بار الکتریکی

اصل کوانتیده‌بودن بار

همواره بار الکتریکی یک جسم، مضرب صحیحی از بار الکتریکی پایه (e) است:

$$q = \pm ne$$

$e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$

$n = ۰, ۱, ۲, ۳, ...$

سوال ۱: چند الکترون باید از یک سکه خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+۱\mu C$ شود؟ (ریاضی ۹۵)

اتم خنثی: $(^{A}_{P}X)$

در این حالت تعداد پروتون و الکترون برابر است .

یون منفی: $(^{A}_{P}X^{C^-})$

در این حالت تعداد الکترون ها به اندازه C از تعداد پروتون ها بیشتر است .

یون مثبت: $(^{A}_{P}X^{C^+})$

در این حالت تعداد الکترون ها به اندازه C از تعداد پروتون ها کمتر است .

سوال ۲: به سوالات زیر جواب دهید.

الف) بار الکتریکی اتم و هسته اتم کربن $(^{۱۲}_{۶}C)$ چند کولن است ؟

ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده شده C^+ چه قدر است ؟

روش‌های باردارکردن اجسام

۱ مالش

- به دلیل انتقال الکترون (نه پروتون) از یک جسم به جسم دیگر
- مناسب نارساناها
- مواد نزدیک به انتهای مثبت ← مواد نزدیک به انتهای منفی (انتقال الکترون)

سری الکتریسیتهٔ مالشی (تریبوالکتریک)

انتهای مثبت سری

موی انسان
شیشه
پشم
ابریشم
پوست انسان
چوب
پارچهٔ کتان
پلاستیک
لاستیک

الکترون
الکترون
الکترون

انتهای منفی سری

سوال۳: در شکل مقابل، جدول سری الکتریسیته مالشی نشان داده شده است. اگر جسم A را به جسم B و جسم C را به جسم D مالش دهیم، کدام یک از اظهار نظرهای زیر در رابطه با آن صحیح است؟

۱)دو جسم B و D یکدیگر را جذب می‌کنند

۲) دو جسم A و D همدیگر را دفع می‌کنند

۳) دو جسم A و C یکدیگر را دفع می‌کنند

۴) دو جسم B و C یکدیگر را دفع می‌کنند

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
انتهای منفی سری

سوال۴: وضعیت قرارگیری دو ماده A و B در سری مالشی به صورت زیر است. اگر ماده A را به ماده B مالش دهیم، بار الکتریکی B چند میکروکولن می‌تواند باشد؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} c$)

۱) $۴/۸\times۱۰^{-۱۳}$

۲) $-۴/۸\times۱۰^{-۱۳}$

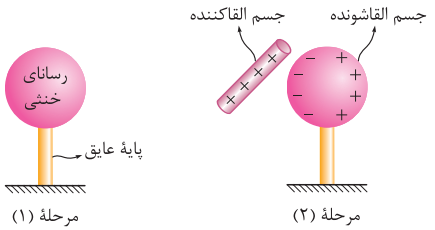
۳) $۳/۶\times۱۰^{-۱۳}$

۴) $-۳/۶\times۱۰^{-۱۳}$

انتهای مثبت سری
A
B
انتهای منفی سری

۲ القای الکتریکی

- ایجاد بار خالص در یک رسانای خنثی بدون تماس



ایجاد بار خالص در جسم القاشونده

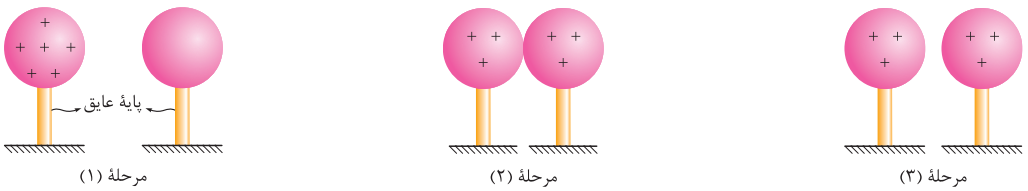
اتصال به زمین جسم القاشونده در حضور جسم القاکننده

نزدیک‌کردن جسم القاکننده به جسم القاشونده (رسانا)

تذکر ابتدا باید اتصال به زمین قطع شود، سپس جسم القاکننده دور شود.

۳ تماس

- ایجاد بار خالص در یک رسانای خنثی به کمک تماس با یک رسانای باردار

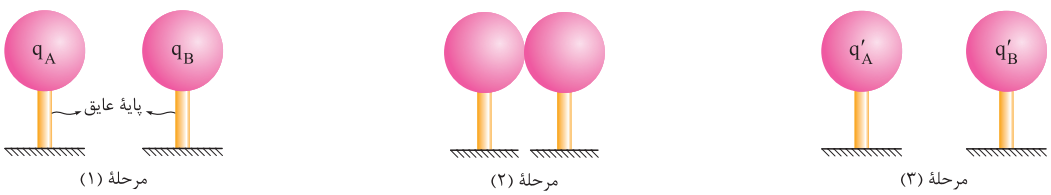


- جسم باردار، جسم رسانای بدون بار را جذب می‌کند.

دو اصل مهم برای بار الکتریکی

اصل پایستگی بار

جمع جبری بارهای خالص دو (یا چند) جسم قبل از تماس با یکدیگر برابر با جمع جبری بارهای خالص آن‌ها بعد از تماس است.

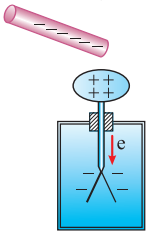


$$q_A + q_B = q'_A + q'_B \qquad q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2}$$

تذکر اگر دو کره هم‌اندازه باشند بعد از تماس بارشان یکسان می‌شود.

الکتروسکوپ و کاربردهای آن

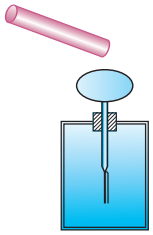
۱ تشخیص باردار بودن یک جسم



نزدیک‌کردن جسم باردار به کلاهک الکتروسکوپ خنثی

↓

فاصله‌گرفتن تیغه‌ها از یکدیگر

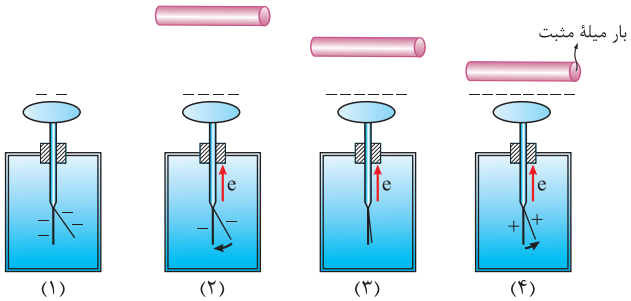


نزدیک‌کردن جسم بدون بار به کلاهک الکتروسکوپ خنثی

↓

تیغه‌ها به صورت چسبیده به هم

۲ تشخیص نوع بار جسم

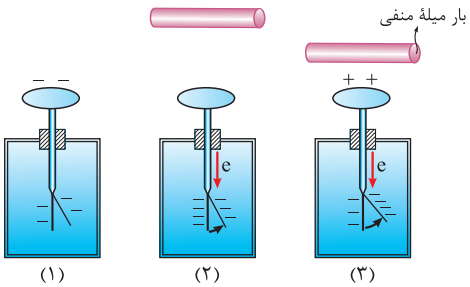


جسمی با بار نامعلوم را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بارداری (که نوع بار آن را می‌دانیم) نزدیک می‌کنیم. فاصلهٔ تیغه‌ها ابتدا به تدریج کاهش یافت.

↓

بار جسم با بار الکتروسکوپ ناهمنام

در این حالت ممکن است با نزدیک‌ترکردن جسم به کلاهک، تیغه‌ها به هم بچسبند و سپس از هم فاصله بگیرند.



جسمی با بار نامعلوم را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بارداری (که نوع بار آن را می‌دانیم) نزدیک می‌کنیم. فاصلهٔ تیغه‌ها از همان ابتدا به تدریج افزایش یافت.

↓

بار جسم با بار الکتروسکوپ همنام

سوال۵: میله ای را با شیشه ابریشمی مالش می دهیم، سپس آن را به کلاهک الکتروسکوپی با بار مثبت نزدیک می کنیم. ورقه های الکتروسکوپ به هم نزدیک تر می شوند یا دورتر ؟ چرا ؟

انتهای مثبت سری
شیشه
نایلون
ابریشم
انتهای منفی سری

نیروی الکتریکی

قانون کولن

فرمول:

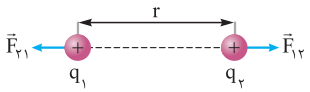
اندازهٔ بار $q_۱$ برحسب کولن (C) — اندازهٔ بار $q_۲$ برحسب کولن (C)

نیروی الکتریکی وارد بر هر بار ← $F=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}$

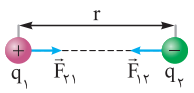
از طرف بار دیگر برحسب نیوتون (N)

فاصلهٔ بین دو بار برحسب متر (m)

$(k=۹\times۱۰^۹\ \frac{N.m^۲}{c^۲})$ ثابت کولن



الف) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام: دافعه



ب) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی ناهمنام: جاذبه

$$\begin{cases} F_{۱۲}=F_{۲۱} \\ \vec{F}_{۱۲}=-\vec{F}_{۲۱} \end{cases}$$

- تکنیک محاسباتی ۹۰

برحسب میکروکولن (μC)

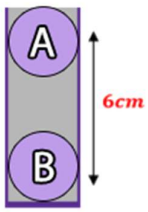
برحسب نیوتون (N) ← $F=۹۰\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}$

برحسب سانتی‌متر (cm)

سوال۶: دو بار نقطه ای $q_۱=-۴\mu c$ و $q_۲=۱۶\mu c$ در فاصله ۴ سانتی متر از یکدیگر قرار دارند.

این دو بار نیروی ..... نیوتنی را به هم وارد می کنند و نوع این نیرو .... است. $k=9\times10^9\ \frac{N\,m^{\,2}}{C^{\,2}}$

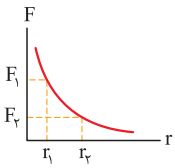
سوال۷: مطابق شکل زیر ، درون یک لوله بدون اصطکاک دو گلوله کوچک ، نارسانا و مشابه A و B به جرم های ۲۵۰ گرم و بار الکتریکی q، $(q>۰)$ در فاصله $۶cm$ هم قرار دارند ، به طوری که گلوله بالایی معلق مانده است . بار هر گلوله چند میکرو کولن است؟ $(K=۹\times۱۰^۹\ \frac{N.m^۲}{C^۲}$ ، $g=۱۰\ \frac{N}{kg}$ و از تمامی نیرو های اصطکاک صرفه نظر کنید .)



- شکل نسبتی قانون کولن

$$\frac{F'}{F}=\frac{|q'_1||q'_2|}{|q_1||q_2|}\times\left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

- نمودار بزرگی نیروی الکتریکی بین دو بار معین برحسب فاصلهٔ آن‌ها از یکدیگر



$$\frac{F_2}{F_1}=\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

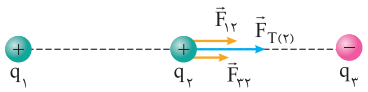
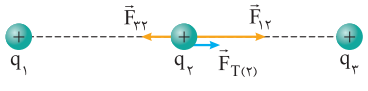
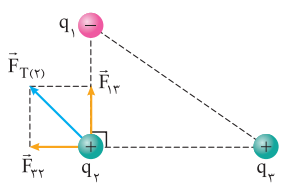
سوال۸: دو بار q_2 و q_1 در فاصله r قرار دارند اگر اندازه یکی را نصف ، دیگری را سه برابر و فاصله بین آن ها را نصف کنیم نیرو وارد بر دو بار چند برابر می شود؟

- ثابت کولن برحسب ضریب گذردهی الکتریکی خلأ (ε_0)

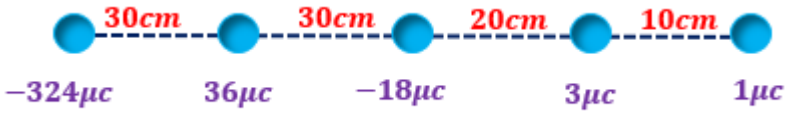
$$K=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\qquad \varepsilon_0=8/85\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N.m^2}$$

- اگر مجموع دو بار هم‌نام ثابت باشد، اندازه نیرویی که به هم وارد می‌کنند وقتی بیشینه است که دو بار هم‌اندازه باشند.

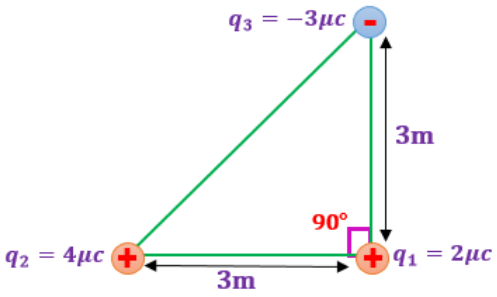
برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی

وضعیت نیروها نسبت به یکدیگر	شکل	بردار نیروی برایند	اندازهٔ نیروی برایند
هم‌جهت		$\vec{F}_{T(2)}=\vec{F}_{12}+\vec{F}_{32}$	$F_{T(2)}=F_{12}+F_{32}$
در خلاف جهت		$\vec{F}_{T(2)}=\vec{F}_{12}+\vec{F}_{32}$	$F_{T(2)}=\lvert F_{12}-F_{32}\rvert$
عمود		$\vec{F}_{T(2)}=\vec{F}_{12}+\vec{F}_{32}$	$F_{T12}=\sqrt{F_{12}^2+F_{32}^2}$

سوال ۹: در شکل زیر ، برایند نیرو های وارد بر بار μc۱ چند نیوتن است ؟

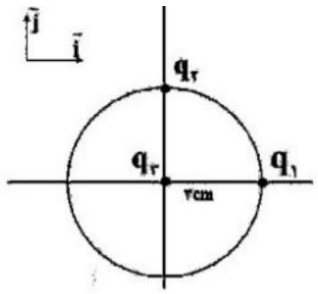


سوال ۱۰: سه ذره باردار مطابق شکل روبه رو در سه رأس مثلث قائم الزاویه ای ثابت شده اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذره واقع در رأس قائمه را به دست آورده و اندازه این نیرو را محاسبه کنید ؟ (تمرین کتاب درسی)



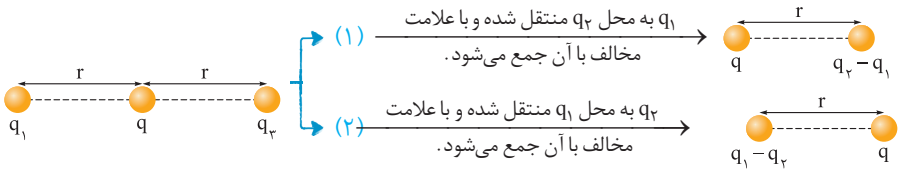
سوال ۱۱: دو ذره باردار $q_1 = 40nc$ و $q_2 = -30nc$ روی محیط دایره ای به شعاع ۳سانتی متر قرار دارند . نیروی خالص وارد بر بار $q_3 = 20nc$ را که در مرکز دایره واقع شده، رسم کنید و آن را بر حسب بردار های یکه $(\vec{i}, \vec{j})$ بنویسید .

$K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$



تکنیک تقارن:

برای محاسبهٔ نیروی برایند وارد بر q که در فاصلهٔ یکسانی از q_1 و q_2 قرار دارد.



محاسبهٔ نیروی برایند وارد بر q از طرف $q_1 - q_2$:

محاسبهٔ نیروی برایند وارد بر q از طرف $q_2 - q_1$:

نقطهٔ صفرشدن نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q:

علامت و اندازهٔ بارهای q_1 و q_2	محل قرارگیری بار q	شکل	رابطه
q_1 و q_2 همنام و $\lvert q_1\rvert < \lvert q_2\rvert$	روی خط واصل و بین دو بار و نزدیک بار با اندازهٔ کم‌تر	r_1 $F_T=0$ r_2 q_1 q q_2	$\frac{q_1}{q_2}=(\frac{r_2}{r_1})^2$
q_1 و q_2 ناهمنام و $\lvert q_1\rvert < \lvert q_2\rvert$	روی خط واصل و خارج فاصلهٔ بین دو بار و نزدیک بار با اندازهٔ کم‌تر	$F_T=0$ r_2 q r_1 q_1 q_2	$\frac{q_1}{q_2}=(\frac{r_2}{r_1})^2$

میدان الکتریکی

میدان الکتریکی در محل بار q

فرمول:

$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}$ ← میدان الکتریکی در محل بار q

- $\vec{F}$: نیروی الکتریکی خالص وارد بر q
- q: بار q (همراه با علامت)

$q>0$	$\vec{F}$ و $\vec{E}$ هم‌جهت
$q<0$	$\vec{F}$ و $\vec{E}$ در خلاف جهت

میدان الکتریکی حاصل از ذرهٔ باردار q

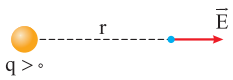
اندازه:

$E=K\frac{\lvert q\rvert}{r^2}$ ← اندازهٔ میدان حاصل از بار q برحسب نیوتون بر کولن (N / C)

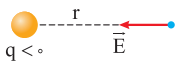
- $\lvert q\rvert$: اندازهٔ بار تولیدکنندهٔ میدان برحسب کولن (C)
- r: فاصله از بار q برحسب متر (m)

جهت:

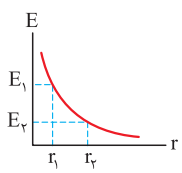
۱ اگر بار تولیدکنندهٔ میدان (q) مثبت باشد ← میدان در جهت دورشدن از بار q



۲ اگر بار تولیدکنندهٔ میدان (q) منفی باشد ← میدان به سوی بار q



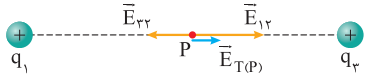
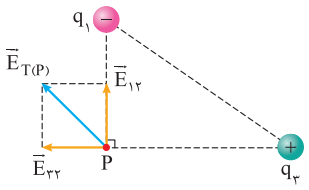
- نسبت اندازهٔ میدان الکتریکی در فاصله‌های r_1 و r_2 (شکل نسبتی رابطهٔ میدان): $\frac{E_2}{E_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2$
- نمودار اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از یک بار معین برحسب فاصله از آن:



- شعلهٔ شمع بار الکتریکی مثبت دارد.

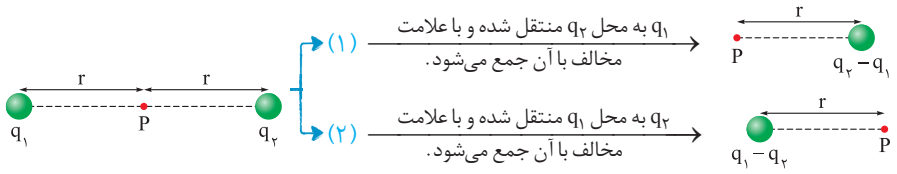
برهم‌نهی میدان‌های الکتریکی q

وضعیت میدان‌ها نسبت به یکدیگر	شکل	بردار نیروی برایند	اندازهٔ نیروی برایند
هم‌جهت	q_1 $\vec{E}_{12}$ $\vec{E}_{T(P)}$ P $\vec{E}_{32}$ q_3	$\vec{E}_{T(P)}=\vec{E}_{12}+\vec{E}_{32}$	$E_{T(P)}=E_{12}+E_{32}$

وضعیت میدان‌ها نسبت به یکدیگر	شکل	بردار نیروی برایند	اندازهٔ نیروی برایند
در خلاف جهت		$\vec{E}_{T(P)} = \vec{E}_{۱۲} + \vec{E}_{۳۲}$	$E_{T(P)} = \lvert E_{۱۲} - E_{۳۲} \rvert$
عمود		$\vec{E}_{T(P)} = \vec{E}_{۱۲} + \vec{E}_{۳۲}$	$E_{T(P)} = \sqrt{E_{۱۲}^{۲} + E_{۳۲}^{۲}}$

تکنیک تقارن:

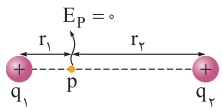
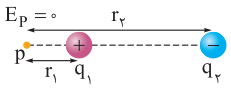
برای محاسبهٔ میدان برایند در نقطهٔ p که در فاصلهٔ یکسانی از $q_۱$ و $q_۲$ قرار دارد.



محاسبهٔ میدان برایند حاصل از $q_۲ - q_۱$ در نقطهٔ p

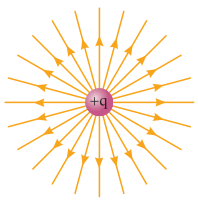
محاسبهٔ میدان برایند حاصل از $q_۱ - q_۲$ در نقطهٔ p

نقطهٔ صفر شدن میدان الکتریکی

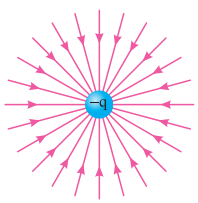
علامت و اندازهٔ بارهای $q_۱$ و $q_۲$	نقطهٔ صفرشدن میدان	شکل	رابطه
$q_۱$ و $q_۲$ همنام و $\lvert q_۱ \rvert < \lvert q_۲ \rvert$	روی خط واصل و بین دو بار و نزدیک بار با اندازهٔ کم‌تر		$\frac{q_۱}{q_۲} = (\frac{r_۱}{r_۲})^{۲}$
$q_۱$ و $q_۲$ ناهمنام و $\lvert q_۱ \rvert < \lvert q_۲ \rvert$	روی خط واصل و خارج فاصلهٔ بین دو بار و نزدیک بار با اندازهٔ کم‌تر		$\frac{q_۱}{q_۲} = (\frac{r_۱}{r_۲})^{۲}$

ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی

۱ در جهت دورشدن از بار مثبت (شکل الف) به سمت بار منفی (شکل ب)

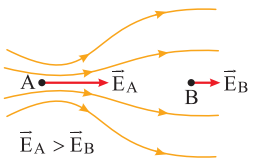


(الف)

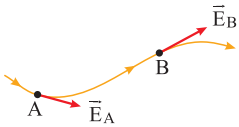


(ب)

۲ هر چه تراکم (میزان فشردگی) خطوط میدان بیشتر ← میدان بزرگ‌تر

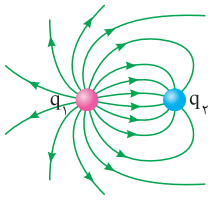


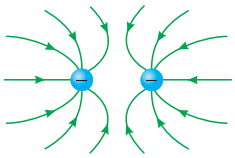
۳ بردار میدان الکتریکی در هر نقطه، مماس بر خط میدان عبوری از آن نقطه و هم‌جهت با آن

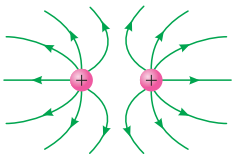


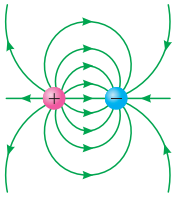
۴ خطوط میدان برایند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند؛ یعنی از هر نقطه از فضا، فقط یک خط میدان می‌گذرد.

چند شکل مهم دربارهٔ خطوط میدان:


خطوط میدان اطراف دو بار q_1 و q_2 که $|q_1|>|q_2|$

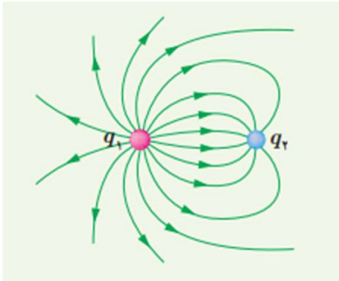

خطوط میدان اطراف دو ذرهٔ با بار هم‌اندازهٔ منفی


خطوط میدان اطراف دو ذرهٔ با بار هم‌اندازهٔ مثبت

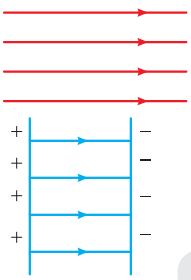

خطوط میدان اطراف دو ذرهٔ با بار هم‌اندازه و ناهم‌نام

سوال ۱۲: خطوط میدان الکتریکی برای دو کره رسانای باردار کوچک در شکل زیر نشان داده شده است .

نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازه آنها را مقایسه کنید .



– میدان الکتریکی یکنواخت –

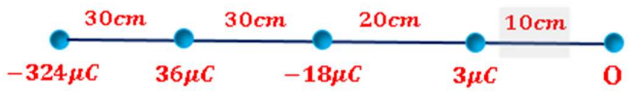


- در تمام نقاط هم‌اندازه و هم‌جهت
- خطوط میدان الکتریکی یکنواخت: راست، موازی، هم‌جهت، هم‌فاصله
- چگونگی ایجاد: دو صفحهٔ بزرگ با بارهای $+q$ و $-q$ در فاصلهٔ کمی از هم
- نیروی وارد بر بار در میدان الکتریکی یکنواخت

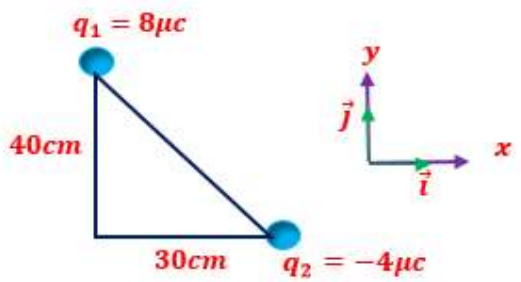
$$F = E|q|$$

سوال ۱۳: در یک میدان الکتریکی یکنواخت، به بار الکتریکی $q = 2\mu c$ نیروی الکتریکی $F = 10.8\vec{i} - 14.4\vec{j}$ وارد می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است؟

سوال۱۴: میدان الکتریکی برایند در نقطه O چند $\frac{N}{C}$ است ؟

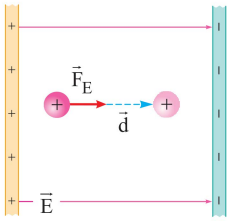
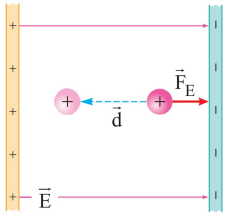
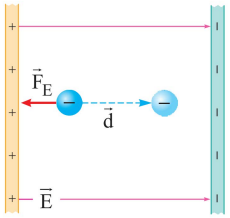
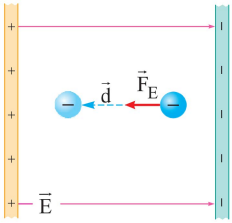


سوال۱۵: در شکل زیر میدان الکتریکی خالص در نقطه A در دستگاه SI کدام است ؟ $\left(K = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}\right)$



سوال۱۶: در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۴.۹ \times ۱۰^{۵} N/c$ که جهت آن قائم و رو به پایین است . ذره بارداری به جرم ۲گرم معلق و به حال سکون قرار دارد . اگر $g = ۹.۸ N/kg$ باشد . اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید .

انرژی پتانسیل الکتریکی

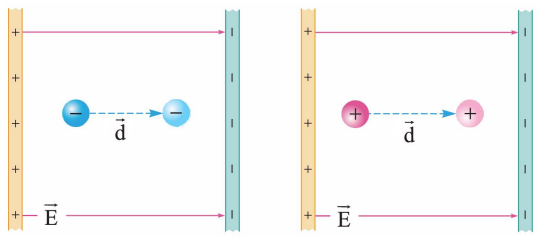
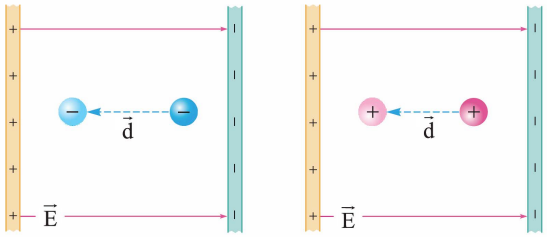
جابه‌جایی بار مثبت در جهت میدان	جابه‌جایی بار مثبت در خلاف جهت میدان	جابه‌جایی بار منفی در جهت میدان	جابه‌جایی بار منفی در خلاف جهت میدان
			
انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.

جابه‌جایی بار مثبت/ بار منفی در راستای عمود بر میدان ← تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر صفر

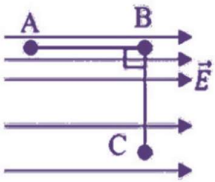
«تکمیل در کلاس»

اختلاف پتانسیل الکتریکی

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه:

جابه‌جایی در جهت میدان	جابه‌جایی در خلاف جهت میدان
	
پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.	پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.
جابه‌جایی در راستای عمود بر میدان ⟵ تغییر پتانسیل الکتریکی برابر صفر	

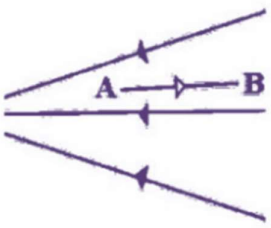
سوال ۱۷: الکترونی را مطابق شکل زیر از نقطه ی A به B سپس به C منتقل می کنیم . به جای حروف الفبا در خانه های جدول کلمات (افزایش – کاهش – ثابت) بنویسید .



مسیر	اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی پتانسیل الکتریکی
A → B		الف	ب
B → C	پ	ت	

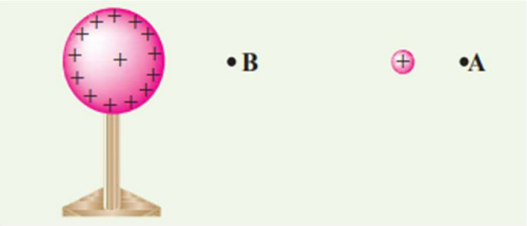
سوال ۱۸: الکترونی را مطابق شکل زیر از نقطه ی A به B در میدان الکتریکی جابجا می کنیم .

به کمک کلمات (افزایش – کاهش – ثابت – مثبت – منفی) جدول را کامل کنید.



اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی پتانسیل الکتریکی	کار میدان الکتریکی
(الف).....	(ب).....	(پ).....	(ت).....

سوال ۱۹: در شکل زیر ذره باردار مثبت و کوچکی را از نقطه A به سمت کره باردار که روی پایه عایقی قرار دارد، نزدیک می کنیم و در نقطه B قرار می دهیم .



الف) در این جابه جایی؛ کار نیروی الکتریکی مثبت یا منفی است ؟

ب) انرژی پتانسیل ذره باردار در این جابه جایی چگونه تغییر می کند ؟

پ) پتانسیل نقطه های A و B را با هم مقایسه کنید .

$$\Delta U_E = -W_E = -|q|Ed\cos\theta$$

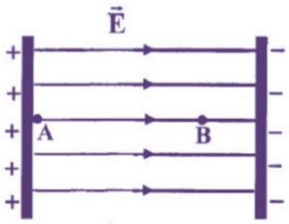
$$\Delta U = q\Delta V$$

$$\Delta U = -\Delta K$$

سوال ۲۰: در میدان الکتریکی نشان داده شده در شکل ، بار الکتریکی $q = -۲ \times ۱۰^{-۱۵}$ از نقطه A به B جابجا می شود . تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در این جابجایی را محاسبه کنید .

$E = ۱,۲ \times ۱۰^{۵}\, N/c$

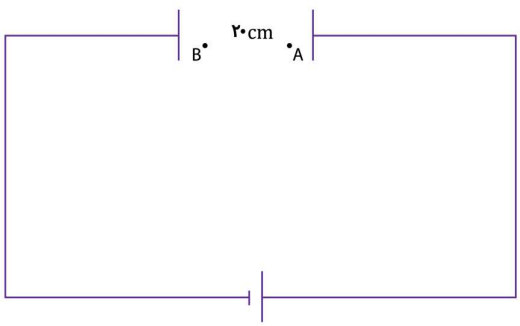
$AB = ۴ \times ۱۰^{-۲} m$



سوال ۲۱: بار الکتریکی $q_1 = ۳\mu c$ از نقطه ای با پتانسیل الکتریکی $v_1 = -۴۰v$ تا نقطه ای با پتانسیل $v_2 = -۱۰v$ جابه جا شده است . تغییر پتانسیل الکتریکی بار q چند ژول است ؟

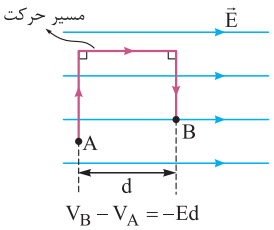
سوال ۲۲: در میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۶ \times ۱۰^{۳}\ N/c$ ذره بارداری به جرم $۲ \times ۱۰^{-۱۵} kg$ و بار $q = ۳nc$ را مطابق شکل زیر از نقطه A بدون تندی اولیه رها می کنیم .

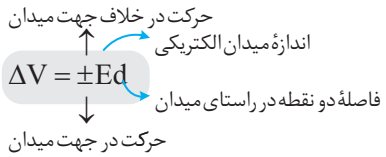
الف) تندی ذره به هنگام رسیدن به نقطه B به فاصله ی ۲۰ سانتی متر از نقطه ی A چند متر بر ثانیه است ؟ (از وزن و مقاومت هوا چشم پوشی شود)



ب) در حالی که صفحات رسانا به باتری متصل اند آنها را کمی از هم دور می کنیم . اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B چگونه تغییر می کند ؟ (کاهش – افزایش – ثابت)

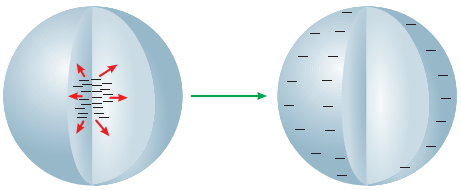
- وقتی می‌گوییم یک باتری xولتی است، یعنی: $V_{\oplus\ \text{پایانه}} - V_{\ominus\ \text{پایانه}} = x$
- اتصال به زمین $(V = 0)$ ⟵ $V_E = 0$
- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه در میدان الکتریکی یکنواخت E:





- اصل پایستگی انرژی مکانیکی برای ذرهٔ بارداری که فقط نیروی الکتریکی به آن وارد می‌شود: $\Delta U_E = -\Delta K$ → تغییر انرژی جنبشی ذره

توزیع بار الکتریکی در رسانا

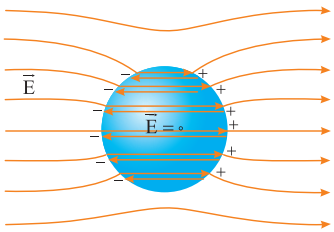


۱ بار الکتریکی داده‌شده به رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود.

۲ میدان الکتریکی در داخل رسانا برابر صفر است.

۳ تمام نقاط داخل رسانا و روی سطح آن، پتانسیل یکسانی دارند.

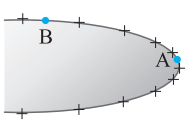
رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی



۱ میدان الکتریکی خارجی باعث جداشدن بارهای مثبت و منفی در دو وجه رسانا شده به طوری که میدان حاصل از این بارها میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می‌کند و میدان الکتریکی خالص در داخل رسانا برابر صفر می‌شود.

۲ همهٔ نقاط داخل و روی سطح رسانا پتانسیل یکسانی دارند.

نحوهٔ توزیع بار الکتریکی روی سطح رسانا



۱ تراکم بار در نقاط تیز سطح رسانا بیشتر از نقاط دیگر است. $\sigma_A > \sigma_B$

۲ خطوط میدان الکتریکی در نقاط تیز متراکم‌تر و در نتیجه اندازهٔ میدان الکتریکی در این نقاط بیشتر است.

سوال۲۳: گلوله ای فلزی با بار $+Q$ را از درون ، به یک استوانه فلزی توخالی خنثی که روی میز عایقی قرار دارد، تماس میدهیم. بار توزیع شده در درون و بیرون استوانه به ترتیب از راست به چپ برابرند با :

۱) $+Q$ و $+Q$

۲) $+Q$ و صفر

۳) $\frac{+Q}{۲}$ و $\frac{+Q}{۲}$

۴) صفر و $+Q$

خازن

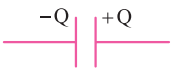
ظرفیت خازن

$C = \frac{Q}{V}$ ← ظرفیت خازن برحسب کولن بر ولت ($\frac{C}{V}$) یا فاراد (F)

Q ← بارخازن برحسب کولن (C)

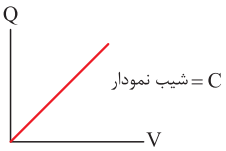
V ← اختلاف پتانسیل بین صفحات برحسب ولت (V)

- بار ذخیره‌شده در خازن: Q ← یعنی بار یک صفحه $+Q$ و بار صفحهٔ دیگر $-Q$ است.



- ظرفیت خازن به V و Q وابسته نیست و با تغییر V و Q ثابت می‌ماند.

نمودار بار خازن برحسب اختلاف پتانسیل بین صفحات آن:



ظرفیت خازن برحسب کمیت‌های ساختمانی آن:

$C = \kappa\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}$ ← ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)

A ← مساحت هر صفحهٔ خازن برحسب متر مربع (m^2)

d ← فاصلهٔ بین صفحات برحسب متر (m)

κ ← ثابت دی‌الکتریک

$\varepsilon_{\circ}$ ← ضریب گذردهی الکتریکی خلأ $(\varepsilon_{\circ} = 8/85 \times 10^{-12}\ F/M)$

انرژی خازن

$U = \frac{Q^2}{2C}$ ← انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ژول (J)

Q ← بار خازن برحسب کولن (C)

C ← ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)

$U = \frac{1}{2}CV^2$ ← انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ژول (J)

C ← ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)

V ← اختلاف پتانسیل صفحات خازن برحسب ولت (V)

$U = \frac{1}{2}QV$ ← انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در خازن برحسب ژول (J)

Q ← بار خازن برحسب کولن (C)

V ← اختلاف پتانسیل صفحات خازن برحسب ولت (V)

«تکمیل در کلاس»

سوال۲۴: اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک خازن که به دو سر یک منبع برق وصل است دو برابر شود بار الکتریکی و ظرفیت ان به ترتیب چند برابر می شود ؟

سوال۲۵: فاصله بین صفحات خازنی $5mm$ و مساحت هر یک از صفحات ان ۴۰ سانتی متر مربع و بین صفحات ان هوا است . اگر فاصله بین صفحات خازنی $4mm$ کاهش یابد ، ظرفیت خازن چند پیکو فاراد افزایش می یابد ؟

$(\varepsilon_0 = ۹ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{c^۲}{N.m^۲})$

سوال۲۶: خازنی به یک باتری که ولتاژ ان قابل تنظیم است، متصل است . اگر ولتاژ دو سر خازن از ۲۰ ولت به ۱۵ ولت برسد ، انرژی ذخیره شده در ان چند برابر می شود ؟

سوال۲۷: در مدار دوربین عکاسی خازنی وجود دارد که با ولتاژ ۲۰۰ ولت شارژ شده است . اگر فلاش دوربین عکاسی روشن شود تخلیه انرژی در مدت $۲ \times ۱۰^{-۳} s$ و با توان ۴۰۰۰ وات انجام می شود . ظرفیت خازن چند فاراد است ؟

خازن	متصل به باتری (v ⇦ ثابت)	$u = \frac{1}{2}cv^2$
		$E = \frac{v}{d}$
	جدا از باتری (q ⇦ ثابت)	$u = \frac{q^2}{2c}$
		$E = \frac{q}{k\varepsilon_0 A}$ ⇨ (d وجود ندارد)

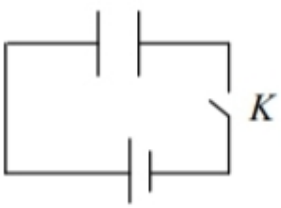
سوال۲۸: در شکل مقابل ، خازنی که عایق بین صفحه های آن هواست توسط یک کلید به مولد متصل شده و باردار است ، کدام گزینه ها درست هستند ؟

الف) اگر کلید وصل باشد ، با کاهش فاصله بین صفحات خازن شدت میدان بین دو صفحه افزایش می یابد .

ب) اگر کلید را قطع کنیم ، با افزایش فاصله بین صفحات ، شدت میدان کاهش می یابد .

پ) اگر کلید را قطع کنیم ، با کاهش فاصله بین صفحات خازن ، انرژی و ولتاژ دو سرخازن افزایش می یابد .

ت) اگر کلید را وصل کنیم، با افزایش فاصله بین صفحات خازن ، بار و انرژی ذخیره شده در خازن کاهش می یابد .



۱)ب – پ

۲)الف – ت

۳)الف – پ – ت

۴)ب – پ – ت

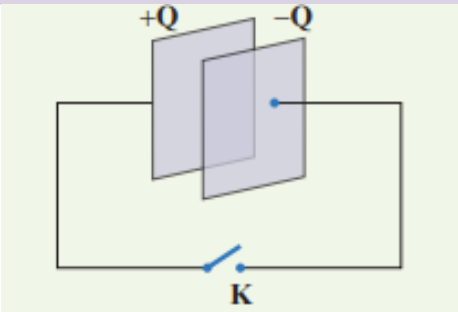
سوال ۲۹: خازن تختی که بین صفحات آن هواست ؛ توسط یک باتری باردار شده است. آن را از باتری جدا می کنیم هر یک از تغییرات زیر چه تاثیری بر انرژی ذخیره شده در خازن ایجاد می کند ؟

الف) قرار دادن دی الکتریک بین صفحات خازن

ب) کاهش مساحت صفحات خازن

سوال ۳۰: صفحات باردار یک خازن تخت که بین آن ها شیشه است . به ولت سنج وصل می کنیم. با خارج کردن شیشه از بین صفحات خازن؛ عددی که ولت سنج نشان می دهد چه تغییری می کند ؟ چرا؟

سوال ۳۱: دو صفحه خازن تخت بارداری را همانند شکل با بستن کلید به هم وصل می کنیم . در نتیجه جرقه ای زده می شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله آنها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقه حاصل بزرگ تر از قبل می شود، یا کوچک تر و یا تغییری نمی کند؟ توضیح دهید .



سوال vip: نسبت بار هسته به بار اتم ، در اتم $^{12}_{6}X^{4-}$ برابر با چه عددی است ؟

سوال vip: دو جسم بدون بار A و B را جداگانه با جسم بدون بار C مالش می‌دهیم. پس از مالش A و B یکدیگر را دفع می‌کنند. اگر دو جسم بدون بار B و C را جداگانه با جسم بدون بار D مالش دهیم،پس از مالش B و C یکدیگر را جذب می‌کنند. کدام گزینه می‌تواند موقعیت این چهار جسم در سری مالشی به درستی نشان دهد؟

1)

انتهای مثبت سری
D
A
C
B
انتهای منفی سری

2)

انتهای مثبت سری
A
B
D
C
انتهای منفی سری

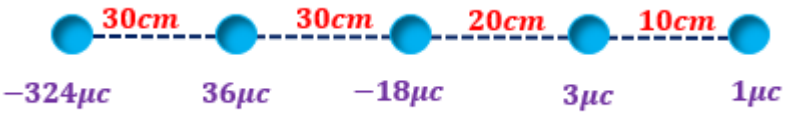
3)

انتهای مثبت سری
A
C
D
B
انتهای منفی سری

4)

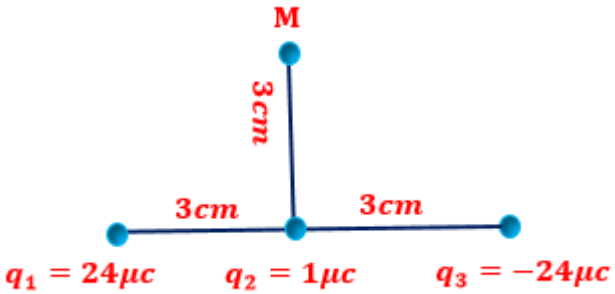
انتهای مثبت سری
C
B
A
D
انتهای منفی سری

سوال vip: در شکل زیر ، برایند نیرو های وارد بر بار $1\mu c$ چند نیوتن است ؟

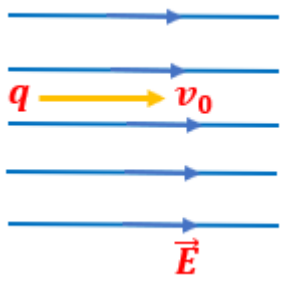


سوال vip: دو بار الکتریکی $1\mu c$ و $4\mu c$ در فاصله ۳۰ سانتی متری از هم قرار دارند . در چه فاصله ای از بار $1\mu c$ بار الکتریکی $5\mu c$ را قرار دهیم تا نیروی وارد بر ان از طرف دو بار q_1 و q_2 صفر شود ؟

سوال vip: سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه M چند نیوتون بر کولن و در کدام جهت است؟



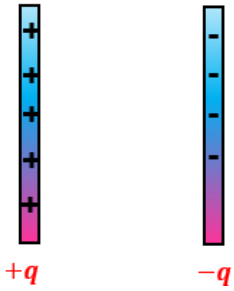
سوال vip: در شکل مقابل میدان الکتریکی برابر $\vec{E} = ۱۰^۳ \frac{N}{C}$ است . اگر ذره ای با بار $-۲۰nc$ و جرم ۰/۴ گرم با سرعت اولیه $۸ \frac{m}{s}$ مطابق شکل پرتاب می شود . پس از چند متر جهت حرکت ان تغییر می کند ؟ (نیروی وزن را نادیده بگیرید)



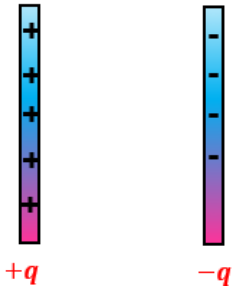
سوال vip: ظرفیت خازنی ۲۲ میکرو فاراد است ، اگر بار الکتریکی ان ۲۰ درصد افزایش یابد ، انرژی ان ۱۶ میکرو ژول افزایش می یابد . بار اولیه ان چند میکرو کولن است ؟

سوال vip: هر یک از حالت های زیر را بررسی کنید.

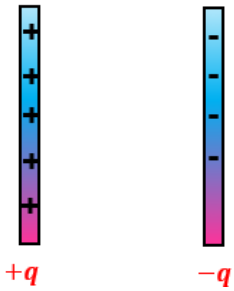
الف) اگر $-2\mu c$ بار را از صفحه منفی خازن به صفحه مثبت آن انتقال دهیم بار خازن چند میکروکولن می شود؟



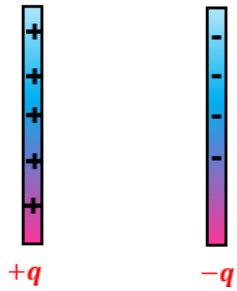
ب) اگر $2\mu c$ بار را از صفحه منفی خازن به صفحه مثبت انتقال دهیم بار خازن چند میکروکولن می شود ؟



پ) اگر $2\mu c$ بار را از صفحه مثبت به صفحه منفی انتقال دهیم بار خازن چند میکروکولن می شود؟



ت) اگر $-2\mu c$ بار را از صفحه مثبت به صفحه منفی انتقال دهیم بار خازن چند میکروکولن می شود؟



سوال vip: ظرفیت خازنی ۱۲ میکرو فاراد و بار الکتریکی آن q است. ۸ ژول انرژی باید صرف شود تا ۳+ میلی کولن بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت انتقال دهیم. بار اولیه خازن چند میلی کولن است؟