q$ و $q_2 = 4q$ در فاصله r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی دافعه بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟

(سرآزمایی ریاضی قارچ ۹۵)

(۱) ۱۵

(۲) ۲۵

(۳) ۴۰

(۴) ۵۰

اگر دو بار هم علامت و هم اندازه را با هم تماس دهیم نیروی بین آن‌ها بیشینه می‌شود ولی اگر دو بار ناهم نام را با هم تماس دهیم ممکن است نیرو افزایش یا کاهش یابد

$q \quad 2q$

$1/5q \quad 1/5q$

$\frac{0/5q}{2q} = \frac{1}{4}$

دو کره فلزی مشابه A و B با بارهای $q_A = 4 \mu C$ و q_B روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر دو کره قبل از تماس، همدیگر را جذب و پس از تماس یکدیگر را دفع کنند، کدام عبارت نادرست است؟

(۱) بار کره A پس از تماس کاهش می‌یابد.

(۲) با تماس دو کره با یکدیگر، الکترون‌ها از کره B به کره A می‌روند.

(۳) مقدار نیروی بین دو کره پس از تماس افزایش می‌یابد.

(۴) مجموع بار دو کره قبل و بعد از تماس تغییری نمی‌کند.

دو کره فلزی خیلی کوچک و مشابه دارای بار الکتریکی ناهمنام $q_1 > 0$ و $q_2 > q_1$ هستند و در فاصله 0.9m از هم قرار دارند و بر هم نیروی الکتریکی 9N وارد می‌کنند. اگر کره‌ها را به هم تماس دهیم و دوباره به همان فاصله قبلی از هم دور کنیم، نیروی الکتریکی $1/6$ نیوتون به هم وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ **تهری ۹۹**

$$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \frac{16}{9} \leftrightarrow \frac{q_1 \times q_2}{1^2} \rightarrow q_2 - q_1 = 16$$

$$0.9 = 90 \times \frac{q_1 \times q_2}{3600} \rightarrow q_1 \times q_2 = 36$$

(۱) ۱
(۳) ۱۰
(۲) ۲
(۴) ۲۰

دو گوی رسانای کوچک و یکسان دارای بار الکتریکی $q_1 > 0$ و $q_2 > q_1$ هستند و در فاصله معینی از هم قرار دارند و نیروی الکتریکی F را به هم وارد می‌کنند. اگر دو گوی را باهم تماس دهیم و در همان فاصله قرار دهیم، نیروی الکتریکی که به هم وارد می‌کنند، ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. کدام است؟ **ریاضی ۱۳۰۰**

$$F \leftrightarrow \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (۲) \quad \frac{q_1}{2} \quad \frac{q_2}{2} \quad (۴) \quad \frac{(q_2 - q_1)}{2} \quad (۳) \quad \frac{(q_2 - q_1)}{2}$$

$$\frac{(q_2 - q_1)^2}{4} \rightarrow \frac{q_2^2 + q_1^2 - 2q_1 q_2}{4} \rightarrow \frac{16}{5} = \frac{q_2^2 + q_1^2 - 2q_1 q_2}{4q_1 q_2} \rightarrow \frac{16}{5} = \frac{q_2^2 + q_1^2}{4q_1 q_2} - 2$$

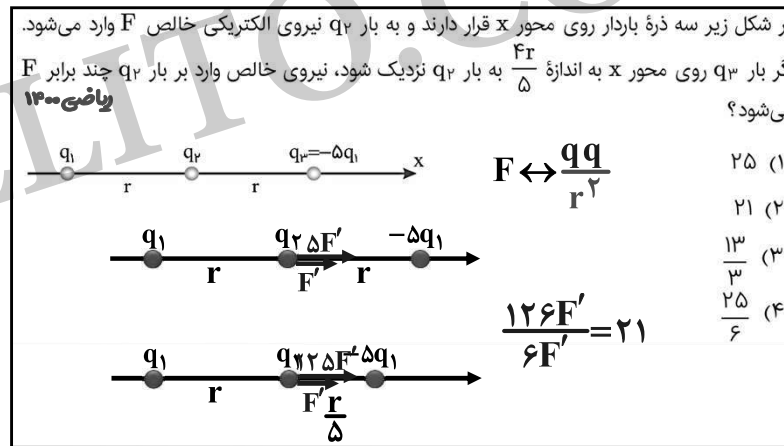
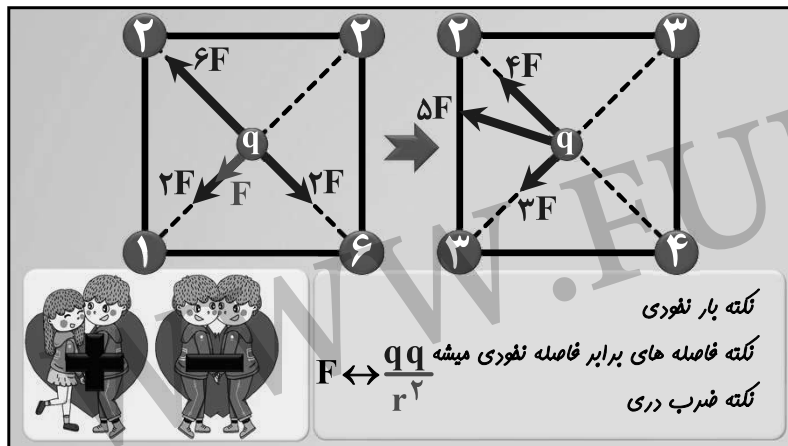
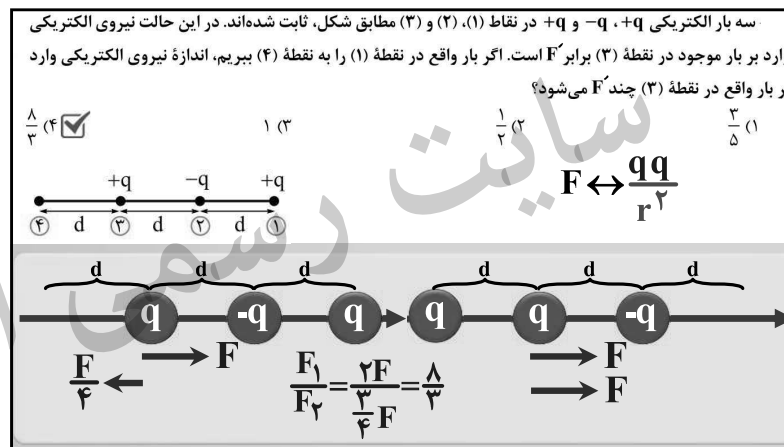
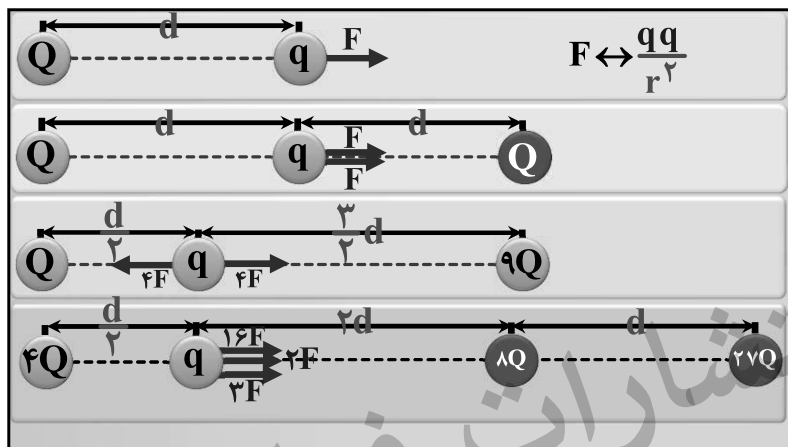
$$\rightarrow \frac{16}{5} = \frac{q_2^2}{q_1 q_2} + \frac{q_1^2}{q_1 q_2} - 2 \rightarrow \frac{16}{5} = x + \frac{1}{x} - 2$$


مراحل استفاده از اصل برهم نهی

۱ - رسم نیروها

۲ - مقدار نیروها با قانون ۹۰ و یا نسبت

۳ - برابری



سه ذره باردار مطابق شکل زیر، روی محوری قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_1 ، چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 است؟
تجیب ۱۳۰۱

$F \leftrightarrow \frac{qq}{r^2}$

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

در شکل زیر، سه ذره باردار روی محور x قرار دارند. اگر نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $3q$ برابر \vec{F} باشد، نیروی خالص وارد بر بار $-2q$ کدام است؟
تجیب ۱۳۰۱

$F \leftrightarrow \frac{qq}{r^2}$

$\frac{3}{\sqrt{11}}\vec{F}$ (۳) $3\vec{F}$ (۱)
 $-\frac{3}{\sqrt{11}}\vec{F}$ (۴) $-3\vec{F}$ (۲)

بارهای نقطه‌ای $5 \mu C$ و $-8 \mu C$ روی محور x ، به ترتیب در نقطه‌های $x_1 = 12 \text{ cm}$ و $x_2 = 24 \text{ cm}$ قرار دارند. اگر بارهای نقطه‌ای q_3 و q_4 به ترتیب در نقطه‌های $x_3 = 36 \text{ cm}$ و $x_4 = 0$ قرار گیرند، نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_4 برابر صفر می‌شود. q_3 چند میکروکولن است؟
تجیب ۱۳۰۱

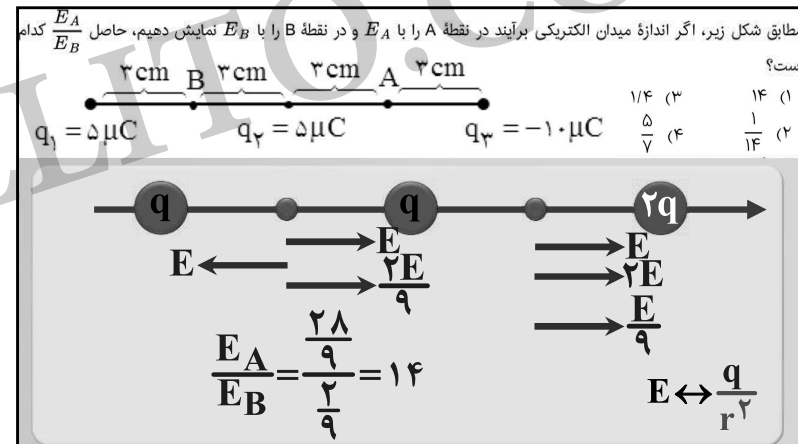
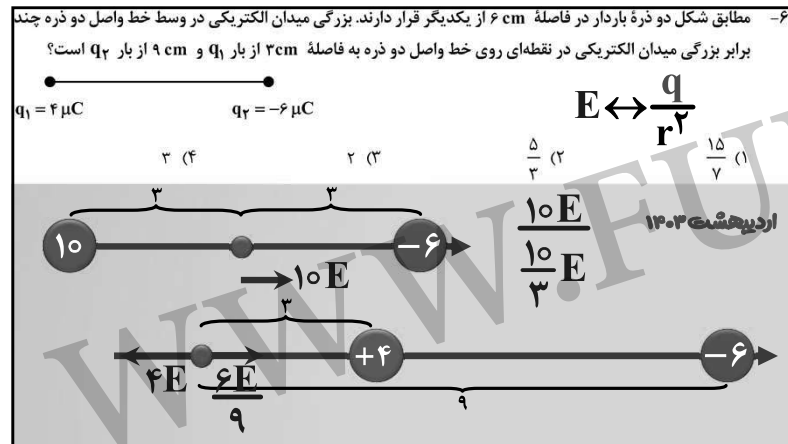
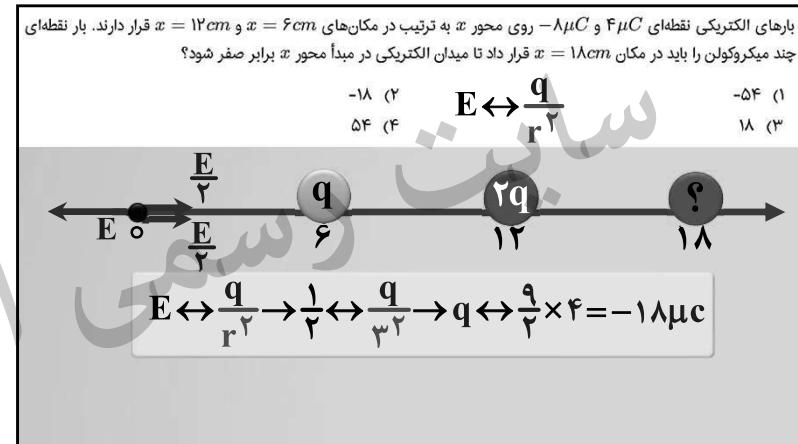
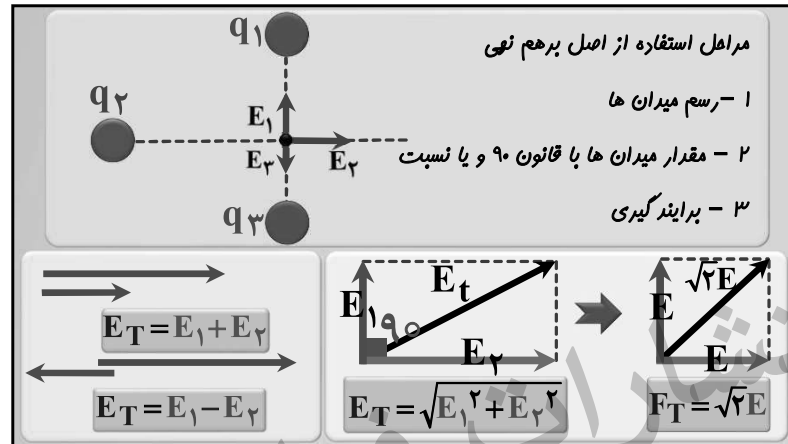
$F \leftrightarrow \frac{qq}{r^2}$

-27 (۲) $+27$ (۱)
 -17 (۴) $+17$ (۳)

$F \leftrightarrow \frac{qq}{r^2} \rightarrow 3 \leftrightarrow \frac{5 \times 1}{3^2} \rightarrow ? \leftrightarrow 27$

میدان الکتریکی فاصیبتی است که در فضای اطراف ذره باردار به وجود می‌آید.

$\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \rightarrow \vec{E} \leftrightarrow \frac{q}{r^2}$

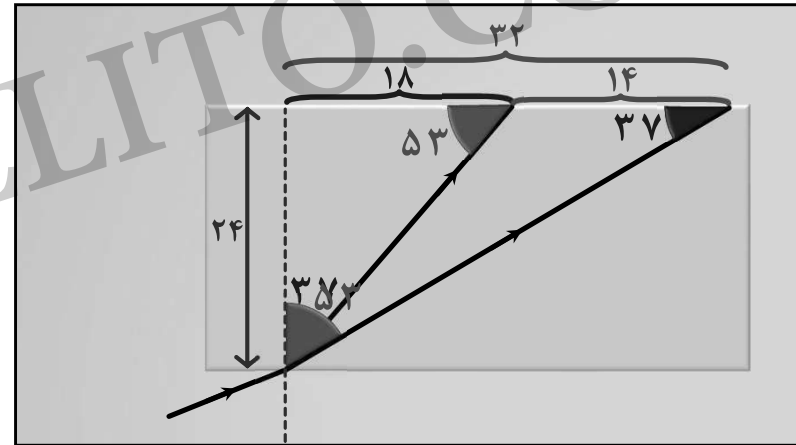
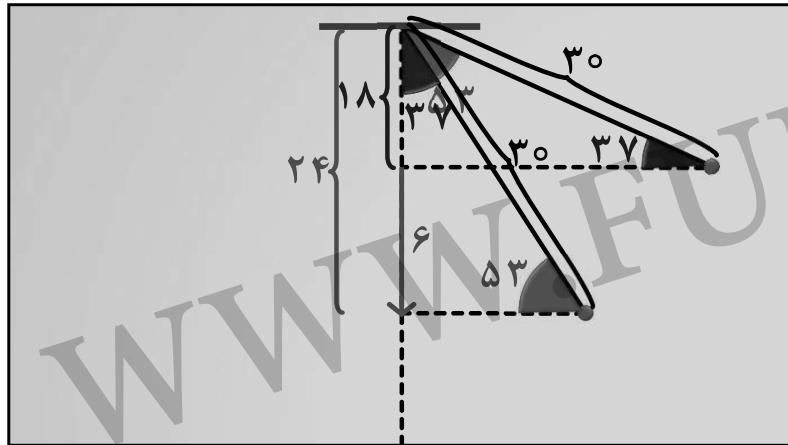


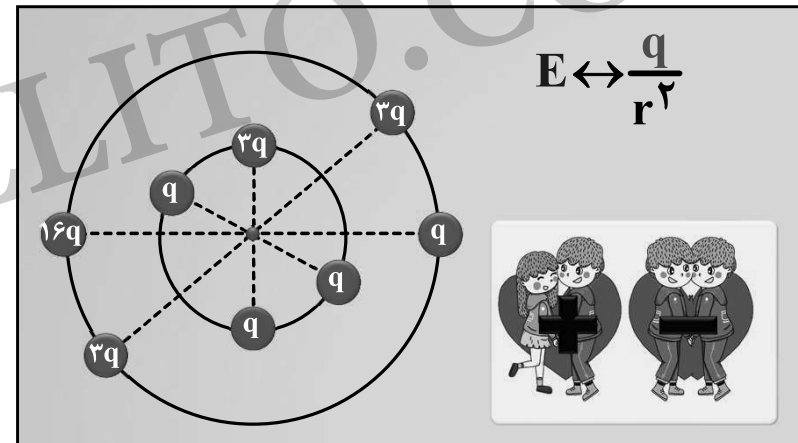
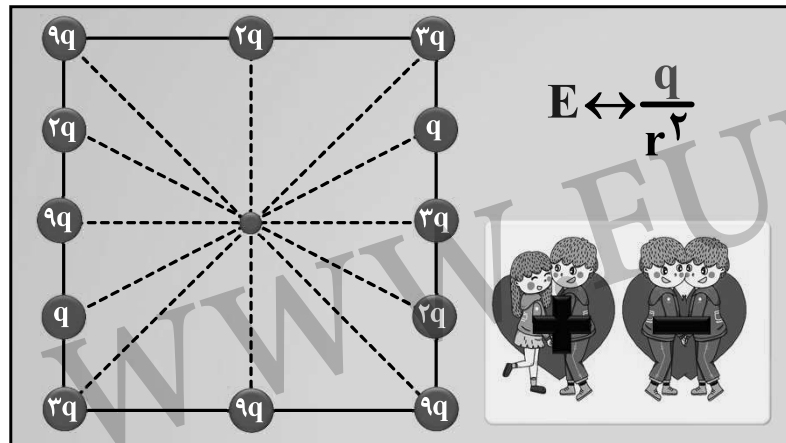
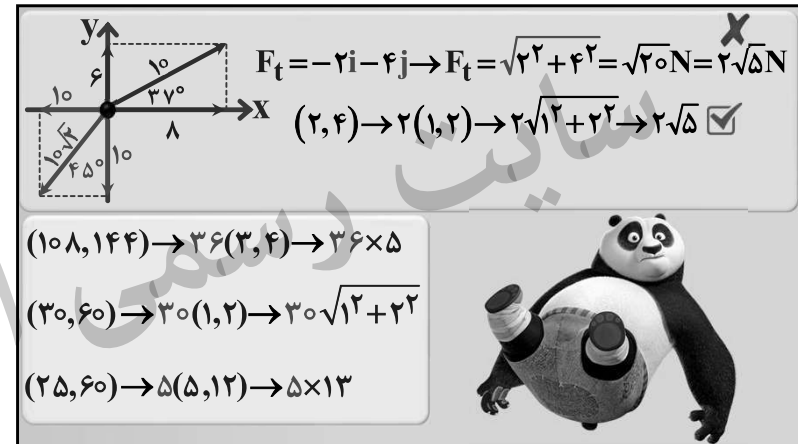
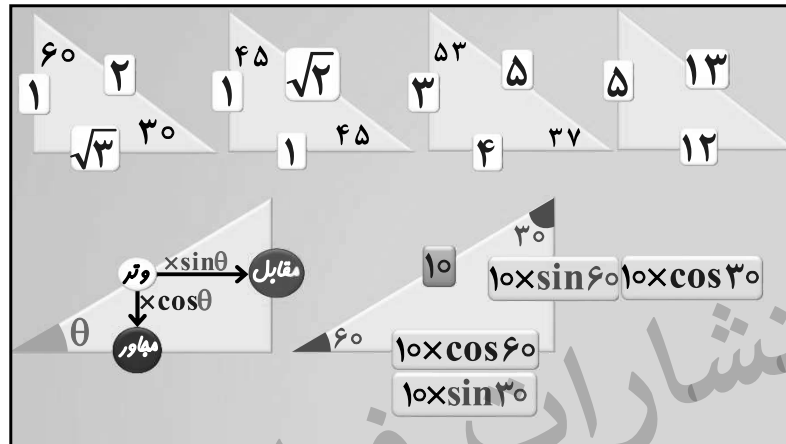
مطابق شکل زیر، دو ذره باردار $q_1 = -2q$ و $q_2 = 6q$ در فاصله $3r$ از هم قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص (برآیند) ناشی از دو ذره در نقطه O برابر با E_1 است. اگر ۵۰ درصد از بار q_2 به q_1 منتقل شود، بزرگی میدان الکتریکی خالص (برآیند) در نقطه O برابر با E_2 می‌شود. کدام است؟ $\frac{E_2}{E_1}$ ؟

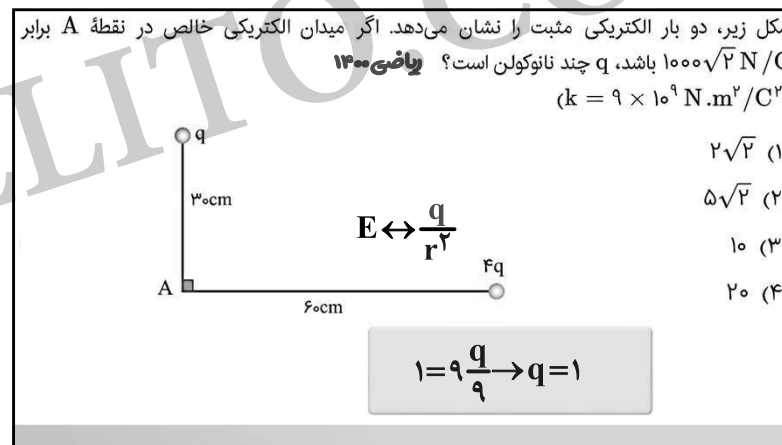
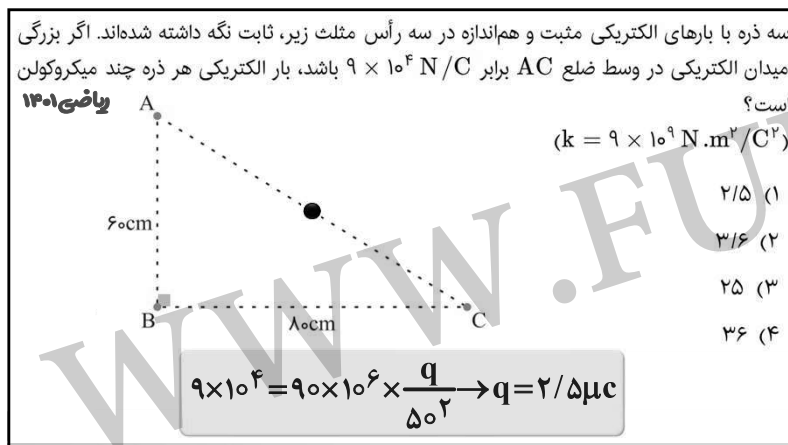
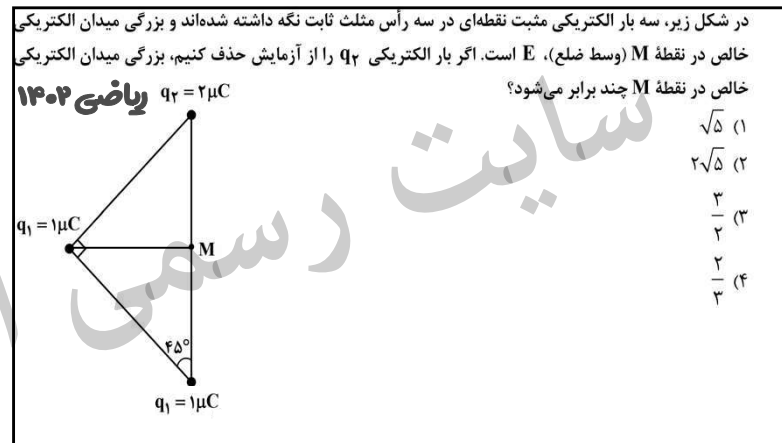
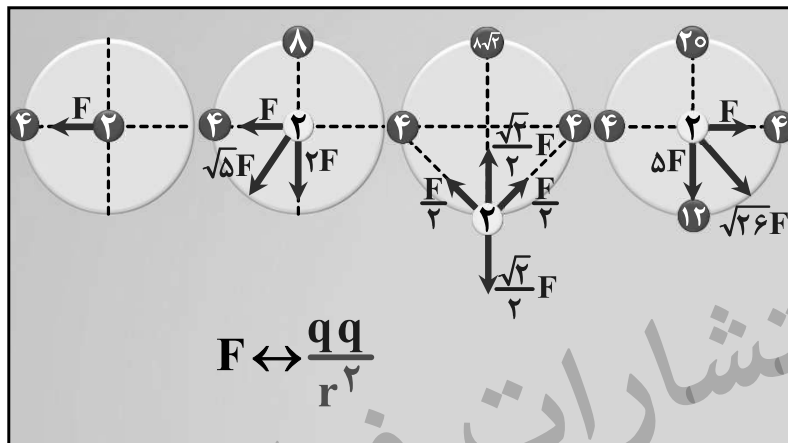
نقطه	بار	فاصله	میدان الکتریکی
(۱)	$-2q$	r	$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q}{r^2}$
(۲)	$6q$	$2r$	$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6q}{(2r)^2} = \frac{3}{4} E_1$
(۳)	$-2q$	d	$E_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q}{d^2}$
(۴)	$3q$	rd	$E_4 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3q}{(rd)^2}$

در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 هم‌اندازه نیروی الکتریکی است که بار q_1 بر q_3 وارد می‌کند. q_2 چند میکروکولن است؟ ۹۸ تهری

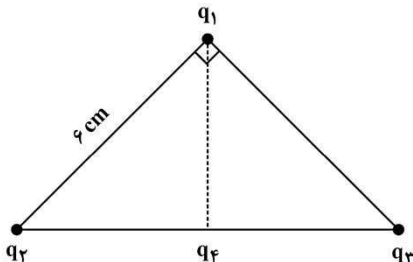
$$F_2 - F_1 = F_1 \rightarrow F_2 = 2F_1$$

$$\frac{2}{1} \leftrightarrow F \leftrightarrow \frac{q_1 q_3}{r^2} \rightarrow 2 \leftrightarrow \frac{q_2 q_3}{(\frac{1}{2}r)^2} \rightarrow q_2 \leftrightarrow \frac{1}{2}$$




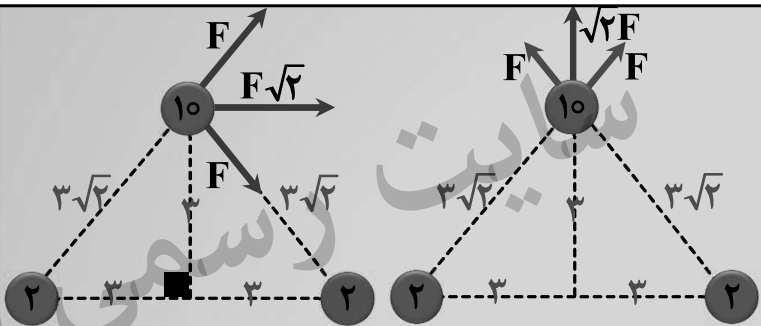


۶۲- مطابق شکل، ذره‌های باردار $q_1 = -q_2 = q_3 = 3 \mu\text{C}$ در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین قرار دارند. بار $q_4 = -3 \mu\text{C}$ وسط خط واصل بار q_2 و q_3 قرار دارد. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_1 چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4 است؟ **اردیبهشت ۱۳۰۳**



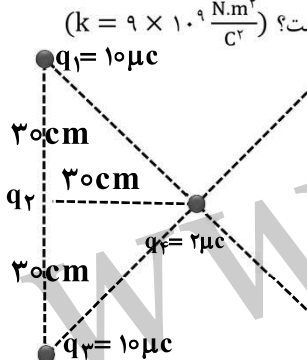
$F \leftrightarrow \frac{qq}{r^2}$

$\frac{1}{2}$	(۱)
$\frac{\sqrt{2}}{10}$	(۲)
$\frac{2}{2}$	(۳)
$\frac{\sqrt{2}}{2}$	(۴)



$F = 90 \times \frac{10 \times 2}{18} = 100 \text{ N}$
 $F_T = \sqrt{100^2 + 100^2} = 100\sqrt{2}$

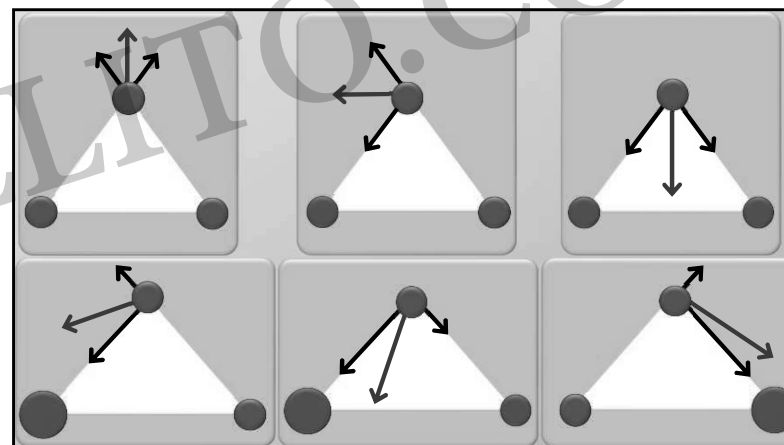
۵۸- چهار ذره باردار، مطابق شکل قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4 برابر $\vec{F}_T = [(\sqrt{2} - 2)N]\vec{i}$ باشد، q_2 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

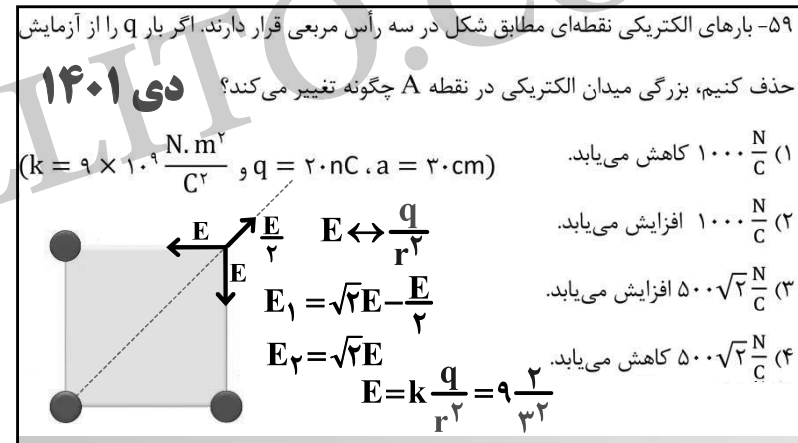
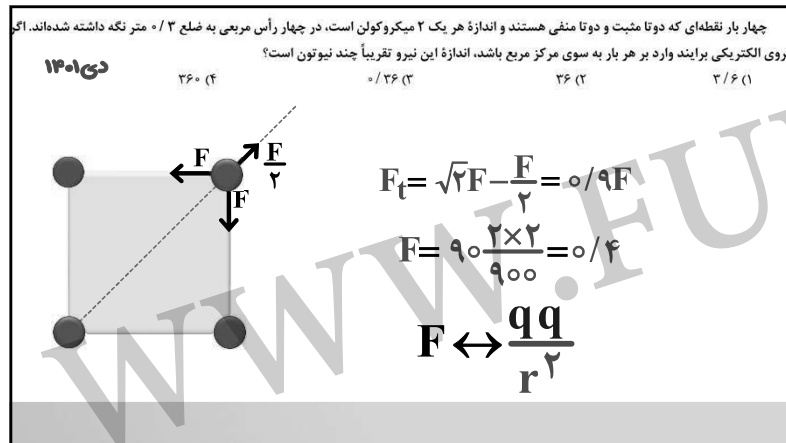
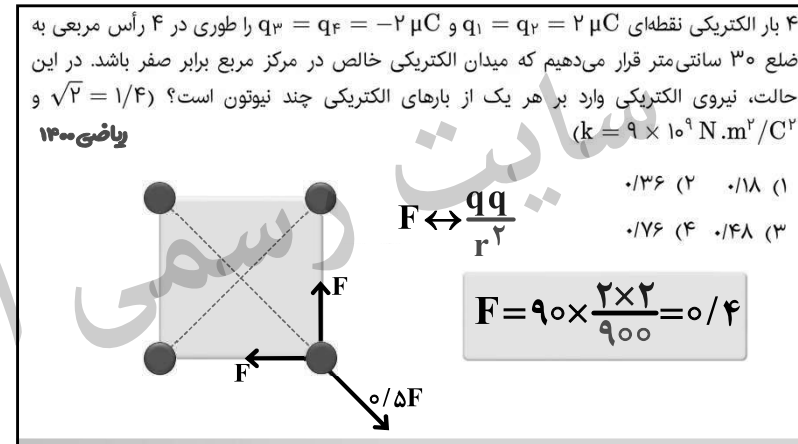
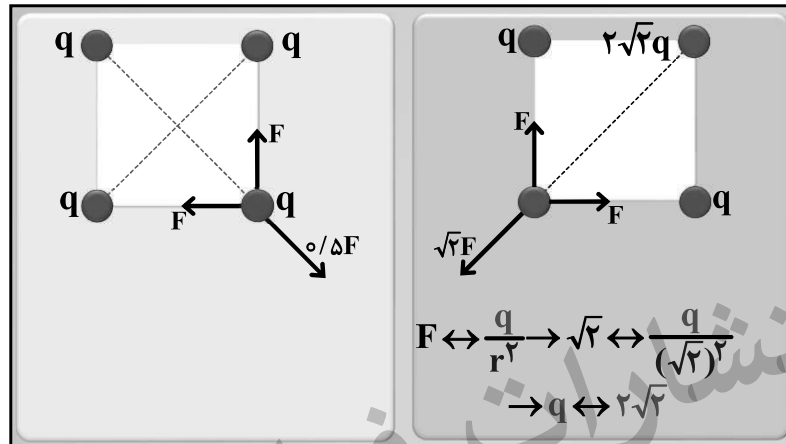


$F_{34} = 90 \times \frac{10 \times 2}{900 \times 2} = 1 \text{ N}$
 $2 = 90 \times \frac{q \times 2}{900}$

دی ۱۴۰۱

-۱۰	(۱)
-۵	(۲)
۵	(۳)
۱۰	(۴)





در شکل زیر، چهار ذره باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 برابر صفر باشد، کدام رابطه درست است؟

تجربه ۱۳۰۰

(۱) $q_4 = q_2 = -2\sqrt{2}q_1$

(۲) $q_4 = q_2 = -\frac{\sqrt{2}}{2}q_1$

(۳) $q_4 = q_2 = 2\sqrt{2}q_1$

(۴) $q_4 = q_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}q_1$

در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در نقطه A برابر صفر است. $\frac{q_3}{q_1}$ چقدر است؟

ریاضی ۱۳۰۰

(۱) ۲

(۲) $2\sqrt{2}$

(۳) ۴

(۴) $4\sqrt{2}$

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2}$

مطابق شکل زیر، برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه M با راستای محور افق زاویه 30° می‌سازد. حاصل $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

(۱) $\frac{9\sqrt{3}}{4}$

(۲) $\frac{3\sqrt{3}}{4}$

(۳) $\frac{4\sqrt{3}}{9}$

(۴) $\frac{4\sqrt{3}}{37}$

$\frac{2}{1} \leftrightarrow E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} \leftrightarrow \frac{q}{(\frac{1}{3})^2} \rightarrow q \leftrightarrow \frac{4\sqrt{3}}{27}$

در شکل روبه‌رو مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه است و بارهای q_A ، q_B و q_C به ترتیب q ، $\sqrt{3}q$ و $-q$ است. زاویه‌ای که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره خط BA می‌سازد، چند درجه است؟

(سراسری تشریحی ۸۷)

(۱) ۳۰

(۲) ۴۵

(۳) ۵۳

(۴) ۶۰

۶۳- چهار ذره باردار مطابق شکل، در رأس‌های مربعی به ضلع ۱۰ cm قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 باشد، بار q_4 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ **تهری ۱۳۰۲**

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

$q_1 = -5 \mu C$ $q_2 = 2 \mu C$
 $q_3 = 5 \mu C$ $q_4 = ?$

$F \leftrightarrow \frac{q}{r^2}$

$\tan \alpha = \frac{F_1}{F_2} = \frac{r_1}{r_2}$

$\frac{q_2}{q_1} = -(\frac{r_2}{r_1})^3$

موازی وتر

$\tan \beta = \frac{F_2}{F_1} = \frac{r_1}{r_2}$

$\frac{q_2}{q_1} = +\frac{r_2}{r_1}$

عمود بر وتر

دو ذره باردار q_1 و q_2 مطابق شکل زیر قرار دارند. نیروی الکتریکی خالص (برآیند) ناشی از دو ذره به ذره باردار q_3 برابر با \vec{F} است. q_2 چند میکروکولن است؟ **تهری ۹۹**

۱۰۸ (۱)
۱۲ (۳)
۲۴ (۲)
۶ (۴)

در شکل زیر، بردار میدان الکتریکی در رأس قائمه مثلث در SI به صورت $\vec{E} = -2 \times 10^5 \vec{i} - 1/8 \times 10^5 \vec{j}$ است. بارهای الکتریکی q_1 و q_2 به ترتیب چند میکروکولن هستند؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

ریاضی ۱۳۰۱

(۱) $-4/8$ و -6

(۲) $4/8$ و -6

(۳) $-12/8$ و -8

(۴) $-12/8$ و $+8$

$E = k \frac{q}{r^2}$

سه ذره باردار در سه رأس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 بر q_2 وارد می‌کند، F_1 و بزرگی نیروی الکتریکی که q_2 به q_3 وارد می‌کند، F_2 است. در صورتی که $F_1 = F_2$ باشد، بزرگی نیرویی که q_1 به q_3 وارد می‌کند، چندبرابر F_1 است؟

تجربی ۹۸

(۱) $\frac{3}{4}$

(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) $\frac{3}{2}$

(۴) $\frac{3}{2}$

میدان الکتریکی خاصیتی است که در فضای اطراف ذره باردار به وجود می‌آید و هر بار در مکان خودش میدان درست نمیکند و میدان مکان خودش رو تغییر نمیده (فلسفه بار آزمون)

میدان الکتریکی

$\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \rightarrow \vec{E} \leftrightarrow \frac{q}{r^2}$

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

$\vec{E} = \frac{V}{d}$

فرمول $\vec{E} = \frac{V}{d}$ اگر بار مثبت باشد نیرو و میدان هم جهت هستند اما اگر بار منفی باشد نیرو و میدان خلاف جهت هستند

میدان $N = \vec{E} C \rightarrow \vec{E} = \frac{N}{C}$

میشه $\vec{E} = \frac{\text{ولت}}{\text{متر}}$

$F = E_2 q_1$

$F = E_1 q_2$

در شکل زیر، میدان الکتریکی حاصل از بار q_1 در محل بار q_2 ، \vec{E}_1 است و میدان الکتریکی حاصل از بار q_2 در محل بار q_1 ، \vec{E}_2 است. کدام رابطه بین \vec{E}_1 و \vec{E}_2 برقرار است؟

تجربی ۹۹

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_1 \quad (1)$$

$$\vec{E}_2 = -\vec{E}_1 \quad (3)$$

$$\vec{E}_2 = 4\vec{E}_1 \quad (2)$$

$$\vec{E}_2 = -4\vec{E}_1 \quad (4)$$

میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصله 10 سانتی برابر 10^5 N/C است میدان برآیند در نقطه M چند نیوتون بر کولن و در کدام جهت است؟

$E_t = 4E = 4 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$

سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی برآیند حاصل از سه بار در نقطه O برابر $100 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ است. بار q_2 چند نانو کولن می‌تواند باشد؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

سراسری ریاضی ۹۸

تجربی ۹۸

$$E = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{10^{-2}} = 1800$$

$$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \leftrightarrow \frac{4}{3^2} \times 1800 = 800$$

نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای Q بر حسب فاصله از آن به صورت شکل زیر است. اندازه Q چند میکروکولن و r_1 چند سانتی‌متر است؟

تجربی ۹۸

$18 = 9 \times \frac{q}{r^2} \rightarrow q = 50 \mu\text{C}$

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow \frac{1}{16} \leftrightarrow \frac{1}{r^2} \rightarrow r \leftrightarrow 4$

نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی q بر حسب فاصله از آن به صورت شکل زیر است. اگر بار الکتریکی $q' = 9 \mu C$ را در فاصله 90 سانتی متری بار q قرار دهیم، نیرویی که دو ذره باردار بر یکدیگر وارد می کنند، چند نیوتن است؟

ریاضی ۹۹

(۱) $0/16$

(۲) $0/32$

(۳) $1/6$

(۴) $3/2$

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

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \leftrightarrow \frac{1}{(\frac{9}{8})^2} \leftrightarrow \frac{64}{81} \times \frac{9}{4} \times 10^5 \times 9 \times 10^{-6} = 1/6 N$

اگر اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک بار الکتریکی نقطه ای در 30 سانتی متری آن، $1/6 \times 10^4 N/C$ کمتر از اندازه میدان الکتریکی در 10 سانتی متری آن باشد، اندازه میدان الکتریکی در فاصله 1 متری آن ذره باردار چند نیوتن بر کولن است؟

ریاضی ۹۹

(۱) 90

(۲) 120

(۳) 180

(۴) 240

$\vec{E} \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \leftrightarrow \frac{1}{(\frac{1}{3})^2} \leftrightarrow 9$

$E \xrightarrow{+8E} 9E \xrightarrow{\frac{9E}{100}} 180$

$1/6 \times 10^4$

۵۹- در شکل زیر، اگر بزرگی میدان الکتریکی در نقطه A ، $5 \times 10^5 \frac{N}{C}$ باشد، $|q_1|$ چند میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

ریاضی ۱۴۰۳

(۱) 8

(۲) 12

(۳) 16

(۴) 20

$E_r = k \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4}{900} = 4 \times 10^5$

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2}$

مطابق شکل زیر، سه بار نقطه ای در صفحه xy قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه O (مبدأ مختصات) در SI، برابر $6/25 \times 10^6 N/C$ است. $|q_1|$ چند میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2$)

تجربی ۱۴۰۰

(۱) 2

(۲) 3

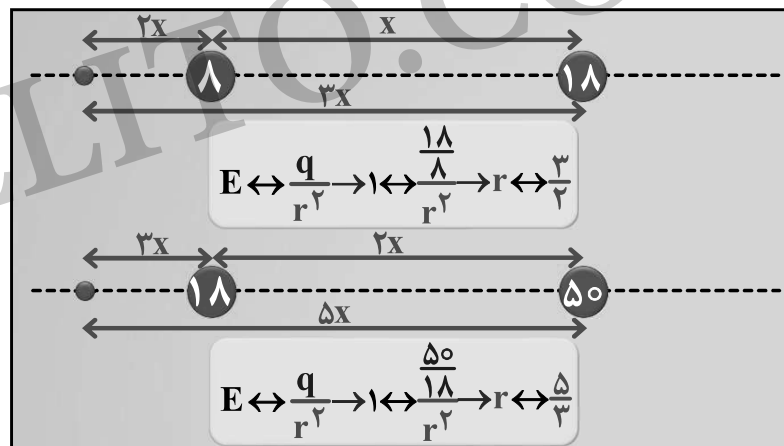
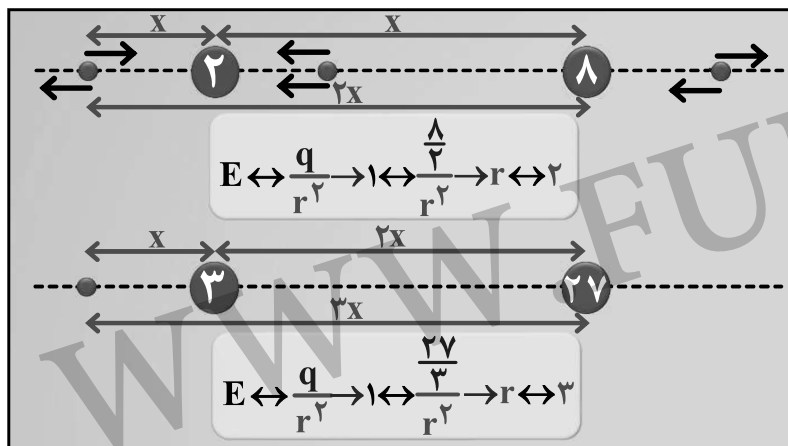
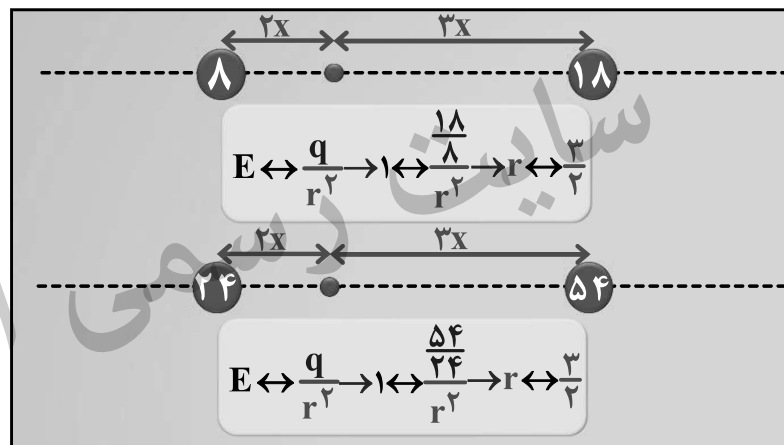
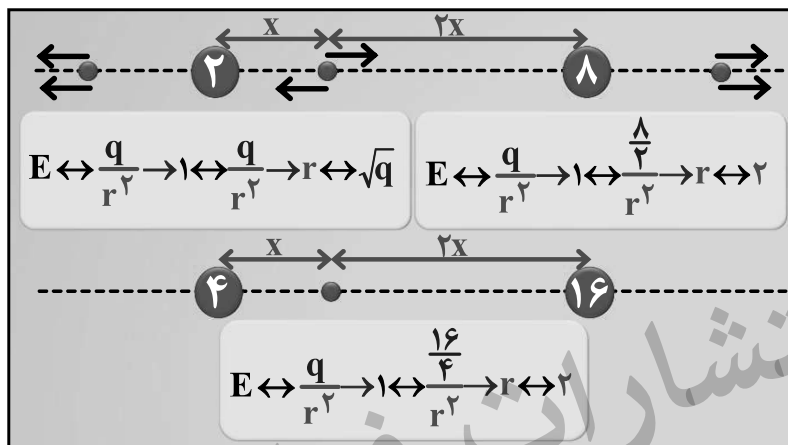
(۳) 4

(۴) 5

$E_{2,3} = 9 \times 10^6 \times \frac{3}{36 \times 2} = \frac{30}{8} \times 10^6$

$\rightarrow E_1 = 5 \times 10^6$

$5 = 9 \times \frac{q_1}{36 \times 2} \rightarrow q_1 = 4$



دو بار نقطه‌ای q_A و q_B بر محور x در مکان‌های $x = -d$ و $x = +d$ ثابت شده‌اند. بار نقطه‌ای Q را در مکان $x = +\frac{d}{3}$ قرار می‌دهیم. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر این بار صفر باشد، نسبت $\frac{q_A}{q_B}$ کدام است؟

$-9, 4$ $+9, 3$ ✓ $-\frac{1}{9}, 2$ $+\frac{1}{9}, 1$

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow q \leftrightarrow 9$

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{\frac{1}{9}q}{(\frac{2d}{3})^2} \rightarrow q = -\frac{1}{9}$

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{\frac{2}{3}q}{(\frac{3d}{2})^2} \rightarrow q = -\frac{1}{9}$

اگر از سه تا دو تا در حال تعادل باشد سومین هتما در حال تعادل هست

در شکل زیر، دو ذره باردار روی محور x ثابت شده‌اند. در نقطه‌ای روی محور x ، میدان الکتریکی خالص ناشی از دو ذره باردار صفر است. فاصله آن نقطه از بار q_2 چند برابر d است؟

d (۱)
 $2d$ (۲)
 $3d$ (۳)
 $4d$ (۴)

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{4}{r^2} \rightarrow r \leftrightarrow 2$

اردیبهشت ۱۴۰۳

در شکل زیر، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هریک از بارهای الکتریکی صفر است. نسبت‌های $\frac{x}{q_2}$ و $\frac{q_3}{q_2}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

$9, \frac{3}{2}$ (۱) $9, \frac{3}{2}$ (۳)
 $-\frac{3}{9}, \frac{3}{2}$ (۲) $-9, 2$ (۴)

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{\frac{9}{4}q}{r^2} \rightarrow r \leftrightarrow \frac{3}{2}$

دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 20 \mu C$ و $q_2 = -5 \mu C$ در فاصله 30 سانتی‌متری از هم ثابت نگه داشته شده‌اند. بار الکتریکی $q_3 = 15 \mu C$ را در این محیط در نقطه‌ای قرار می‌دهیم که نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر باشد. در این حالت، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 چند نیوتون است؟
تجربیه ۱۳۰۰ ریاضی
 $(k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)$

(۱) $1/5$ (۲) $2/5$ (۳) 3 (۴) 5

$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{20}{5^2} \rightarrow r \leftrightarrow 2$ $F = 90 \times \frac{5 \times 5}{900} = 2/5 \text{ N}$

مطابق شکل زیر، دو ذره باردار روی محوری در فاصله x از هم قرار دارند. بار q_3 چه اندازه باشد و در کدام نقطه روی این محور قرار گیرد تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر هر سه ذره صفر باشد؟
تجربیه ۱۳۰۱

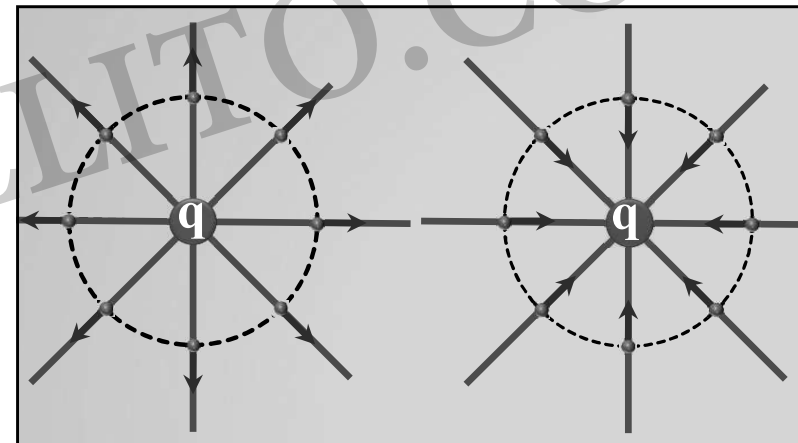
(۱) $\frac{9}{4} q_1$ و در فاصله $2x$ سمت چپ بار q_1
 (۲) $\frac{9}{4} q_1$ و در فاصله $\frac{x}{2}$ سمت چپ بار q_1
 (۳) $-\frac{9}{4} q_1$ و در فاصله $2x$ سمت چپ بار q_1
 (۴) $-\frac{9}{4} q_1$ و در فاصله $\frac{x}{2}$ سمت چپ بار q_1

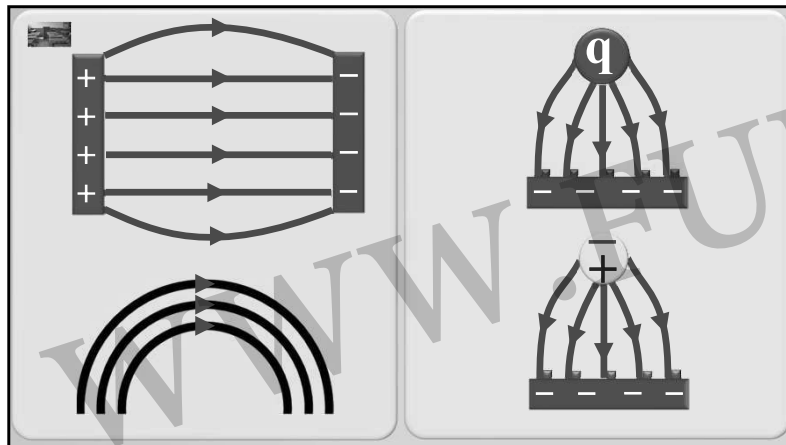
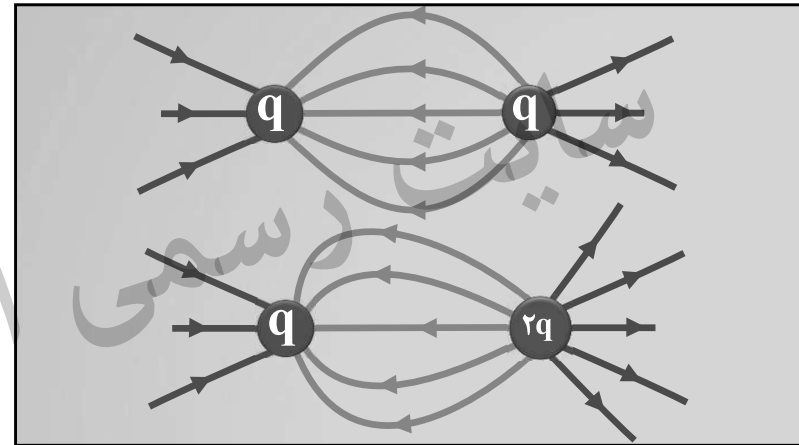
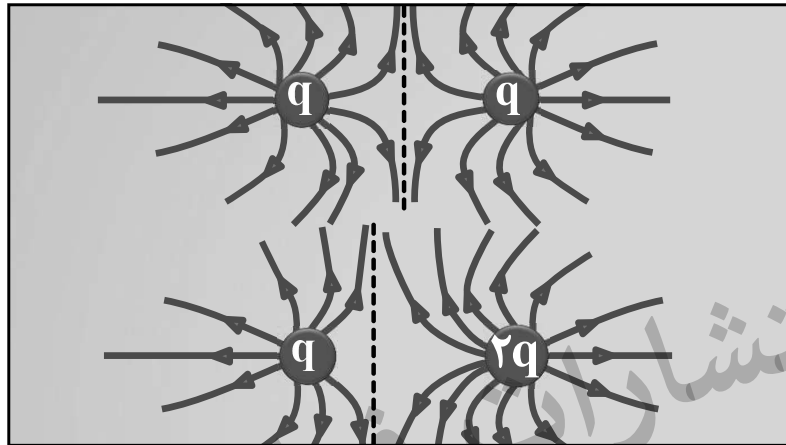
$E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{9q}{2^2} \rightarrow r \leftrightarrow 3$ $E \leftrightarrow \frac{q}{r^2} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{?}{2^2} \rightarrow ? = -\frac{9}{4} q$

مطابق شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از ذره‌های باردار صفر است. اگر جای بار q_3 و q_1 عوض شود، بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_2 چند برابر بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_1 می‌شود؟
تجربیه ۱۳۰۰

$q_1 = -9 \mu C$ $q_2 = +4 \mu C$ $q_3 = -36 \mu C$

(۱) 2 (۲) 3 (۳) 4 (۴) 5





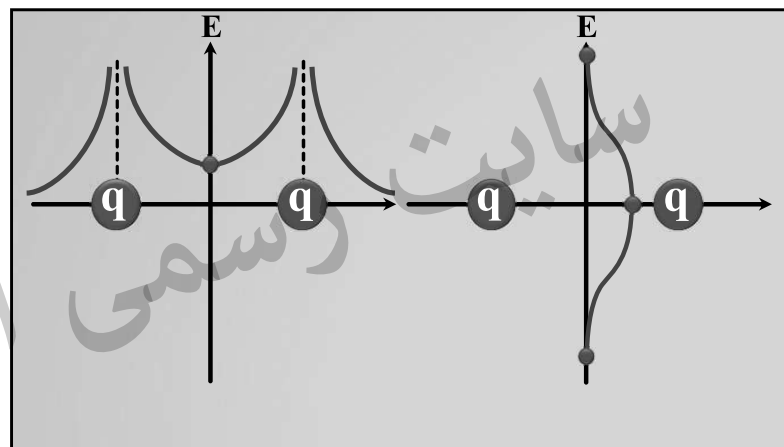
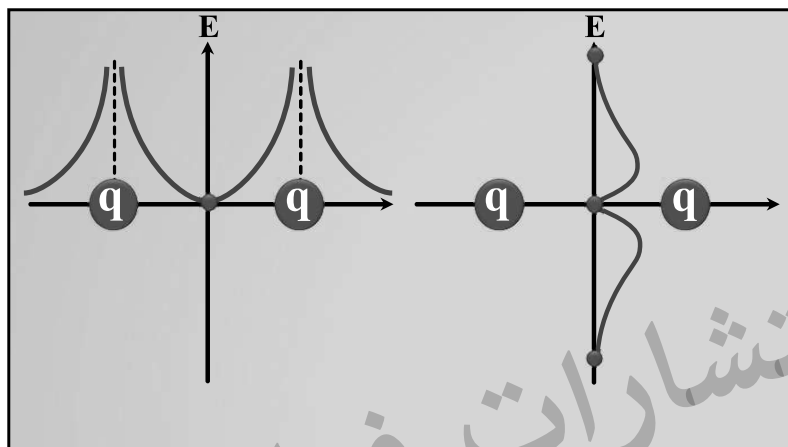
جهت میدان در هر نقطه هم جهت با جهت نیروی وارد بر بار مثبت است ولی مقدار بار بر مقدار میدان تاثیر ندارد

$$\vec{F} = q_0 \vec{E}$$

میدان در هر نقطه برداری است مماس بر خطوط میدان و هم جهت با آن

هر چه خطوط فشرده تر باشند و تعدادشون پیش تر باشند میدان قویتره

خطوط میدان همگی بر رو قطع نمیکنن یعنی از هر نقطه از فضا فقط یک خط میدان عبور می کنه که همان میدان الکتریکی برآیند است



(مطابق شکل)، نیروی وارد بر بار الکتریکی کوچک q :

- (۱) در نقاط A، B و C با هم مساوی و هم جهت است.
- (۲) در نقاط A و C بیشتر از نقطه B است.
- (۳) در نقطه B صفر و در نقاط A و C مساوی و مختلف جهت است.
- (۴) در نقاط A و C کمتر از نقطه B است.

آزمایش قطره روغن میلکان نشان داد بار مقرب درستی از بار الکترون است

از دیواره ظرف

صفحه های عایق بندی شده

ولتاژ بالا

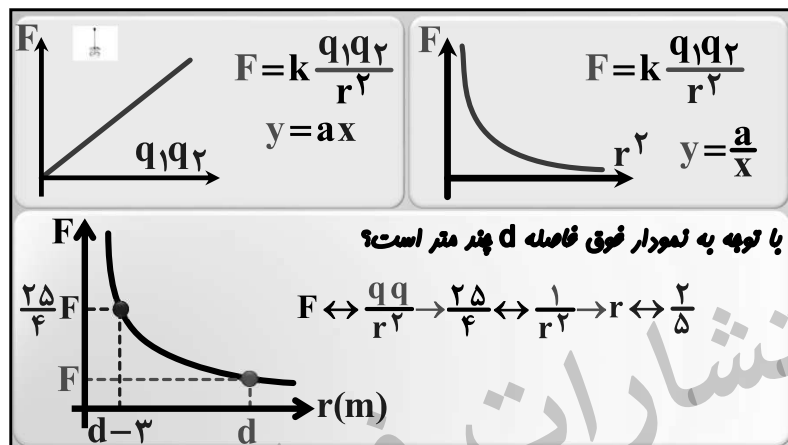
روغن باش

قطره های روغن

$F = Eq$

mg

$mg = Eq$



دو جسم کوچک رسانا و باردار با جرم یکسان 2 gr حامل بارهای $10 \mu\text{C}$ هستند و در فاصله 30 cm از یکدیگر نگه داشته شده اند، اگر در این فاصله رها شوند شتاب ناشی از نیروی الکتریکی چقدر است؟

دو ذره باردار هم نام و کوچک را در فاصله معینی از هم رها میکنیم. اگر تنها نیروی وارد بر آن ها نیروی الکتریکی باشد شتاب چطور تغییر میکنه؟

$$F = 90 \times \frac{10 \times 10}{900} = 10 \text{ N} \rightarrow F = m a \rightarrow 10 = 0.002 a \rightarrow a = 5000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\downarrow F = k \times \frac{q_1 \times q_2}{r^2 \uparrow} = m a \downarrow$$

در شکل روبه رو دو گلوله کوچک مشابه که بار الکتریکی هر یک $4 \mu\text{C}$ است، درون یک استوانه در حال تعادل اند. اگر نیرویی که سطح پایینی استوانه به گلوله پایینی اثر می دهد، $1/8 \text{ N}$ باشد، فاصله دو گلوله از هم چند سانتی متر است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

اصطکاک بین گلوله ها و سطح داخلی استوانه ناچیز است.

$$F = m g$$

$$F = 90 \times \frac{q \times q}{r^2} \rightarrow 0.9 = 90 \times \frac{16 \times 16}{r^2} \rightarrow r = 10 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{8} = F + F \rightarrow F = 0.9 \text{ N}$$

سرعت زیاد $\Rightarrow \Delta U < 0 \Rightarrow$ خود به خود $\Rightarrow F_E \Rightarrow$ به زور $\Rightarrow \Delta U > 0 \Rightarrow$ سرعت کم

سرعت کم $\Rightarrow \Delta U > 0 \Rightarrow$ به زور $\Rightarrow F_E \Rightarrow$ خود به خود $\Rightarrow \Delta U < 0 \Rightarrow$ سرعت زیاد

میدان $\Delta U = -W_F$

مقداری مساوی علامتی قرینه

مطابق شکل، اگر در میدان الکتریکی E ، بار آزمون مثبت را از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا کنیم، اندازه نیروی الکتریکی وارد بر ذره و انرژی پتانسیل الکتریکی آن به ترتیب و می‌یابند.

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

$\vec{F} \leftrightarrow \vec{E} \cdot q$

فورد به فورد
 $\Delta U < 0$
سرعت زیار

از بالادست به پایین دست (در جهت میدان)
پتانسیل کاهش میابد و به علامت بار ربطی ندارد

بالادست
پایین دست

پتانسیل	انرژی پتانسیل
V	U
ولت	ژول
در جهت یا خلاف جهت	به زور و فورد به فورد
به علامت بار بستگی ندارد	به علامت بار بستگی دارد
$\Delta U = q \Delta v$	

تفاوت جهت میدان

در جهت میدان

$\Delta U = q \Delta v$ $\Delta U = q \Delta v$

$\Delta U = q \Delta v$ $\Delta U = q \Delta v$

فورد به فورد

$E_M > E_N$
 $V_M > V_N$
 $\Delta U < 0$

به زور

$E_M < E_N$
 $V_M > V_N$
 $\Delta U > 0$

به زور

$E_M > E_N$
 $V_M < V_N$
 $\Delta U > 0$

چندتا از عبارتهای زیر درباره انرژی پتانسیل الکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی درست است؟

(الف) اگر بین دو نقطه اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود داشته باشد، حداقل در یکی از آن نقاط بار الکتریکی وجود دارد

(ب) اگر ذره‌ای با بار مثبت را در جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد

(پ) انرژی پتانسیل الکتریکی مستقل از باری است که در میدان قرار می‌دهیم.

(ت) وقتی انرژی پتانسیل الکتریکی ذره افزایش یابد، اندازه نیروی الکتریکی وارد بر آن نیز افزایش می‌یابد.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

بار الکتریکی $q = -20 \text{ nC}$ در راستای میدان الکتریکی یکنواخت، از نقطه A به نقطه B منتقل می شود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن 2 mJ افزایش می یابد. $V_B - V_A$ ، چند ولت است و جهت حرکت بار الکتریکی در مقایسه با جهت میدان الکتریکی چگونه است؟

پاسخ: ۱۴۰۲

(۱) -10^5 و در خلاف جهت میدان
(۲) $+10^5$ و در خلاف جهت میدان
(۳) $+10^5$ و در جهت میدان
(۴) -10^5 و در جهت میدان

سرعت کم $\Rightarrow \Delta U > 0 \Rightarrow$ به زور \Rightarrow F_E \Rightarrow $\Delta U < 0 \Rightarrow$ سرعت زیاد

$q \Delta v - \Delta U = W_{F_{\text{میران}}} - E \cdot q \cdot d$

$F \cdot d$ مفید

در یک میدان الکتریکی، بار $q = -2 \mu\text{C}$ از نقطه A تا B جابه جا می شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقاط A و B به ترتیب 4 mJ و 6 mJ باشد و پتانسیل نقطه A برابر 20 V باشد، پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ (سراسری تهرانی فارغ ۹۳)

(۱) 80
(۲) -80
(۳) -120
(۴) 120

$V_A = 20$
 $V_B = -80$

$\Delta U = q \Delta V \rightarrow 2 \times 10^{-6} = -2 \times 10^{-6} \times \Delta V \rightarrow \Delta V = -100$

در شکل زیر، بار الکتریکی $q = -50 \mu\text{C}$ از نقطه A به پتانسیل الکتریکی 120 ولت به نقطه B می رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن 5 mJ تغییر می کند. پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟ (سراسری ریاضی ۹۸)

(۱) 20
(۲) 110
(۳) 130
(۴) 220

هون خلاف جهت میدان میریم پتانسیل زیاد میشه و جواب نهایی از 120 بیش تره

$\Delta U = E q d = -E q \times 0.4$
 $\Delta U = -E q d = -E q \times 0.15$
 $E = \frac{\Delta v}{d}$ مفید

در شکل زیر، بار الکتریکی $q = -50 \mu\text{C}$ از نقطه A به پتانسیل الکتریکی 120 ولت به نقطه B می رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن 5 mJ تغییر می کند. پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟ (سراسری ریاضی ۹۸)

(۱) 20
(۲) 110
(۳) 130
(۴) 220

هون خلاف جهت میدان میریم پتانسیل زیاد میشه و جواب نهایی از 120 بیش تره

$\Delta U = q \Delta V \rightarrow 5 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-5} \Delta V \rightarrow \Delta V = 100$

$V_B = 220$
 $V_A = 120$

در شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^5 \text{ N/C}$ ، بار نقطه‌ای $q = -5 \mu\text{C}$ از طریق مسیر نشان داده شده از نقطه A به نقطه B منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره باردار چند ژول تغییر می‌کند؟

ریاضی ۹۹

(۱) $+0.15$ (۲) -0.15 (۳) $+0.10$ (۴) -0.10

$\Delta U = Eqd = 1 \times 5 \times 3$

شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش یک پروتون از حالت سکون از یکی از نقطه‌های A، A' و A'' رها می‌شود. اگر $E_{A''} = E_{A'} = E_A = E_B = E_{B'} = E_{B''}$ باشد، چه رابطه‌ای بین سرعت پروتون در نقطه B، B' و B'' برقرار است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

(۱) $v_B > v_{B'} > v_{B''}$ (۲) $v_{B'} > v_B > v_{B''}$ (۳) $v_{B''} > v_{B'} = v_B$ (۴) $v_B > v_{B''} > v_{B'}$

شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش یک الکترون از یکی از نقطه‌های A، A' و A'' در جهت خطوط میدان شلیک می‌شود. اگر $E_{A''} = E_{A'} = E_A = E_B = E_{B'} = E_{B''}$ باشد، چه رابطه‌ای بین سرعت الکترون در نقطه‌های B، B' و B'' برقرار است؟

(۱) $v_B > v_{B''} > v_{B'}$ (۲) $v_B > v_{B'} = v_{B''}$ (۳) $v_{B'} > v_B > v_{B''}$ (۴) $v_{B''} > v_{B'} > v_B$

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

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

$E = \frac{V}{d}$

باتری دو پایانه (قطب) دارد که پتانسیل پایانه مثبت بزرگتر و پایانه مثبت بزرگتر رسم می‌شود. وقتی می‌کنیم باتری ۱۲ ولت یعنی اختلاف پتانسیل بین دو قطب ۱۲ ولت یعنی پتانسیل قطب مثبت ۱۲ تا بیشتر از پتانسیل قطب منفی

۱ - یک باتری ۲۴ ولتی در اختیار داریم اگر بار $q = 1/5 \text{ C}$ از پایانه مثبت تا پایانه منفی جابه‌جا کنیم انرژی پتانسیل الکتریکی چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

۲ - اگر پایانه مثبت رو به زمین وصل کنیم ولتاژ هر پایانه چقدر می‌شود؟

$\Delta U = q\Delta V = 1/5 \times 24 = -3.6 \text{ J}$

دو صفحه رسانای موازی با ابعاد بزرگ را مطابق شکل زیر به یک باتری وصل کرده‌ایم. پتانسیل نقطه A چند ولت است؟ **تقریبی ۹۹**

(۱) -۴۸ (۲) -۳۲ (۳) +۴۸ (۴) +۳۲

$$E = \frac{\Delta V}{d} \rightarrow 1 \leftrightarrow \frac{\Delta V}{d}$$

۱۰ mm	۱۰ V
۴ mm	? = ۳۲ V

$W_{FE} = K_2 - K_1$

Left side: K_1 (bottom), K_2 (top), $+Eqd$, $+Eqd$

Right side: K_1 (top), K_2 (bottom), $-Eqd$, $-Eqd$

$W_{mg} + W_{FE} = K_2 - K_1$

$K_1 = K_2 \rightarrow W_{mg} = -W_{FE}$

Left side: K_1 (bottom), K_2 (top), $+F_t d$, $+F_t d$

Right side: K_1 (top), K_2 (bottom), $-F_t d$, $-F_t d$

در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره ای با بار $+2\mu C$ را در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب می‌کنیم ذره پس از 30 cm جابجایی متوقف می‌شود با صرف نظر از نیروی وزن، اگر میدان الکتریکی 10^4 N/C و جرم ذره 30 mg باشد، تغییر انرژی پتانسیل ذره در این جابجایی چقدر است؟ سرعت اولیه چقدر است؟

سرعت کم $\rightarrow \Delta U > 0 \rightarrow$ به زور

$\Delta U = Eqd = 10^4 \times 2 \times 10^{-6} \times 0.3 = 6 \times 10^{-3}\text{ J}$

$W_{FE} = K_2 - K_1$

$\rightarrow -6 \times 10^{-3} = -\frac{1}{2}m(V_1^2) \rightarrow 6 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-5} \times (V_1^2)$

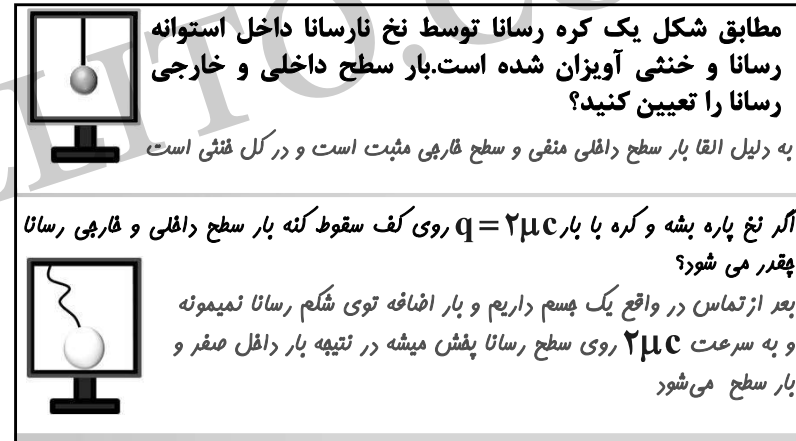
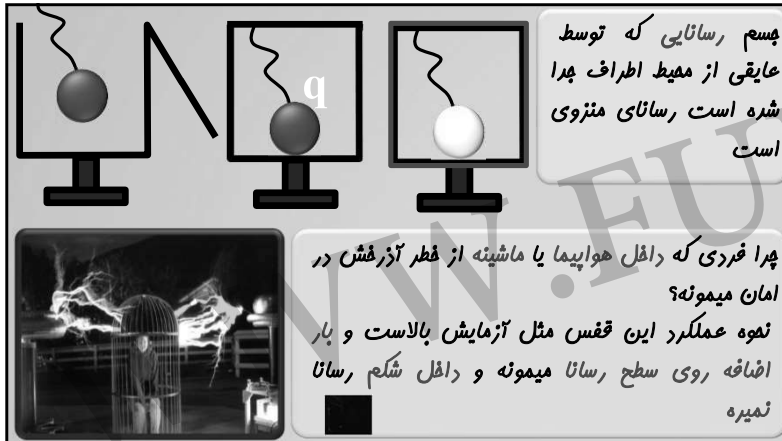
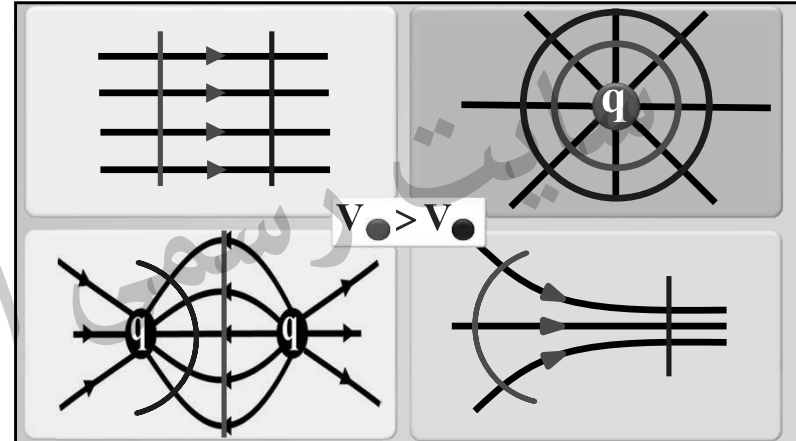
$V_1 = 20\text{ m/s}$

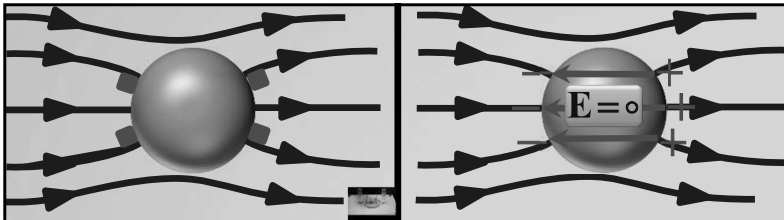
در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره ای با بار $2\mu\text{C}$ را در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب می کنیم ذره پس از 30cm جابجایی متوقف می شود با صرف نظر از نیروی وزن، اگر میدان الکتریکی 10^4N/C و جرم ذره 30mg باشد، تغییر انرژی پتانسیل ذره در این جابجایی چقدر است؟ سرعت اولیه چقدر است؟

$$K_1 = 6 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} m (V_1^2) \rightarrow V_1 = 20\text{ m/s}$$

$$-Eqd = 10^4 \times 2 \times 10^{-6} \times 0.3 = -6 \times 10^{-3}\text{ J}$$

$$K_2 = 0$$

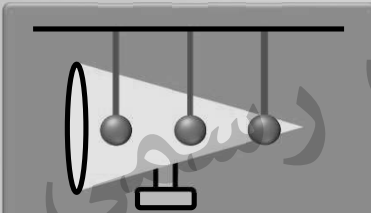






کره ای رسانا و خنثی را داخل میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی 10^3 N/C قرار می دهیم. میدان الکتریکی ناشی از بارهای القا شده در رسانا و میدان برایند داخل رسانا را بدست آورید؟

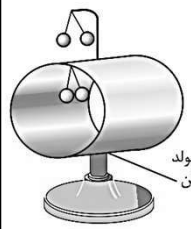
میدان ناشی از بارهای القا شده برابر 10^3 N/C است و میدان برآیند صفر می شود

تمام نقاط روی سطح رسانا هم پتانسیل هستند اما جاهای نوک تیز پگالی سطحی بیشتر و در نتیجه میدان قوی تر است



$\sigma_M < \sigma_N$ $E_M < E_N$ $V_M = V_N$	
$\sigma_M = \sigma_N$ $E_M = E_N$ $V_M = V_N$	

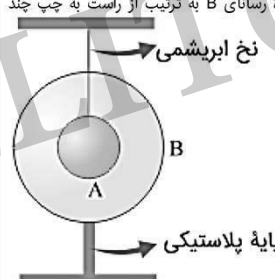
آزمایشی که نشان می دهد پگالی سطحی بار در نقاط نوک تیز بیش تر است



آزمایش مربوط به شکل مقابل برای این است که نشان دهد:

- اجسام رسانا و نارسانای الکتریسته چگونه عمل می کنند.
- بارهای غیرهم نام یکدیگر را دفع می کنند.
- بارهای هم نام همدیگر را جذب می کنند.
- در اجسام رسانا بار الکتریکی در سطح خارجی پخش می شود. الکتریسته ساکن به طرف ماشین مولد الکتریسته ساکن


دو پوسته رسانای کروی A و B به ترتیب دارای بارهای الکتریکی $q_A = +10 \mu\text{C}$ و $q_B = -6 \mu\text{C}$ هستند. اگر آنها را مطابق شکل زیر در حالت تعادل قرار دهیم، بار ایجاد شده در سطح داخلی و خارجی کره رسانای B به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن می شود؟



نخ ابریشمی

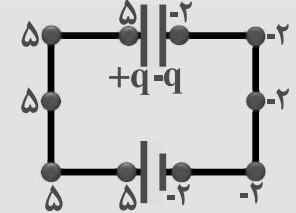
پایه پلاستیکی

- (۱) -4 و $+4$
- (۲) صفر و $+4$
- (۳) -10 و $+4$
- (۴) -6 و -4



$$\begin{cases} C = K \epsilon_0 \frac{A}{d} \\ q = CV \end{cases}$$

تا وقتی مساحت یا فاصله تغییر نکند ظرفیت تغییر نمیکنه و به بار و ولتاژ ربط نداره

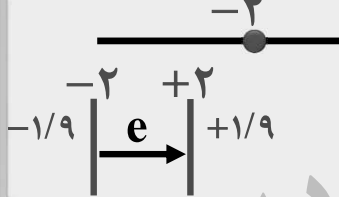


۱ - پتانسیل تا وقتی مانعی سر راهش نباشه عوض نمیشه

۲ - اختلاف پتانسیل دو سر باتری با اختلاف پتانسیل دو سر قازن برابره

۳ - بار قازن بار یک صفحه قازنه

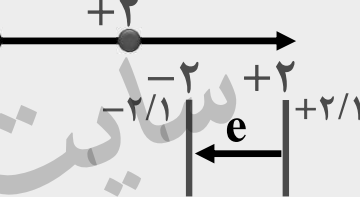
۴ - تعداد یون ها رو معضات قازن پطوری حساب میشه؟
 $q = ne \rightarrow n = \frac{q}{e}$ تعداد یون ها n



$$Eq = mg$$

$$E = \frac{V}{d} \rightarrow \frac{V}{d} q = mg$$

$$E = \frac{V}{d} = \frac{q}{cd} = \frac{q}{k\epsilon_0 A}$$



$$F_E - mg = ma$$

$$mg - F_E = ma$$

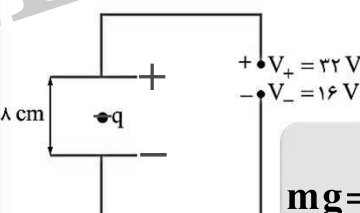
بین دو صفحه موازی که به فاصله ۲ cm از هم قرار دارند، اختلاف پتانسیل الکتریکی ۵۰۰ V ایجاد کرده ایم. اگر یک ذره آلفا بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتون خواهد شد؟ ($q_\alpha = 2e$, $e = 1.6 \times 10^{-19} C$) (سراسری ریاضی ۹۵)

4×10^{-15} (۴) 4×10^{-12} (۳) 8×10^{-15} (۲) 8×10^{-12} (۱)

$$F = Eq = \frac{V}{d} q = \frac{500}{0.02} \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-15}$$

مطابق شکل ذره ای با بار q و جرم m در فضای بین دو صفحه رسانای موازی، معلق و در حال تعادل است. نسبت جرم این ذره به بار الکتریکی آن در SI چه قدر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

40 (۲) 20 (۱)
 -40 (۴) -20 (۳)



$$mg = Eq \rightarrow \frac{m}{q} = \frac{E}{g} = \frac{V}{d} = \frac{16}{8} = 2$$

فاصله بین صفحه‌های یک خازن تخت ۵ mm و مساحت هر یک از صفحه‌ها ۲ cm^۲ است و خازن از ماده دی‌الکتریک انعطاف‌پذیری به ثابت $\kappa = ۴$ پر شده است. اگر فاصله بین صفحه‌ها ۳ mm کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟ ($\epsilon_0 = ۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲}$ F/m) **تجربه ۱۴۰۰**

(۱) ۲/۱۲۴ (۲) ۲/۳۶
(۳) ۲۱/۲۴ (۴) ۲۳/۶

$$C = K\epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow C \leftrightarrow \frac{5}{2} \quad C \xrightarrow{+1/5C} 2/5C$$

$$C_{\text{ق}} = 4 \times 8/85 \times 10^{-12} \times \frac{2 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}} \times 1/5 = 2/124 \text{ pF}$$

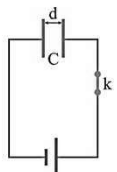
$$U = \frac{1}{2} q v = \frac{1}{2} c v^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{c}$$

خازن متصل به مولد ولتاژ ثابت خازن جدا از مولد بار ثابت

$q = CV \rightarrow q \leftrightarrow C \times 1$
 $U = \frac{1}{2} c v^2 \rightarrow U \leftrightarrow C \times V^2$
 $\rightarrow U \leftrightarrow C \times 1^2 \rightarrow U \leftrightarrow C$
 رابطه مستقیم

$q = CV \rightarrow 1 \leftrightarrow C \times V$
 $U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{c} \rightarrow U \leftrightarrow \frac{q^2}{C}$
 $\rightarrow U \leftrightarrow \frac{1^2}{C} \rightarrow U \leftrightarrow \frac{1}{C}$
 رابطه عکس

در شکل زیر در حالتی که کلید k بسته است، انرژی خازن برابر با U است. در این حالت به اندازه ۲ d به فاصله دو صفحه خازن اضافه می‌کنیم و سپس کلید k را باز می‌کنیم و فضای بین دو صفحه خازن را با دی‌الکتریک با ثابت ۲ به‌طور کامل پر می‌کنیم. انرژی ذخیره‌شده در خازن چندبرابر U می‌شود؟



$U_1 = U$ $U_2 = \frac{U}{3}$ $U_3 = \frac{U}{6}$
 $C_1 = C$ $C_2 = \frac{C}{3}$ $C_3 = \frac{2C}{3}$

رابطه مستقیم رابطه عکس

خازنی که بین صفحاتش هواست به مولد متصل است اگر فاصله بین صفحات را نصف کنیم موارد زیر چند برابر می‌شند؟

- ۱- ظرفیت
- ۲- اختلاف پتانسیل
- ۳- بار
- ۴- انرژی ذخیره شده
- ۵- میدان

خازنی که بین صفحاتش هواست از مولد جدا میکنیم اگر در این حالت فاصله بین صفحات را نصف کنیم موارد زیر چند برابر میشن؟!

- ۱- ظرفیت
- ۲- بار
- ۳- اختلاف پتانسیل
- ۴- انرژی ذخیره شده
- ۵- میدان

یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است. پس از مدتی، درحالی که خازن همچنان به باتری متصل است، فاصله بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم. کدام موارد زیر درست است؟

(الف) میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

(ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

(پ) ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.

(ت) بار روی صفحه‌ها نصف می‌شود.

(۲) الف و ت

(۱) الف و ب

(۴) پ و ت

(۳) ب و ت

خازن شارژشده‌ای را از مولد جدا می‌کنیم و در حالتی که بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند، عایقی که بین صفحات خازن را پر کرده، خارج می‌کنیم. اگر ثابت دی‌الکتریک عایق $\kappa = 2$ باشد، ظرفیت، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه خازن و انرژی آن به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

ریاضی ۱۴۰۰

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \quad (4)$$

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \quad (3)$$

$$q = CV \rightarrow (\mu c) = (\mu F)(V)$$

$$U = \frac{1}{2} c v^2 \rightarrow (\mu j) = \frac{1}{2} (\mu F)(v)^2$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{c} \rightarrow (\mu j) = \frac{1}{2} \frac{(\mu c)^2}{(\mu F)}$$

ظرفیت خازنی $40 \mu F$ است. اگر بار الکتریکی آن $\frac{3}{4}$ برابر شود، انرژی ذخیره شده در آن $25 \mu J$ افزایش می‌یابد. بار اولیه خازن چند میکروکولن است؟

تجربه ۱۳۰۲

۴۰ (۱) ۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۲۰ (۴)

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \rightarrow U \leftrightarrow q^2 \leftrightarrow \left(\frac{3}{4}\right)^2 \leftrightarrow \frac{9}{4}$$

$$\begin{array}{ccc} 4U & \xrightarrow{+25} & 9U \\ 20 & & 45 \end{array}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \rightarrow 20 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{40} \rightarrow q = 40 \mu C$$

با کاهش بار الکتریکی یک خازن، چه کسری از انرژی آن را کاهش دهیم تا اختلاف پتانسیل الکتریکی آن $\frac{3}{4}$ اختلاف پتانسیل اولیه آن شود؟

ریاضی ۱۳۰۲

۱/۴ (۱) ۳/۴ (۲) ۷/۱۶ (۳) ۹/۱۶ (۴)

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \rightarrow U \leftrightarrow V^2 \leftrightarrow \left(\frac{3}{4}\right)^2 \leftrightarrow \frac{9}{16} \leftrightarrow \frac{16}{16} - \frac{7}{16}$$

ظرفیت خازنی $5 \mu F$ و بار الکتریکی آن $200 \mu C$ است. اگر خازن را از باتری جدا کنیم و فاصله بین صفحه‌های آن را ۵۰ درصد افزایش دهیم، انرژی ذخیره شده در خازن چند میلی‌ژول افزایش می‌یابد؟

اردیبهشت ۱۳۰۳

۲ (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۱۲ (۴)

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{2^2}{5} = 4 J$$

$$C = K \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow C \leftrightarrow \frac{2}{3} \rightarrow U \leftrightarrow \frac{3}{2}$$

$$\begin{array}{ccc} 2U' & \xrightarrow{+U'} & 3U' \\ 4 & & 6 \end{array}$$

خازن جدا از مولد بار ثابت

$$q = CV \rightarrow 1 \leftrightarrow C \times V$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \rightarrow U \leftrightarrow \frac{q^2}{C}$$

$$\rightarrow U \leftrightarrow \frac{1^2}{C} \rightarrow U \leftrightarrow \frac{1}{C}$$

رابطه عکس

اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن را $1/5$ برابر می‌کنیم. در نتیجه $20 \mu C$ بر بار ذخیره شده در آن اضافه می‌شود و انرژی آن نیز $200 \mu C$ افزایش می‌یابد. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ ریاضی ۹۹

۱۰ (۲) ۵ (۱) ۲۰ (۴) ۱۵ (۳)

$$q = CV \rightarrow q = 1 \times \frac{3}{4}$$

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \rightarrow U = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{4}$$

$$U = \frac{q^2}{2C} \rightarrow 160 = \frac{40 \times 40}{2C} \rightarrow C = 5 \mu F$$

نصف انرژی باتری در هازن ذخیره میشه
و بقیه به صورت گرما تلف میشه

$$U_{\text{هازن}} = \frac{1}{2} qv \quad U_{\text{باتری}} = qv$$

هازنی با ظرفیت $C = 4\mu F$ را به یک باتری متصل می کنیم اگر باتری $100\mu J$ انرژی مصرف کند تا هازن را پر کند ، اختلاف پتانسیل باتری چند ولت است؟

$$U_{\text{هازن}} = \frac{1}{2} U_{\text{باتری}} \rightarrow U = \frac{1}{2} cV^2 \rightarrow 50 = \frac{1}{2} \times 4 \times V^2 \rightarrow V = 5V$$

نمودار تخلیه و ذخیره کردن بار در هازن ها
یکی از وظایف اصلی هازن ها ذخیره
انرژی است تا در موقع نیاز تمویل بدن
مثل فلاش دوربین

انرژی بر حسب مجهول بار

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{c} \rightarrow y = ax^2$$

انرژی بر حسب بار

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{c} \rightarrow y = ax^2$$

بار بر حسب اختلاف پتانسیل

$$q = cV \rightarrow y = ax$$

میکروفن هازنی ؛ در اثر صدا ، صفحه متحرک هازن به ارتعاش در میاد و به همین دلیل
ظرفیت هازن تغییر می کند و باعث ایجاد سیگنال الکتریکی میشه که این سیگنال توسط
آمپلی فایر تقویت میشه و ...

صفحه کلید هازنی ؛ زیر هر کلید هازنی با دی الکتریک انعطاف پذیر وجود دارد با فشردن کلید
ظرفیت هازن تغییر می کند و این تغییر توسط پردازنده ها آشکار سازی شده و مشخص میشه
کدوم کلید فشرده شده

کیسه هوای اتومبیل ؛ در کیسه هوای اتومبیل هازنی وجود دارد که ظرفیتش در اثر کم و زیاد
شدن سرعت تغییر میکنه در ترمز های بسیار ناگهانی و یا ضربات ناگهانی ناشی از تصادفات
ظرفیت هازن به طور ناگهانی تغییر می کند این تغییر ناگهانی باعث می شود پردازنده کیسه هوا
رو فعال کنه

اگر اختلاف پتانسیل دو سر هازن را افزایش دهیم میدان به قدری زیاد می شود که باعث میشود
دی الکتریک به طور لحظه ای رسانا شود و با ایجاد جرقه هازن تخلیه شود جرقه می تواند باعث
سوختن دی الکتریک شود به این پدیده فروریزش الکتریکی میگویند

هر چه انرژی ذخیره شده در هازن بیشتر باشد وقتی دو صفحه هازن رو به هم میپرسبانیم جرقه
قوی تری اتفاق میفته

نقش های لپتوبک بر اثر فروریزش

در صورت اتصال صفحات یک خازن باردار که پس از پر شدن از مولد جدا شده، با سیم به یکدیگر، جرقه زده می‌شود. اگر پیش از اتصال صفحات این خازن به یکدیگر، فاصله صفحات آن را نصف کرده و سپس صفحات آن را با سیم به یکدیگر متصل می‌کردیم، بزرگی جرقه ایجاد شده نسبت به حالت قبل چگونه تغییر می‌کرد؟

(۱) افزایش می‌یابد. (۲) کاهش می‌یابد.
(۳) تغییر نمی‌کند. (۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست.

هر پی انرژی آزاد شده بیش تر جرقه بزرگتر میشه

$$\downarrow U \leftrightarrow \frac{1}{C} \uparrow$$

$$q = C V \rightarrow q_2 - q_1 = C V_2 - C V_1 = C (V_2 - V_1)$$

$$\rightarrow \Delta q = C (\Delta V)$$

$$\rightarrow \Delta q = (\Delta C) V$$

$$U = \frac{1}{2} C \times V^2$$

$$\rightarrow \Delta U = \Delta C \left(\frac{1}{2} \times V^2 \right)$$

$$U = \frac{1}{2} C \times V^2$$

$$\rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} C (V_2 - V_1) (V_2 + V_1)$$

اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه یک خازن ۸ میکروفارادی، یک ولت تغییر کند، تعداد الکترون‌های هر صفحه، چقدر تغییر می‌کند؟

(e = 1/6 × 10⁻¹⁹ C)

(۱) ۵ × 10¹⁹ (۲) ۲ × 10¹⁹
(۳) ۵ × 10¹³ (۴) ۲ × 10¹³

$$q = C V \rightarrow \Delta q = C (\Delta V) = 8 \times 10^{-6} \times 1$$

$$\Delta q = n e \rightarrow 8 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 5 \times 10^{13}$$

ظرفیت خازنی ۵ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر ۳ mC بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه ۴/۵ J افزایش می‌یابد. q چند میلی کولن است؟

یاضی ۱۳۰۰

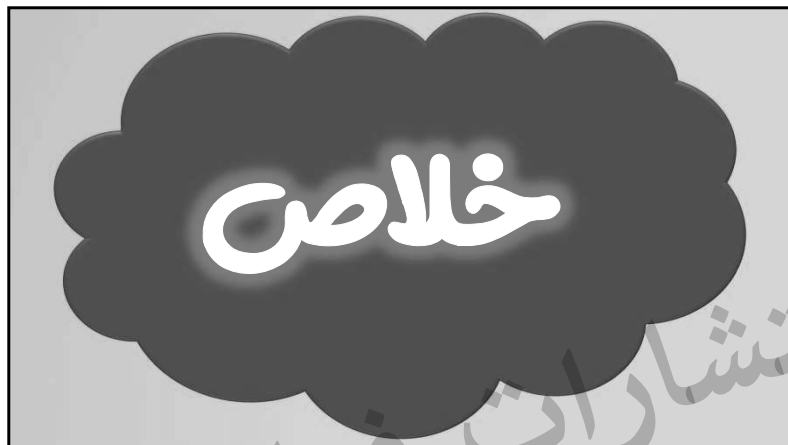
(۱) ۳	(۲) ۶
(۳) ۹	(۴) ۱۲

$$-q - 3 \quad \xrightarrow{+3mc} \quad +q + 3$$

$$-q \quad +q$$

$$U = \frac{1}{2C} \times q^2 \rightarrow \Delta U = \frac{1}{2C} (q_2^2 - q_1^2) = \frac{1}{2C} (q_2 - q_1) (q_2 + q_1)$$

$$4/5 = \frac{1}{2 \times 5} \times 3 \times (2q + 3) \rightarrow q = 6mc$$



سایت رسمی انتشارات فولیتو
WWW.FULLITO.COM