هم کلاسی
Hamkelasi.ir

www.physics4physics.com

تعداد سوال از این فصل در کنکور ۹۴

ریاضی (۳) ٪۷

تجربی (۲) ٪۷

الکتریسیته ساکن

بخش	موضوع	اهمیت R	اهمیت T	صفحه
اول	نیرو-میدان-پتانسیل	★★★★★★	★★★★★★	۲
دوم	خازن	★★★★★★	★★★★★★	۱۷

هر ستاره به معنی ٪۲۰ احتمال طرح در کنکور ۹۵ می‌باشد.

نویسنده: نوید ظریفیان
www.physics4physics.com
info@physics4physics.com
۰۹۱۲۸۲۰۵۶۷۷

الکتریسیته ساکن

- هرگاه جسمی مانند یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش دهیم در آن خاصیتی به وجود می‌آید که می‌تواند ذرات ریز کاغذ را برباید. این خاصیت را کهربایی (الکتریسیته) گویند. این نوع الکتریسیته را الکتریسیته‌ی ساکن (الکترواستاتیک) گویند. امروزه می‌گوییم میله باردار شده است.
- در طبیعت دو نوع بار الکتریکی وجود دارد که آن را بارهای مثبت و منفی نام‌گذاری کرده‌اند.
- بارهای همنام یکدیگر را می‌رانند و بارهای ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند.
- اجسام در حالت عادی خنثی هستند زیرا تعداد الکترون‌ها با بار منفی و پروتون‌ها با بار مثبت اتم‌های یک جسم برابر است و بار یک الکترون و بار یک پروتون یکسان و برابر $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ است.

ویژگی های بار الکتریکی

۱- بار الکتریکی پایسته است. یعنی بارالکتریکی به‌وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود. (قانون پایستگی بار الکتریکی)

۲- بار الکتریکی کوانتیده است. یعنی بار الکتریکی یک جسم باردار همواره مضرب درستی از بار پایه الکترون است.

$q = \pm ne$

تقسیم بندی اجسام از نظر رسانش

۱- نارسانا

- در این اجسام، الکترون‌ها به شدت به هسته اتم مقید و وابسته هستند.
- در این اجسام، بار داده شده در محل دریافت باقی می‌ماند. به همین دلیل پدیده‌های الکتریسیته‌ی ساکن را به راحتی نمایش می‌دهند.

۲- نیم‌رسانا

- مانند ژرمانیوم و سلسیوم
- این مواد در دمای پایین نارسانا بوده و در دمای محیط رسانش الکتریکی را انجام می‌دهند.

۳- رسانا

- این اجسام دارای الکترون‌های آزاد هستند. (مانند فلزات)
- در این اجسام، بار داده شده به سطح رسانا آمده و در سطح خارجی رسانا پخش می‌شود.

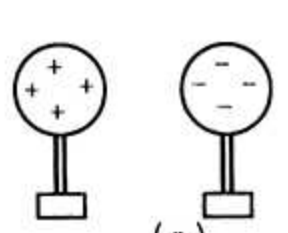
روش های باردار کردن اجسام

۱- روش مالش

- این روش برای باردار کردن اجسام نارسانا به‌کار می‌رود.
- با مالش یک میله‌ی شیشه‌ای توسط پارچه‌ی ابریشمی میله دارای بار مثبت و پارچه دارای منفی می‌شود. علت آن این است که تعدادی از الکترون‌های شیشه در اثر مالش انرژی لازم را کسب کرده، به پارچه منتقل می‌شوند.
- بار مثبت و بار منفی ایجاد شده در اثر مالش بنا به قانون پایستگی بار الکتریکی با هم برابر است.

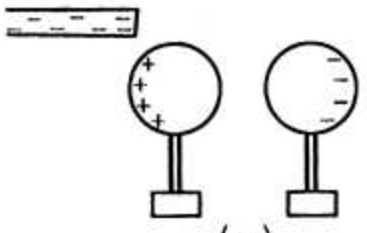
۲- روش القا

- این روش برای باردار کردن اجسام رسانا به‌کار می‌رود.
- در روش القا، بار مثبت و بار منفی القا شده با هم برابر است.
- در شکل‌های زیر مراحل باردار کردن دو کره‌ی رسانا نشان داده شده است.



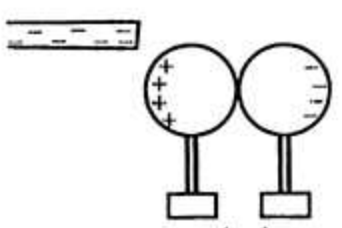
(ت)

میله‌ی باردار را از دو کره دور کرده و کره را در فاصله‌ی دور از هم قرار داده بار روی سطح خارجی دو کره پخش می‌شود.



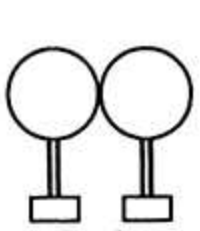
(پ)

در حضور میله‌ی باردار دو کره را از هم دور می‌کنیم.



(ب)

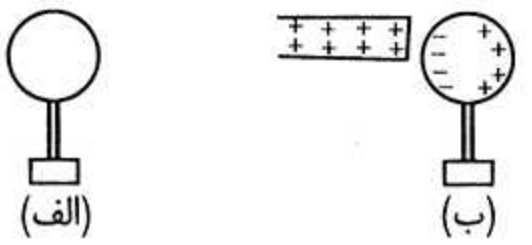
یک میله باردار به آن‌ها نزدیک می‌کنیم.



(الف)

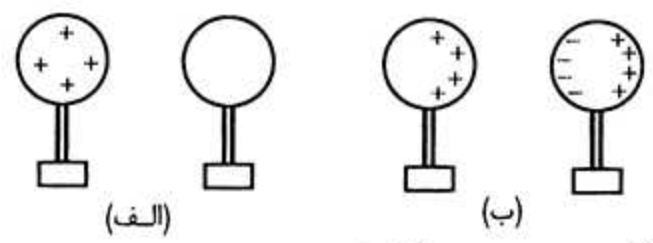
دو کره بدون بار هستند.

- در شکل‌های زیر مراحل باردار کردن یک جسم رسانا به روش القا نشان داده شده است.



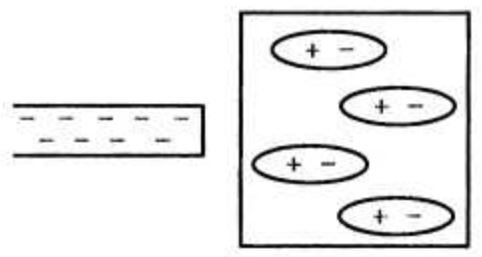
(ث) دور کردن میله از رسانا
(ت) قطع اتصال به زمین
(پ) اتصال کره‌ی رسانا به زمین و انتقال بارهای منفی از زمین به کره
(ب) نزدیک کردن میله‌ی باردار و ایجاد بار مثبت و منفی القایی در کره. دقت کنید بارهای ناهمنام از بارهای همنام به هم نزدیک‌تر بوده پس میله و کره هم‌دیگر را جذب می‌کنند.
(الف) کره‌ی بدون بار

- در این روش رسانا دارای باری ناهمنام با میله‌ی باردار می‌شود.
- اگر جسم باردار، رسانا باشد پدیده‌ی القا باعث برهم خوردن آرایش قبلی بارهای جسم می‌شود.



(الف) دو کره دور از هم قرار دارند.
(ب) در کره‌ی سمت چپ آرایش بارها تغییر کرده است.

- اگر جسم باردار را به نارسانای بدون‌بار نزدیک کنیم، مولکول‌های نارسانا دو قطبی شده و جسم نارسانا باردار نمی‌شود. با این حال بین دو جسم ربایش به‌وجود می‌آید.



۳- روش تماس

- در این روش یک جسم باردار رسانا در تماس با یک جسم رسانای بدون بار قرار می‌گیرد و بخشی از بارهای جسم باردار به دیگری منتقل می‌شود.
- در این روش دو جسم دارای بار همنام می‌شوند.

طبق قانون پایستگی بار الکتریکی، **مجموع بار کره‌ها قبل و بعد از تماس برابر است**. بنابراین، اگر بار اولیه‌ی کره‌ها را با q_1 و q_2 و بار آن‌ها را پس از تماس با q'_1 و q'_2 نشان دهیم، داریم:

$$q'_1 + q'_2 = q_1 + q_2$$

اگر شعاع دو کره‌ی رسانا برابر باشد، بار هر کدام از آن‌ها پس از تماس، برابر میانگین بار اولیه‌ی آن‌ها خواهد

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

چگالی سطحی بار

به میزان بار پراکنده‌شده در واحد سطح، چگالی سطحی بار می‌گویند و واحد آن در SI، (C/m^2) است.

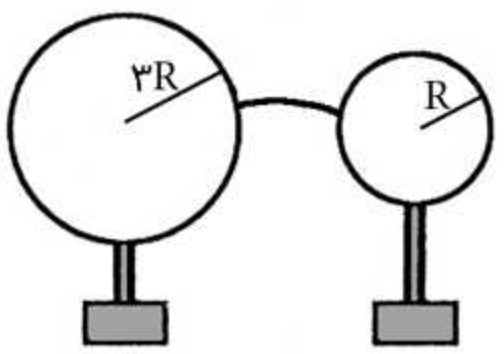
$$\sigma = \frac{q}{A} \qquad A = 4\pi r^2$$

هر چه چگالی سطحی بیشتر باشد، بارها متراکم‌تر هستند.

پتانسیل کره‌ی باردار: اگر روی کره‌ی رسانایی به شعاع r، بار q بنشیند، پتانسیل همه‌ی نقاط آن برابر $V = \frac{kq}{r}$ خواهد شد.

هنگامیکه دو کره رسانا را با هم تماس می‌دهیم، پتانسیل آنها یکی می‌شود(نه بار!). اگر کره‌ها مشابه باشند، بار نیز بین آنها یکسان توزیع می‌شود: پتانسیل با شعاع کره رابطه عکس داره:

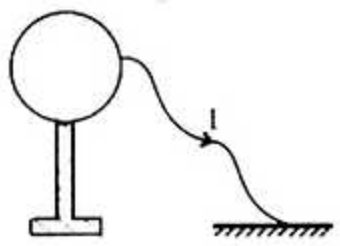
$$V \propto \frac{q}{r} \qquad \sigma \propto \frac{q}{r^2}$$



مثال: درصورتیکه سیم بین آنها متصل شود، بار به نسبت ۱ به ۳ توزیع می‌شود تا پتانسیل آنها یکی شود. ولی اگر بگویند چگالی سطحی آنها یکی شود بار به نسبت ۱ به ۹ توزیع می‌گردد.

مثال

کره‌ی بارداری را مطابق شکل به زمین وصل می‌کنیم. اگر جهت قراردادی جریان از کره به زمین باشد:



الف) پتانسیل کره مثبت است یا منفی؟

پاسخ: مثبت. زیرا جهت جریان از پتانسیل بیش‌تر به پتانسیل کم‌تر می باشد و پتانسیل زمین صفر است.

ب) کره بار مثبت داشته است یا منفی؟

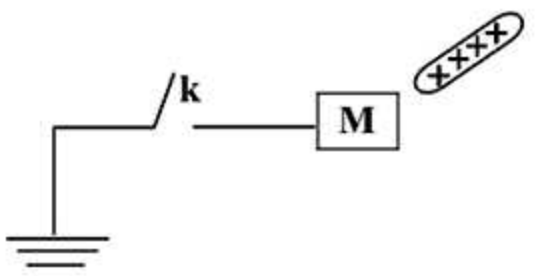
پاسخ: مثبت. وقتی جهت جریان از کره به طرف زمین است، فرض می‌کنیم که بار مثبت از کره به زمین می‌رود. در واقع بار منفی (الکترون) از زمین به طرف کره می‌آید. الکترون‌ها به طرف بار مثبت می‌روند. پس این کره بار مثبت داشته است.

Zarifian

مثال ۱

جسمی با بار الکتریکی مثبت را در مجاورت جسم رسانای M قرار می‌دهیم. کلید K را می‌بندیم و پس از چند لحظه کلید را باز می‌کنیم.

در این حالت جسم رسانای M:



۱) بار الکتریکی منفی پیدا می‌کند.

۲) بار الکتریکی مثبت پیدا می‌کند.

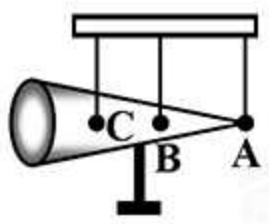
۳) بستگی به بار اولیه M دارد.

۴) خنثی می‌ماند.

Zarifian

مثال ۲

مخروط فلزی بدون باری مطابق شکل روبه‌رو، روی پایه‌ی عایقی قرار دارد. آونگ‌های الکتریکی A، B و C در اطراف مخروط فلزی و در تماس با آن قرار دارند. با اتصال وان دو گراف به مخروط بیش‌ترین و کم‌ترین انحراف به‌ترتیب از راست به چپ مربوط به کدام آونگ است؟



۱) A و B

۲) B و C

۳) C و A

۴) A و C

Zarifian

مثال ۳

دو کره‌ی فلزی مشابه و هم‌اندازه که یکی دارای بار الکتریکی $q_1 = 12\mu C$ و دیگری دارای بار الکتریکی $q_2 = -4\mu C$ است روی پایه‌ی عایق نصب شده‌اند. هرگاه این دو کره را با هم تماس داده و از هم جدا کنیم بار الکتریکی هر کره چند میکروکولن خواهد شد؟

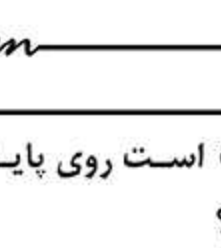
۱) ۲ ۲) ۴

۳) ۶ ۴) ۱۰

Zarifian

مثال ۴

در شکل روبه‌رو با نزدیک کردن یک میله‌ی شیشه‌ای باردار به آونگ الکتریکی چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ (آونگ با میله تماس نمی‌یابد.)



۱) میله‌ی شیشه‌ای در کره‌ی رسانا بار القا کرده آن را می‌راند.

۲) میله‌ی شیشه‌ای در کره‌ی رسانا بار القا کرده آن را می‌رباید.

۳) میله‌ی شیشه‌ای باردار رسانای بدون بار را نمی‌رباید پس اتفاقی نمی‌افتد.

۴) مقدار بار شیشه مشخص نیست پس هر اتفاقی ممکن است رخ می‌دهد.

Zarifian

مثال ۵

یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. اگر این میله را به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک کنیم، (بدون تماس دادن) تیغه‌ها چه وضعیتی خواهند داشت و بار کلاهک چه خواهد بود؟

۱) باز- مثبت ۲) بسته- مثبت

۳) باز- منفی ۴) باز- خنثی

Zarifian

مثال ۶

کره‌ی فلزی خنثی روی پایه‌ی عایقی قرار دارد. اگر یک میله‌ی ابونیت را به پارچه‌ی پشمی مالش داده و به کره نزدیک کنیم و در این حالت دست خود را به کره چسبانده و جدا کنیم و سپس میله را دور کنیم، کره از نظر بار الکتریکی چگونه خواهد بود؟ (میله‌ی ابونیت در اثر مالش با پارچه‌ی پشمی بار منفی پیدا می‌کند.)

۱) بار منفی در سطح خارجی کره پخش می‌شود.
۲) بار مثبت در سطح خارجی کره پخش می‌شود.
۳) بار مثبت یا منفی در یک طرف کره جمع می‌شود.
۴) کره خنثی می‌ماند.

Zarifian

مثال ۷

دو گوی باردارِ کوچکِ هم‌اندازه دارای بارهای $q_1 = 3\,\mu C$ و $q_2 = 9\,\mu C$ هستند و در فاصله‌ای معین از هم قرار گرفته‌اند. این دو کره را با هم تماس می‌دهیم و دوباره در فاصله‌ی اولیه قرار می‌دهیم. نیروی بین دو کره چند برابر می‌شود؟

۱) ۱
۲) $\frac{4}{3}$
۳) $\frac{9}{5}$
۴) $\frac{14}{9}$

Zarifian

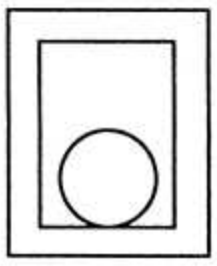
مثال ۸

دو کره‌ی فلزی کوچک به شعاع‌های یکسان یکی دارای بار الکتریکی $2\times10^{-8}\,C$ و دیگری دارای بار الکتریکی $6\times10^{-8}\,C$ از فاصله‌ی d بر هم نیروی F وارد می‌کنند. دو کره را چند لحظه با هم تماس داده باز در همان فاصله قرار می‌دهیم، در این حالت چه نیرویی بر هم وارد می‌کنند؟

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

Zarifian

مثال ۹



گلوله‌ی فلزی با بار $+Q$ را از درون به استوانه‌ی فلزی تو خالی خنثی که روی میز عایقی قرار دارد تماس می‌دهیم. بار ایجاد شده در درون و بیرون استوانه به ترتیب برابرند با:

۱) $-Q$ و $+Q$
۲) صفر و $+Q$
۳) $\frac{+Q}{2}$ و $\frac{+Q}{2}$
۴) $+Q$ و صفر

Zarifian

مثال ۱۰

یک کره‌ی فلزی با بار الکتریکی $+5Q$ درون یک پوسته‌ی فلزی تو خالی با بار $-2Q$ قرار دارد و کره با پوسته تماس ندارد. اگر به وسیله‌ی یک سیم رسانا کره را به پوسته متصل کنیم . . . . .

۱) کره و پوسته هر کدام دارای بار $+1/5Q$ می‌شوند.
۲) پوسته دارای بار $+3Q$ و کره بدون بار می‌شود.
۳) پوسته بدون بار و کره دارای بار $+3Q$ می‌شود.
۴) پوسته دارای بار $+Q$ و کره دارای بار $-2Q$ می‌شود.

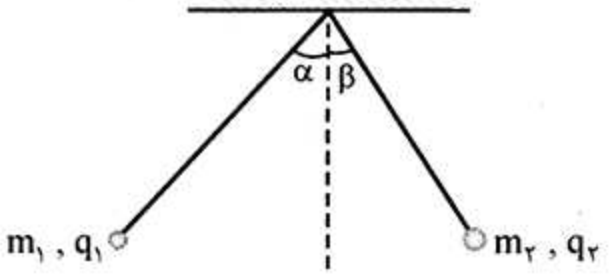
Zarifian

نیروي بین دو بار

قانون کولن: نیرویی که دو بار به هم وارد می‌کنند با حاصل‌ضرب دو بار متناسب و با مجذور فاصله‌ی آن‌ها نسبت وارون دارد.

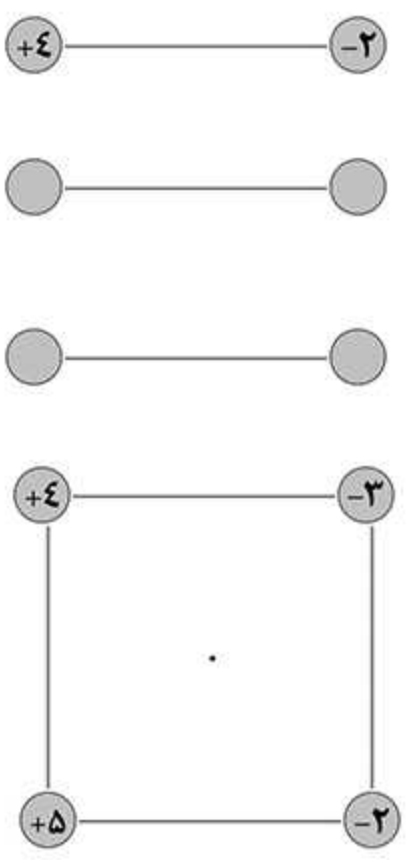
$$F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

- ε_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلاء و برابر $\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\ \frac{C^2}{Nm^2}$ است و از ویژگی‌های خلاء است.
- مقدار ثابت K برابر $K = 9\times10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$ است.
- نیرویی که بار q_1 بر بار q_2 وارد می‌کند برابر نیرویی است که بار q_2 بر بار q_1 وارد می‌کند.



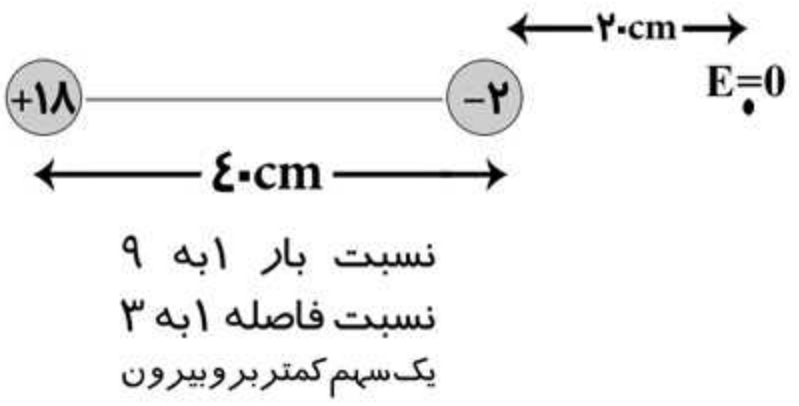
اگر دو آونگ که بار هم‌نام دارند را از یک نقطه‌ی سقف آویزان کنیم، نیروی الکتریکی وارد بـر دو آونگ هم‌اندازه است (عمل و عکس‌العمل هستند) و آونگی که جرم کم‌تری دارد، انحراف بیشتری پیدا می‌کند (مهم نیست که بار کدام آونگ بیشتر است).

$m_1 < m_2 \longrightarrow \alpha > \beta$

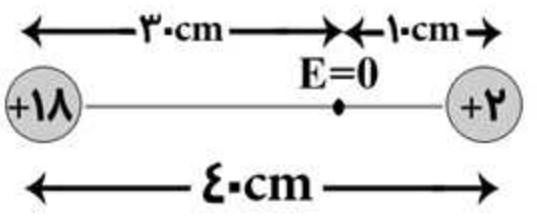


بدست آوردن مکانی که E صفر است:

اگر دو بار هم‌نام باشند داخل و اگر ناهم‌نام باشند خارج دنبال میدان صفر می‌گردیم(نزدیک بار ضعیف) **نسبت فاصله جذر نسبت بارهاست.**



نسبت بار ۱به ۹
نسبت فاصله ۱به ۳
یک‌سهم کمتر بر و بیرون



نسبت بار ۱به ۹
نسبت فاصله ۱به ۳

اگر دو بار نقطه‌ای همنام داشته باشیم، میدان بارهـا بـین دو بار، خلاف جهت یکدیگرند. با حذف بار بزرگ‌تر جهت میدان در وسط پاره‌خط عوض می‌شود ولی بـا حـذف بـار کوچک‌تر جهت میدان عوض نمی‌شود.

– اگر دو بار نقطه‌ای ناهمنام داشته باشیم میدان بارها بین دوبار هم‌جهت بوده و با حذف هر کدام جهت میدان در آن نقطه عوض نمی‌شود.

فیزیک ۳ برای دیپلم
نوید ظریفیان

میدان الکتریکی

میدان الکتریکی کمیتی برداری است و در هر نقطه برابر است با نیروی وارد بر بار $+1C$ در آن نقطه. میدان الکتریکی را با E نمایش می‌دهند و واحد آن در SI، (N/C) یا (V/m) است.

$$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}\ (\frac{N}{C})$$

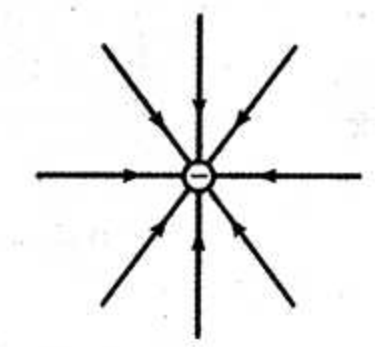
بزرگی میدان الکتریکی در فاصله‌ی r از بار نقطه‌ای q برابر است با:

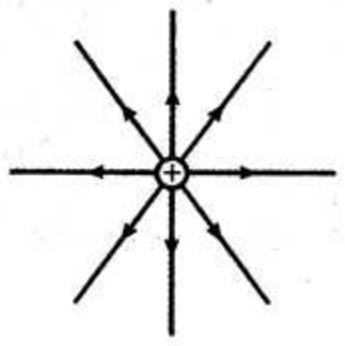
- در فضایی که چند بار نقطه‌ای قرار دارد، میدان در هر نقطه برابر با جمع برداری میدان تک‌تک بارها است.

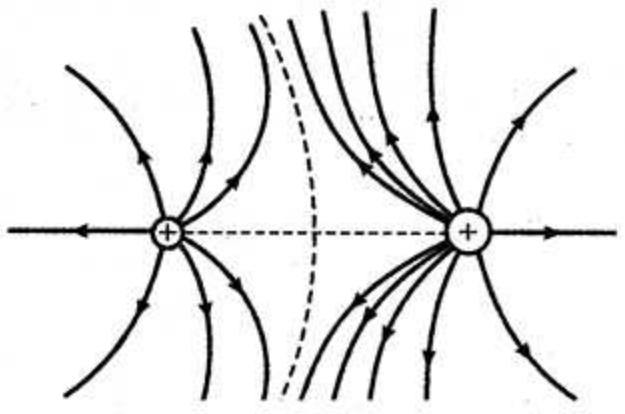
خطوط میدان الکتریکی به ما کمک می‌کنند تا جهت و اندازه‌ی میدان الکتریکی را در فضا بررسی کنیم.

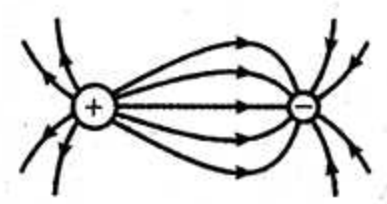
- خطوط میدان همواره از بار مثبت خارج شده و وارد بار منفی می‌شوند.
- هر چه خطوط میدان متراکم‌تر باشند، میدان در آن نقطه قوی‌تراست.
- خطوط میدان هیچ‌گاه همدیگر را قطع نمی‌کنند (میدان در هر نقطه یکتاست).
- بردار میدان الکتریکی همیشه مماس بر خطوط میدان است.

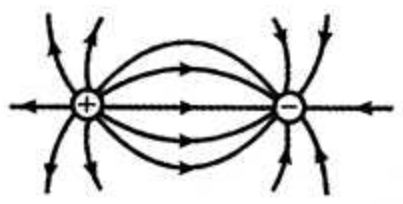
خطوط میدان در چند حالت مهم

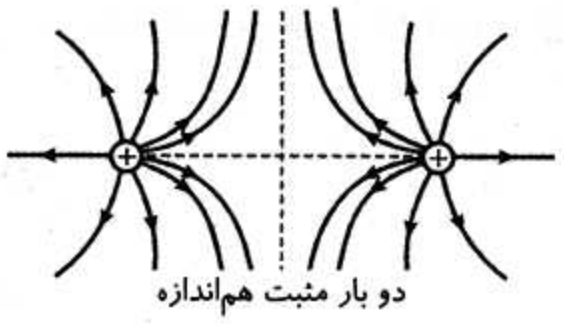

یک بار منفی


یک بار مثبت


دو بار مثبت غیرهم‌اندازه

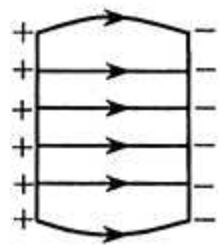

ک بار مثبت و یک بار منفی غیرهم‌اندازه


یک بار مثبت و یک بار منفی هم‌اندازه


دو بار مثبت هم‌اندازه

میدان الکتریکی یکنواخت

- هرگاه دو صفحه‌ی رسانا و بزرگ دارای بار $q+$ و $q-$ باشند میدان الکتریکی بین آن‌ها یکنواخت بوده و خط‌های میدان به موازات هم و با فاصله‌ی یکسان هستند و با حرکت از صفحه‌ی $q+$ به صفحه‌ی $q-$ میدان تغییر نمی‌کند.

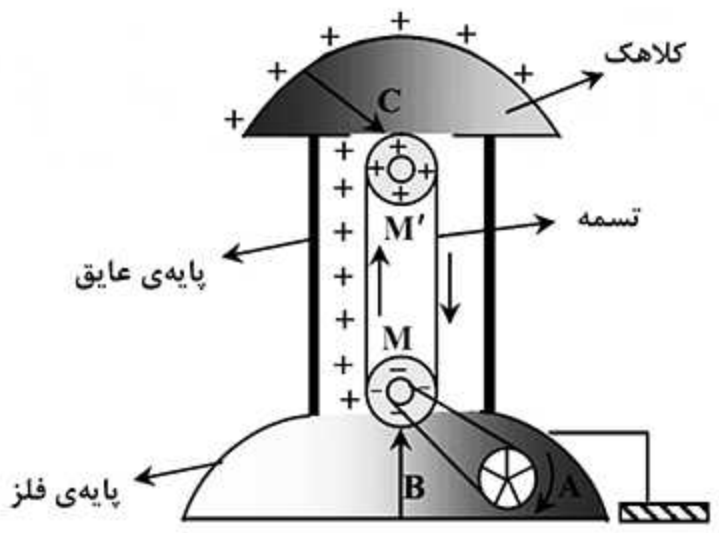

خطوط میدان
الکتریکی یکنواخت

مولد وان‌دوکراف

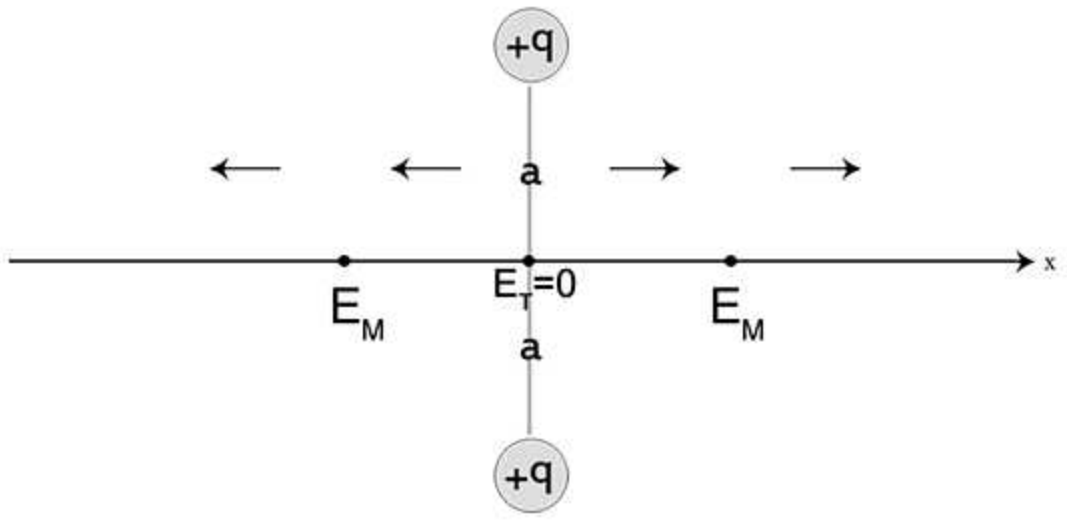
دستگاهی است که بار الکتریکی روی کلاهک فلزی آن انباشته می‌شود. اگر یک جسم رسانا به کلاهک آن تماس داده شود دارای بار الکتریکی می‌شود.

این دستگاه شامل یک کلاهک فلزی، دو غلتک یکی از جنس پلی‌تن (M) و دیگری از جنس پرسپکس (M') و یک شاخه‌ی فلزی و تسمه است. غلتک M در اثر مالش تسمه دارای بار منفی و غلتک M' دارای بار مثبت می‌شود. مطابق شکل وقتی دستگاه کار می‌کند، کلاهک دارای بار مثبت می‌شود.

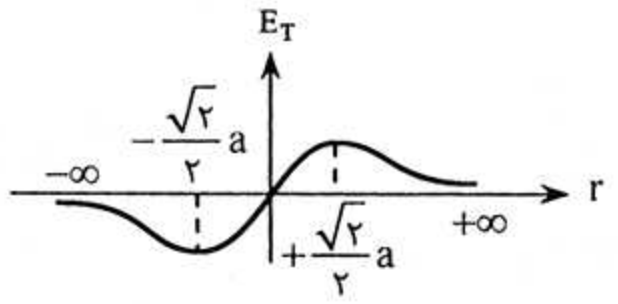
دقت کنید که اگر جای غلتک‌ها را عوض کنیم، با کار کردن دستگاه، کلاهک دارای بار منفی می‌شود.



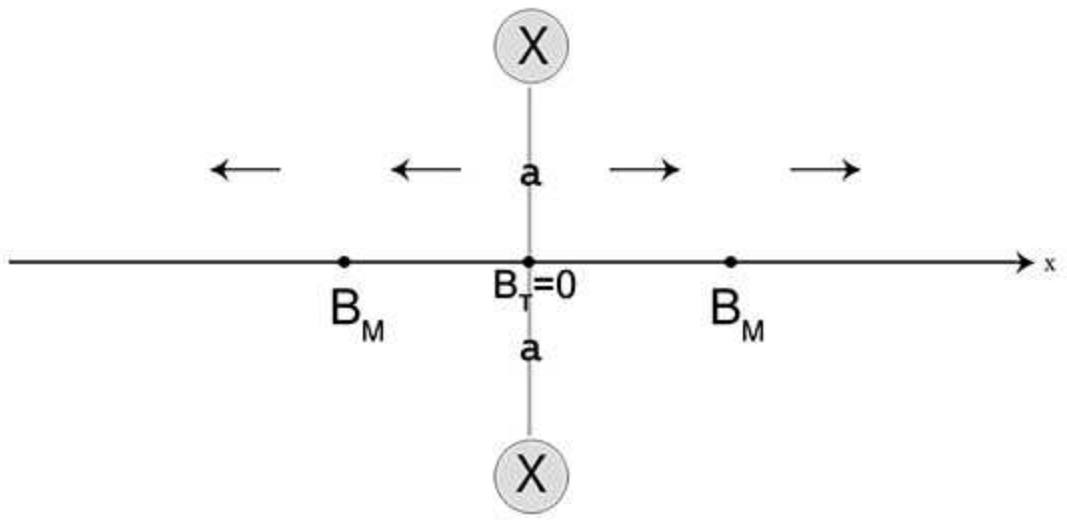
ساکن:



$$E_T=\frac{2kqx}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}}$$

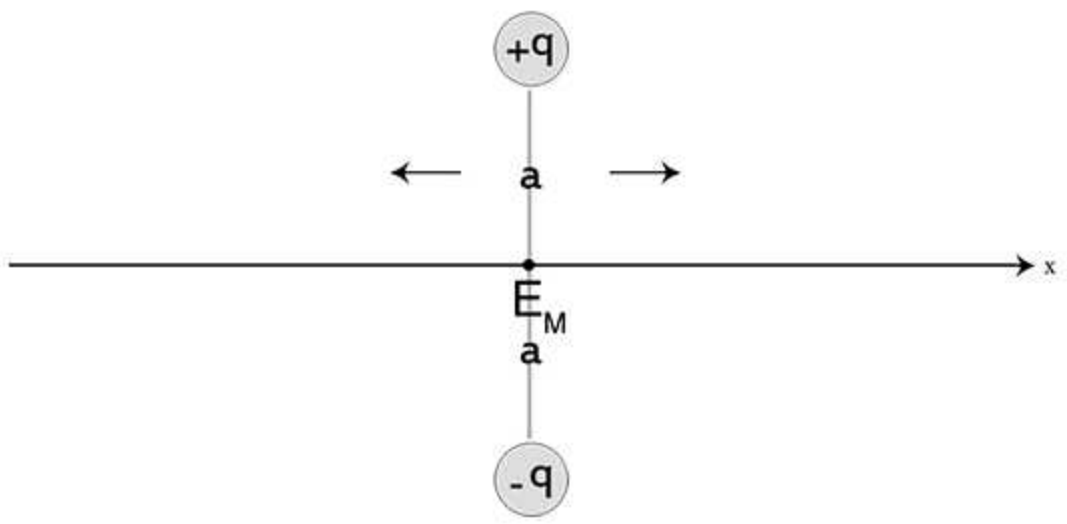


مغناطیس:

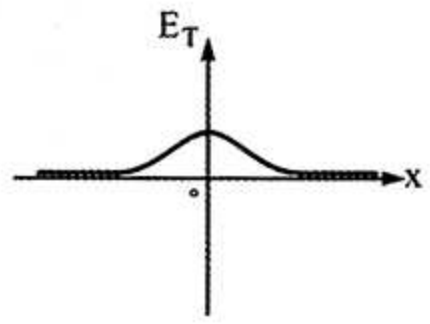


$$B_T=\frac{\mu_0 I x}{\pi(a^2+x^2)}$$

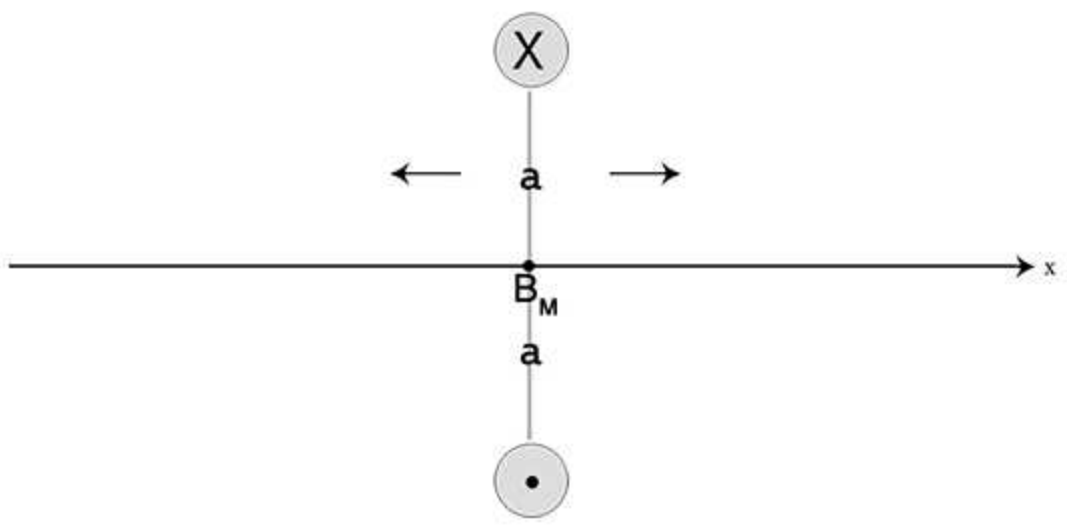
ساکن:



$$E_T=\frac{2kqa}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}}$$



مغناطیس:



$$B_T=\frac{\mu_0 I a}{\pi(a^2+x^2)}$$

مثال ۱۱

دو بار نقطه‌ای Q در فاصله‌ی r به هم نیروی F وارد می‌کنند. اگر $\frac{۱}{۵}$ از یکی از بارها را برداشته به دیگری اضافه کنیم، نیرویی که دو بار از همان فاصله به هم وارد می‌کنند، چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۴٪ زیاد می‌شود.
۲) ۹۶٪ زیاد می‌شود.
۳) ۴٪ کم می‌شود.
۴) ۹۶٪ کم می‌شود.

Zarifian

مثال ۱۲

دو بار نقطه‌ای Q و −Q در فاصله‌ی r به هم نیروی F وارد می‌کنند. اگر $\frac{۱}{۵}$ از یکی از بارها را برداشته و به دیگری اضافه کنیم، نیرویی که دو بار از همان فاصله به هم وارد می‌کنند، چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۳۶٪ کاهش
۲) ۶۴٪ کاهش
۳) ۳۶٪ افزایش
۴) ۶۴٪ افزایش

Zarifian

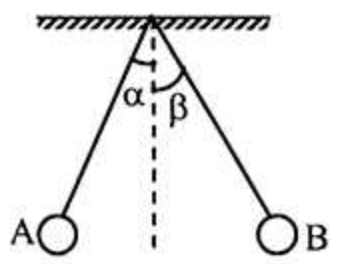
مثال ۱۳

دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ یکدیگر را در فاصله‌ی d با نیروی F می‌ربایند. بارهای $-۶q_۱$ و $+۸q_۲$ در فاصله‌ی ۲d بر یکدیگر چه نیرویی وارد می‌کنند؟

۱) ۱۲F، ربایشی
۲) ۲۴F، ربایشی
۳) ۲۴F، رانشی
۴) ۱۲F، رانشی

Zarifian

مثال ۱۴



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

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

Zarifian

مثال ۱۵

در نقاط A و B و C به ترتیب بارهای الکتریکی q_A و q_B و q_C مطابق شکل زیر قرار دارند. اگر نیروی وارد بر بار q_C صفر باشد کدام بارها الزاماً ناهمنام‌اند؟

۱) q_A و q_C
۲) q_A و q_B
۳) q_B و q_C
۴) ممکن است هر سه بار همنام باشند.

Zarifian

مثال ۱۶

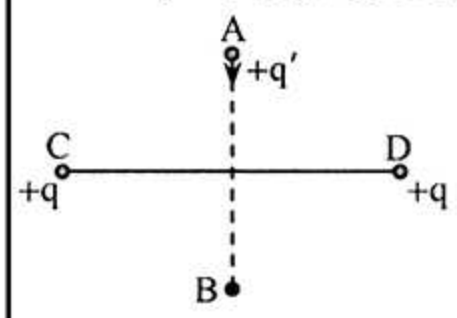
میدان در فاصله‌ی ۱۵ سانتی‌متری بار q برابر ۵۰ N/C است. چند سانتی‌متر از این بار دورتر شویم تا میدان برابر ۱۸ N/C شود؟

۱) ۱۰ cm ۲) ۱۵ cm ۳) ۲۰ cm ۴) ۲۵ cm

Zarifian

مثال ۱۷

در شکل روبه‌رو، هرگاه بار $+q'$ روی عمود منصف خط CD از A به طرف B حرکت داده شود، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن از طرف بارهای مستقر در C و D ..... می‌یابد.

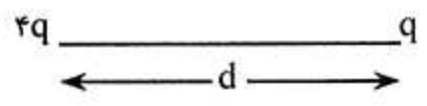


۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش
۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش
۳) همواره کاهش
۴) همواره افزایش

Zarifian

مثال ۱۸

در شکل داده شده دو ذره با بارهای الکتریکی q و ۴q در فاصله‌ی d از یکدیگر ثابت شده‌اند. در چه فاصله‌ای از بار q برآیند میدان الکتریکی حاصل از دو بار صفر است؟



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

Zarifian

مثال ۱۹

دو بار الکتریکی ناهمنام با اندازه‌های مساوی به فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی حاصل از آن‌ها در وسط دو بار E است. هرگاه یکی از بارها را به اندازه‌ی $\frac{d}{4}$ به دیگری نزدیک کنیم، بزرگی میدان در آن نقطه چند E خواهد شد؟

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

Zarifian

مثال ۲۰

گلوله‌ای به وزن ۰/۶ N و بار الکتریکی ۱۰ μC را به انتهای نخی به جرم ناچیز می‌بندیم و آن را در یک میدان الکتریکی یکنواخت و افقی آویزان می‌کنیم. در نتیجه گلوله منحرف شده و راستای نخ با افق زاویه‌ی ۴۵° می‌سازد. اندازه‌ی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است؟

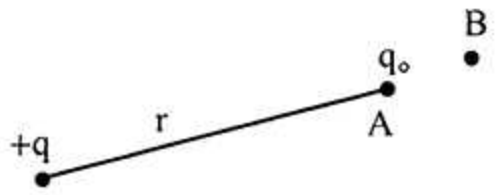
۱) 3×10^{5} ۲) 6×10^{4} ۳) 5×10^{6} ۴) 3×10^{6}

Zarifian

انرژی پتانسیل الکتریکی

- اگر بار آزمون q_0 را از بی‌نهایت دور به به فاصله‌ی r از بار $+q$ بیاوریم، حداقل کاری که انجام داده‌ایم به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در مجموع بار q و q_0 ذخیره می‌شود.

مبدأ انرژی پتانسیل الکتریکی در فاصله‌ی دور (بی‌نهایت) فرض شده است.



- همان گونه که در فصل کار و انرژی بیان شد، نیروی الکتریکی پایستار بوده و کار آن برابر منهای تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی است.

$$W_E = -\Delta U_E$$

- اگر باری را با سرعت ثابت (تحت تاثیر نیروی خارجی F) جابه‌جا کنیم، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر کار نیروی F است.

$$\Delta U = W_F$$

- با توجه به شکل (الف) اگر بار مثبت q_0 در نقطه‌ی A رها شود تحت تأثیر نیروی دافعه‌ی الکتریکی بار $+q$ حرکت کرده به B می‌رود. در این صورت کار میدان الکتریکی از A تا B مثبت بوده، بار دارای انرژی جنبشی می‌شود پس انرژی پتانسیل بار مثبت در حال کاهش است. به طور کلی می‌توان نتیجه‌ی زیر را بیان کرد.
- اگر بار مثبت در جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.
- اگر بار منفی در جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

اختلاف پتانسیل الکتریکی

- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B برابر اختلاف انرژی پتانسیل یکای بار مثبت بین دو نقطه‌ی A و B است. یکای اختلاف پتانسیل ولت است.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} \qquad \text{ولت} = \frac{\text{ژول}}{\text{کولن}}$$

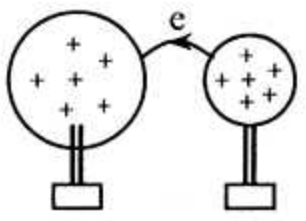
- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B برابر منهای کار میدان برای انتقال یکای بار مثبت از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B است.

$$V_B - V_A = -\frac{W_{A\to B}}{q_0}$$

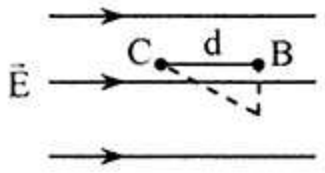
انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار مثبت را پتانسیل الکتریکی گویند. به عبارت دیگر پتانسیل الکتریکی یک نقطه برابر منفی کار میدان الکتریکی در جابجایی یکای بار مثبت از مبدأ پتانسیل به نقطه‌ی مورد نظر است. پتانسیل الکتریکی کمیت نرده‌ای است و یکای آن ولت است.

$$V = \frac{U}{q_0} \text{ و } \text{ولت} = \frac{\text{ژول}}{\text{کولن}}$$

- پتانسیل الکتریکی از ویژگی‌های نقطه‌های فضا است.
- اگر در جهت خط‌های میدان الکتریکی پیش رویم، پتانسیل الکتریکی کاهش و اگر در خلاف جهت خط‌های میدان پیش رویم پتانسیل الکتریکی نقاط فضا افزایش می‌یابد.
- پتانسیل الکتریکی در همه‌ی نقطه‌های یک رسانای باردار یکسان است.
- اگر دو جسم رسانای باردار را به هم تماس دهیم، بار بین آن‌ها جابه‌جا می‌شود تا لحظه‌ای که پتانسیل الکتریکی دو جسم یکسان شود.



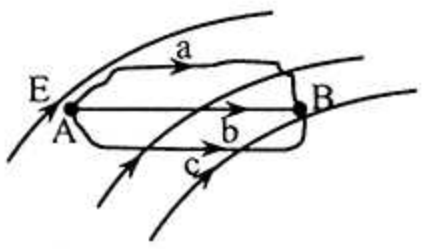
- بار مثبت خود به خود از پتانسیل الکتریکی بالاتر (مثبت‌تر) به پتانسیل الکتریکی پایین‌تر (منفی‌تر) شارش می‌کند.
- بار منفی خود به خود از پتانسیل الکتریکی پایین‌تر (منفی‌تر) به پتانسیل الکتریکی بالاتر (مثبت‌تر) شارش می‌کند.
- اگر دو کره‌ی رسانا با بار یکسان و شعاع متفاوت را به هم وصل کنیم به دلیل تراکم بار در کره‌ی کوچک‌تر، بار از آن کره به کره‌ی بزرگ‌تر شارش می‌کند و در نهایت دو کره هم پتانسیل شده اما کره‌ی کوچک‌تر دارای بار کم‌تری است و می‌توان ثابت کرد که کره‌ی کوچک‌تر دارای چگالی سطحی بار بیش‌تری است.



- در میدان الکتریکی یکنواخت، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه به فاصله‌ی d برابر است با:

$$\Delta V = E \cdot d$$

- در شکل مقابل هرگاه بار q_0 از سه مسیر a و b و c از A به B برود کار نیروی میدان الکتریکی وارد بر بار و همچنین تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q_0 در هر سه مسیر یکسان است.



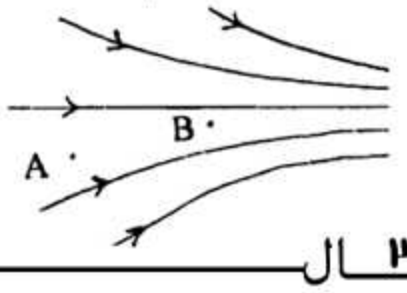
- در نقطه‌ی A میدان کم‌تر از B است زیرا تراکم خط‌های میدان کم‌تر است. $E_A < E_B$
- در نقطه‌ی A پتانسیل الکتریکی از B بیش‌تر است زیرا هرگاه در سوی خط‌های میدان پیش رویم پتانسیل نقاط فضا کاهش می‌یابد. $V_A > V_B$

خلاصه درس و مثال های آموزشی:

الکتریسیته ساکن

تحلیل پتانسیل و انرژی پتانسیل : میدان هرچه متراکم‌تر قوی تر است(میدان داخلی خازن یکنواخت است).
پتانسیل از بار مثبت به منفی است،
در جهت میدان حرکت کنیم پتانسیل کم میشه.(پتانسیل ویژگی‌محیط است؛ به بار ربط نداره!) انرژی پتانسیل به بار اهمیت دارد، باید ببینیم خودبخودی است یا زوری.

مثال: اگر بار منفی از A به B حرکت کند:
میدان قوی / پتانسیل کم / انرژی پتانسیل زیاد(زوری)



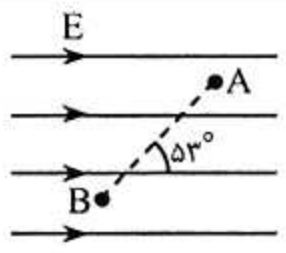
این رابطه بدون علامت:
علامت رو جدا بدست می‌آوریم

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{\Delta K}{q} \overset{?}{=} \frac{W}{q}$$

$$\text{زوری} \begin{cases} \Delta U > 0 \\ \Delta K < 0 \\ W_{\text{میدان}} \overset{?}{} 0 \end{cases} \qquad \text{خودبخودی} \begin{cases} \Delta U < 0 \\ \Delta K > 0 \\ W_{\text{میدان}} > 0 \end{cases}$$

مثال ۲۱

بار الکتریکی $q = 5\mu C$ مطابق شکل در میدان الکتریکی یکنواخت $2\times10^{5}\frac{N}{C}$ از A تا B $(AB = 40cm)$ جابه‌جا شده است، در اثر این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی بار q .....

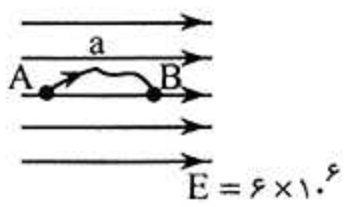


۱) $0/32J$ افزایش می‌یابد.
۲) $0/32J$ کاهش می‌یابد.
۳) $0/24J$ افزایش می‌یابد.
۴) $0/24J$ کاهش می‌یابد.

Zarifian

مثال ۲۲

در شکل روبه‌رو کار میدان الکتریکی در جابه‌جایی بار $q = +6\mu C$ از نقطه‌ی A تا B $(AB = 50cm)$ از مسیر a چند ژول است؟



۱) ۱۸
۲) -18
۳) بیش‌تر از ۱۸
۴) قابل محاسبه نیست.

Zarifian

مثال ۲۳

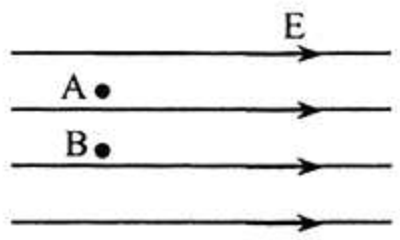
اندازه‌ی نیروی وارد بر بار نقطه‌ای q واقع در بین دو صفحه‌ی رسانای موازی که مساحت هر یک A و اختلاف پتانسیل بین آن‌ها V است و به فاصله‌ی کوچک d از هم واقع‌اند، کدام است؟

۱) $\frac{AqV}{d}$
۲) $\frac{qV}{d}$
۳) qVd
۴) $AqVd$

Zarifian

مثال ۲۴

ذره‌ای به جرم m_A و بار $e+$ و ذره ای دیگر به جرم $m_B = 2m_A$ با بار $e+$ مطابق شکل در میدان الکتریکی یکنواخت از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند. پس از طی جابه‌جایی d:

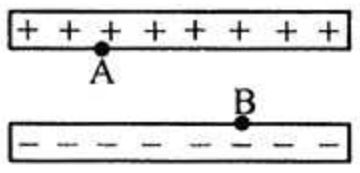


۱) انرژی جنبشی A کم‌تر از انرژی جنبشی B است.
۲) انرژی جنبشی A و B برابر است.
۳) سرعت A و B یکسان است.
۴) تکانه‌ی A و B یکسان است.

Zarifian

مثال ۲۵

در شکل زیر 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؟

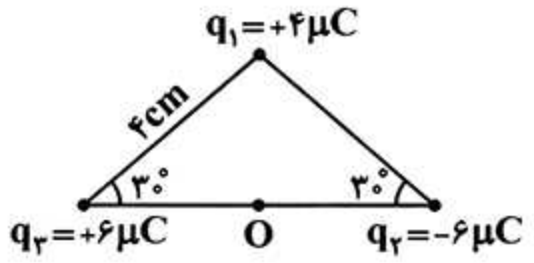


۱) $U_A > U_B$ و $F_A = F_B$
۲) $U_A \le U_B$ و $F_A > F_B$
۳) $U_A \ge U_B$ و $F_A < F_B$
۴) $U_A < U_B$ و $F_A = F_B$

Zarifian

۲۵ ۴ ۲۴ ۲ ۲۳ ۲ ۲۲ ۱ ۲۱ ۳

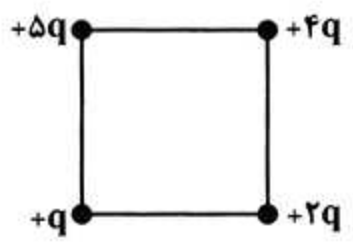
۲۶ - سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در سه رأس یک مثلث ثابت شده‌اند. بزرگی نیروی الکتریکی برایند وارد بر بار $q_4 = +1\mu C$ واقع در نقطه‌ی O در وسط خط واصل دو بار q_2 و q_3 چند نیوتون است؟



۱) ۴۵
۲) ۹۰
۳) $45\sqrt{3}$
۴) $90\sqrt{2}$

۸۴ ریاضی

۲۷ - اگر در یک رأس مربعی بار q قرار گیرد، میدان الکتریکی حاصل از آن در مرکز مربع E است. حال اگر در چهار رأس همان مربع، بارهای الکتریکی مطابق شکل قرار گیرند، اندازه میدان الکتریکی در مرکز آن چند E می‌شود؟



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

۸۵

۲۸ - اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه ۵۰۰ ولت است. با صرف چند ژول انرژی، بار الکتریکی ۰/۸ میکروکولنی بین این دو نقطه با سرعت ثابت جاری می‌شود؟

۱) 4×10^{-3}
۲) 8×10^{-3}
۳) 4×10^{-4}
۴) 8×10^{-4}

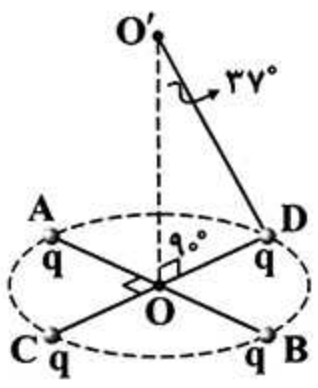
۸۶

۲۹ - بار الکتریکی $q=-2\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1=-40V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_2=-10V$ جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل بار چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) 10^{-4} J کاهش می‌یابد.
۲) 10^{-4} J افزایش می‌یابد.
۳) 6×10^{-5} J افزایش می‌یابد.
۴) 6×10^{-5} J کاهش می‌یابد.

۸۷

۳۰ - 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 5×10^4 N/C باشد، برآیند میدان الکتریکی حاصل در نقطه‌ی O' چند نیوتون بر کولن است؟ $(\cos37^\circ=0/8)$



۱) 8×10^4
۲) $6/4\times10^4$
۳) $1/6\times10^5$
۴) 2×10^5

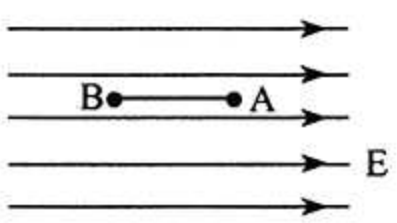
۸۸

۳۱ - دو بار الکتریکی همنام $q_1=8\mu C$ و q_2 در فاصله‌ی r، نیروی F بر هم وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 را برداشته 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) ۲
۲) ۱
۳) ۳
۴) ۴

۸۹

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



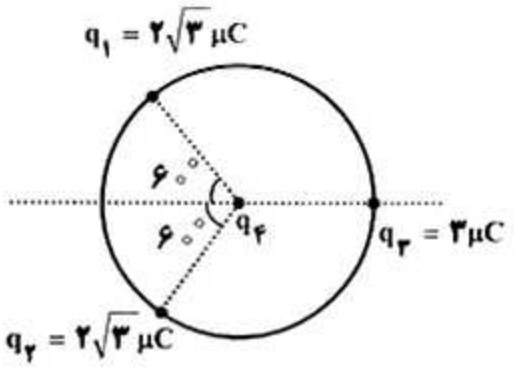
۱) ۲-
۲) ۲
۳) ۲۰۰
۴) ۲۰۰-

۸۹

۲۶ ۴ | ۲۷ ۴ | ۲۸ ۳ | ۲۹ ۴ | ۳۰ ۳ | ۳۱ ۱ | ۳۲ ۲

۳۳ – مطابق شکل، سه بار نقطه‌ای روی محیط دایره‌ای به شعاع ۱۰ cm، ثابت نگهداشته شده‌اند و بار چهارم (q_4) در مرکز دایره قرار دارد. اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر ۸/۱ نیوتون باشد، بار مثبت q_4 چند میکروکولن است؟

۹۰

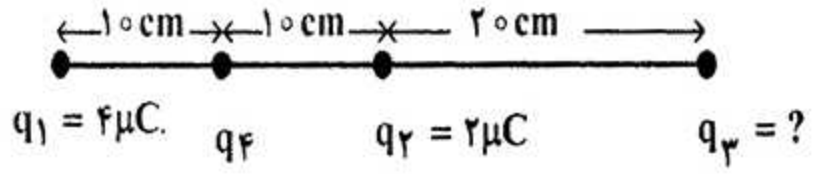


(بارهای الکتریکی مثبت، و $k=9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2}$ است.)

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۱۰
۴) ۲۰

۳۴ – در شکل روبه‌رو، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است. بار q_3 چند میکروکولن است؟

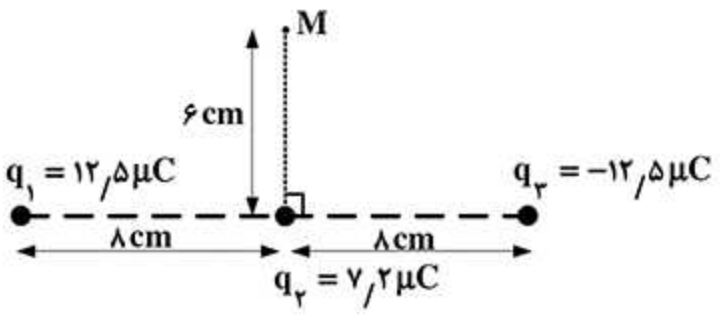
۹۱



۱) ۱۸
۲) ۸
۳) -۸
۴) -۱۸

۳۵ – سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ی M چند نیوتون بر کولن است؟

۹۲



۱) $18\sqrt{2}\times10^6$
۲) $6\sqrt{2}\times10^6$
۳) 6×10^6
۴) 18×10^6

۳۶ – دو کرهٔ رسانای A و B به شعاع‌های r_A و $r_B = 2r_A$ و چگالی سطحی بار σ_A و $\sigma_B = 2\sigma_A$ دارای بار الکتریکی مثبت‌اند. چند درصد از بار کرهٔ بزرگ‌تر به کرهٔ کوچک‌تر منتقل شود تا نسبت بار کره‌ها برابر نسبت شعاع آن‌ها شود؟

۹۳

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۳۷ – 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 $+3\mu C$ خواهد شد. بار اولیهٔ گلوله‌ها برحسب میکروکولن کدام است؟

۹۴

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

۳۸ – روی دایره‌ای به شعاع ۱ متر، سه نقطه به فاصله‌های مساوی از یک‌دیگر قرار دارند. دو بار الکتریکی نقطه‌ای ۱+ میکروکولنی هر کدام در یکی از آن نقاط قرار دارند. میدان الکتریکی حاصل از آن دو ذره در نقطه‌ی سوم چند نیوتن بر کولن است؟ $\left(K = 9\times10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}\right)$

۸۴ رشته تجربی

۱) ۱۵۰۰ ۲) ۳۰۰۰ ۳) $1500\sqrt{3}$ ۴) $3000\sqrt{3}$

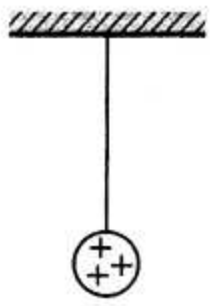
۳۹ – بار الکتریکی ۸ میکروکولنی از فاصله‌ی r بر بار ۲ میکروکولنی نیرویی با اندازه‌ی F وارد می‌کند. بار ۲ میکروکولنی از چه فاصله‌ای بر بار ۸ میکروکولنی نیرویی با اندازه‌ی 2F را وارد می‌کند؟

۸۵

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

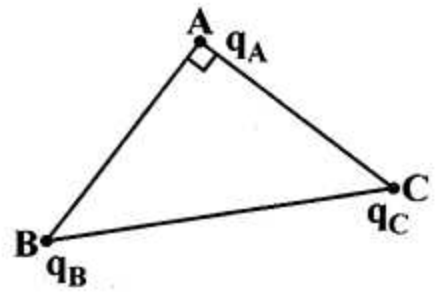
۱۳۳ ۱۳۴ ۱۳۵ ۲۳۶ ۲۳۷ ۴۳۸ ۴۳۹

۴۰ - در شکل روبه‌رو گلوله‌ی فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره‌ی فلزی خنثی را که دارای دسته‌ی نارسانا است به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گلوله ..... می‌شود. وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا می‌کنیم و دوباره به‌آرامی آن را به گلوله نزدیک می‌کنیم و ملاحظه می‌شود که گلوله ..... می‌شود.



۱) جذب ـ دفع
۲) دفع ـ جذب
۳) دفع ـ دفع
۴) جذب ـ جذب

۴۱ - در شکل روبه‌رو، مثلث، متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه است و بارهای q_A، q_B و q_C به ترتیب q، $\sqrt{۳}q$ و $-q$ است. زاویه‌ای که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره‌خط BA می‌سازد، چند درجه است؟

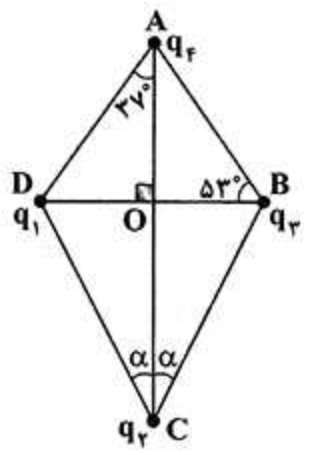


۱) ۳۰
۲) ۴۵
۳) ۵۳
۴) ۶۰

۴۲ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای برابر در فاصله‌ی ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی را کم کرده و همان مقدار بر بار دیگری اضافه کنیم، نیرویی که به هم وارد می‌کنند چند F می‌شود؟

۱) ۱
۲) ۴
۳) $\frac{۱۵}{۱۶}$
۴) $\frac{۱۶}{۱۵}$

۴۳ - چهار ذره‌ی باردار مطابق شکل در یک صفحه قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی وارد بر بار $q_۴$ از طرف بارهای دیگر برابر صفر باشد، زاویه‌ی α کدام است؟ $(q_۲ = ۶۴nC ، q_۱ = q_۳ = -۱۰nC)$ $(\sin ۳۷^\circ \simeq ۰/۶ ، AO = ۴cm)$



۱) ۳۷°
۲) ۵۳°
۳) $\text{Arc tan}\, ۲$
۴) $\text{Arc tan}\, \frac{۱}{۲}$

۴۴ - بار الکتریکی ۵- میلی کولنی، از نقطه‌ی A به پتانسیل الکتریکی ۲ ولت به نقطه‌ی B منتقل می‌شود. اگر در این جابه‌جایی کار نیروی میدان الکتریکی ۵ میلی‌ژول باشد، پتانسیل نقطه‌ی B چند ولت است؟

۱) ۱
۲) ۳
۳) ۱۰
۴) ۳۰

۴۵ - دو کره‌ی فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_۱ = +۵\mu C$ ، $q_۲ = +۱۵\mu C$ در فاصله‌ی r، نیروی F، بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو کره را در یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم، به طوری‌که فقط بین دو کره مبادله‌ی بار صورت گیرد و مجدداً به همان فاصله‌ی قبلی برگردانیم، نیروی دافعه بین دو کره چگونه تغییر می‌کند؟

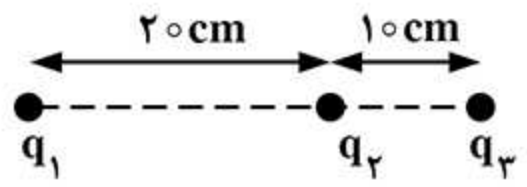
۱) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد.
۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.
۳) تقریباً ۳۳ درصد کاهش می‌یابد.
۴) تقریباً ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

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

۱) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۳}$
۲) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۴}$
۳) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۷}$
۴) $۱/۲ \times ۱۰^{۱۹}$

۴۰ ۱ | ۴۱ ۱ | ۴۲ ۳ | ۴۳ ۴ | ۴۴ ۲ | ۴۵ ۴ | ۴۶ ۲

۴۷ - 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) $\frac{9}{4}$

۴۸ - ۹۴ دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 4q_1$، در فاصلهٔ r از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصلهٔ d_1 از بار q_1 برابر صفر است. اگر فاصلهٔ دو بار از هم ۲ برابر شود، میدان الکتریکی برآیند در فاصلهٔ d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود. d_2 چند برابر d_1 است؟

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

خازن

- وسیله‌ای است برای ذخیره‌سازی بار الکتریکی و از دو صفحه‌ی رسانای موازی ساخته شده است که اگر به اختلاف پتانسیل V متصل شود بار q روی صفحه‌های آن ذخیره می‌شود. روی صفحه‌ی متصل به پتانسیل مثبت بار $+q$ و روی صفحه‌ی دیگر بار $-q$ ذخیره می‌شود.

نسبت بار ذخیره شده در صفحه‌های خازن به اختلاف پتانسیل دو سر خازن را ظرفیت خازن گویند. یکای آن در SI فاراد است.

$$C = \frac{q}{V}$$ و $\text{فاراد} = \frac{\text{کولن}}{\text{ولت}}$

- ظرفیت خازن به q و V بستگی ندارد و از ویژگی‌های ساختمانی خازن است. در واقع در رابطه‌ی بالا q و V تابع و متغیر هستند.

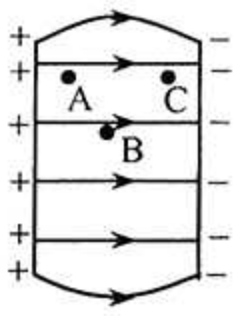
ظرفیت خازن تخت

از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید که در آن A سطح صفحه‌های خازن، d فاصله‌ی صفحه‌ها و ε_0 ضریب گذردهی خلاء و K ثابت دی‌الکتریک است که K به جنس عایق بین صفحه‌ها بستگی دارد و برای خلاء (و هوا) $K = 1$ است.

$$C = K\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

میدان الکتریکی بین صفحات خازن

میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن یکنواخت است و از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:



$E_A = E_B = E_C$

$$E = \frac{V}{d} \text{ و } E = \frac{q}{K\varepsilon_0 A}$$

V = اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن

d = فاصله‌ی صفحه‌های خازن است.

انرژی خازن

با اتصال خازن به اختلاف پتانسیل V و باردار شدن خازن، در آن انرژی الکتریکی ذخیره می‌شود که از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}qV$$

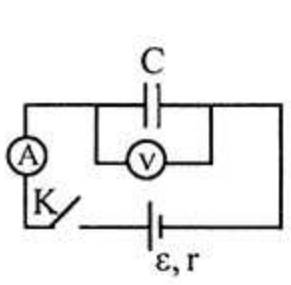
فرو شکست

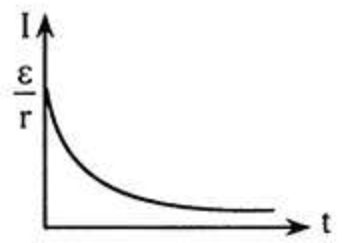
در پر شدن خازن باید توجه شود که نمی‌توان آن را به هر ولتاژی وصل کرد. بیشینه اختلاف پتانسیلی که می‌توان خازن را به آن وصل کرد را پتانسیل فرو شکست گویند. اگر خازن به ولتاژی بالاتر از آن وصل شود بر اثر تخلیه‌ی الکتریکی، عایق (دی الکتریک) بین صفحات ذوب شده و یا سوراخ می شود؛ این پدیده را فروشکست گویند.

پر و خالی شدن خازن

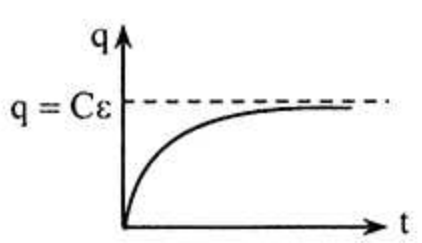
وقتی خازن خالی به مولد (ε, r) وصل شود، انتقال بار به خازن ادامه می‌یابد تا هم‌پتانسیل با مولد شود.

در لحظه‌ی وصل کلید، خازن مانند یک مقاومت صفر عمل می‌کند و هر چه به سمت پر شدن می‌رود مقاومت خازن به سمت بی‌نهایت میل می‌کند.

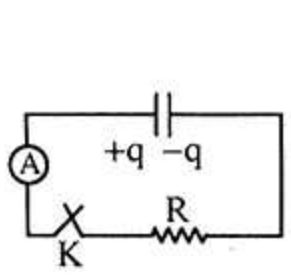


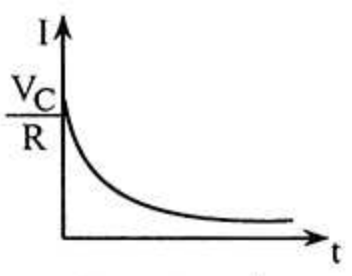


نمودار جریان- زمان
هنگام پر شدن خازن

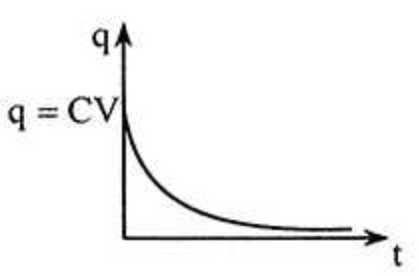


- وقتی خازن پر شده را به مقاومت R بسته و کلید را وصل می‌کنیم خازن مانند مولد با عمر کوتاه به مدار انرژی می‌دهد.





نمودار جریان- زمان
هنگام خالی شدن خازن



تحلیل ساختمان خازن

این تغییرات در دو حالت متصل به باتری و منفصل از باتری بررسی می‌شود.

- هنگامی‌که یک خازن پر می‌شود، ولتاژ، بار، انرژی و میدان آن در مدت کوتاهی از صفر افزایش پیدا کرده و به یک مقدار ثابت می‌رسند. حال اگر خازن پر را از باتری جدا کنید، باز هم این مقادیر همان مقادیر قبل هستند و تغییر نمی‌کنند.
- اما اگر ساختار یک خازن پر را تغییر دهیم، دیگر این مقادیر، ثابت نمی‌مانند و تغییر می‌کنند. اما نحوه‌ی تغییرات بستگی به این دارد که خازن از باتری جدا شده باشد یا نه!
- اگر خازن پر، هم‌چنان به باتری متصل باشد، با تغییر ساختار (و تغییر ظرفیت)، ولتاژ آن هم‌چنان ثابت می‌ماند؛ زیرا ولتاژ خازن متصل به باتری، همواره برابر ولتاژ باتری است.
- اگر خازن پر، از باتری جدا شده باشد، با تغییر ساختار، بار روی صفحات هم‌چنان ثابت می‌ماند؛ زیرا صفحات، دیگر به باتری وصل نیستند و نمی‌توانند با باتری مبادله‌ی بار انجام دهند.

مثال

خازنی به ظرفیت C را به یک باتری با ولتاژ V وصل کرده‌ایم؛ در خازن انرژی پتانسیل الکتریکی U ذخیره شده است و بین دو صفحه‌ی آن میدان الکتریکی یکنواخت E تشکیل شده است. در حالی‌که خازن هم‌چنان به باتری متصل است، فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن را نصف می‌کنیم. ظرفیت، ولتاژ، بار، انرژی و میدان خازن چه تغییری می‌کنند؟

ظرفیت خازن، طبق فرمول $C=\frac{k\varepsilon_0 A}{d}$، با نصف شدن فاصله، دو برابر می‌شود.

$$\times 2:\ C=\frac{k\varepsilon_0 A}{d}\ \xrightarrow{\times\frac{1}{2}}\ \boxed{C_2=2C_1}$$

خازن به باتری متصل است. پس ولتاژ آن ثابت می‌ماند:

$$\boxed{V_2=V_1}$$

طبق فرمول $q=CV$، با دو برابر شدن ظرفیت و ثابت ماندن V، بار دو برابر می‌شود:

$$\times 2:\ q=C\times 2\times V\times 1\ \longrightarrow\ \boxed{q_2=2q_1}$$

طبق فرمول $U=\frac{1}{2}CV^2$، با دو برابر شدن ظرفیت و ثابت ماندن V، انرژی دو برابر می‌شود.

$$\times 2:\ U=\frac{1}{2}C\times 2\times V^2\times 1\ \longrightarrow\ \boxed{U_2=2U_1}$$

ممکن است کسی از فرمول دیگر انرژی، مثلاً $U=\frac{q^2}{2C}$ استفاده کند. قطعاً باز هم جواب همان خواهد بود. چون بار دو برابر شده است، q^2، چهار برابر می‌شود؛ ظرفیت هم که دو برابر شده است. پس داریم:

$$\times 2:\ U=\frac{q^2\times 4}{2C\times 2}\ \longrightarrow\ \boxed{U_2=2U_1}$$

طبق فرمول $E=\frac{V}{d}$، با نصف شدن فاصله‌ی دو صفحه و ثابت ماندن V، میدان بین دو صفحه دو برابر می‌شود.

$$\times 2:\ E=\frac{V\times 1}{d\times\frac{1}{2}}\ \longrightarrow\ \boxed{E_2=2E_1}$$

Zarifian

مثال

خازنی به ظرفیت C را به یک باتری به ولتاژ V وصل می‌کنیم. در خازن انرژی پتانسیل الکتریکی U ذخیره شده و بین دو صفحه‌ی آن میدان الکتریکی یکنواخت E تشکیل می‌شود. پس از پر شدن خازن، باتری را جدا می‌کنیم و بین دو صفحه‌ی خازن یک دی‌الکتریک به ثابت ۲ قرار می‌دهیم. ظرفیت، بار، ولتاژ، انرژی و میدان خازن چه تغییری می‌کنند؟

طبق فرمول $C=\frac{k\varepsilon_0 A}{d}$، با دو برابر شدن k، ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.

$$\times 2:\ C=\frac{\times 2\,k\varepsilon_0 A}{d}\ \longrightarrow\ \boxed{C_2=2C_1}$$

چون خازن از باتری جدا شده است، با تغییر ساختار، بار آن تغییر نمی‌کند.

$$\boxed{q_2=q_1}$$

طبق رابطه‌ی $V=\frac{q}{C}$، با دو برابر شدن ظرفیت، ولتاژ خازن نصف می‌شود.

$$\times\frac{1}{2}:\ V=\frac{q\times 1}{C\times 2}\ \longrightarrow\ \boxed{V_2=\frac{1}{2}V_1}$$

طبق رابطه‌ی $U=\frac{q^2}{2C}$، با دو برابر شدن ظرفیت، انرژی خازن نصف می‌شود.

$$\times\frac{1}{2}:\ U=\frac{q^2\times 1}{2C\times 2}\ \longrightarrow\ \boxed{U_2=\frac{1}{2}U_1}$$

ممکن است کسی از فرمول دیگر انرژی مثلاً $U=\frac{1}{2}qV$ استفاده کند. بدیهی است که باز هم جواب همان خواهد بود. $\times\frac{1}{2}:\ U=\frac{1}{2}q\times 1\times V\times\frac{1}{2}\ \longrightarrow\ \boxed{U_2=\frac{1}{2}U_1}$

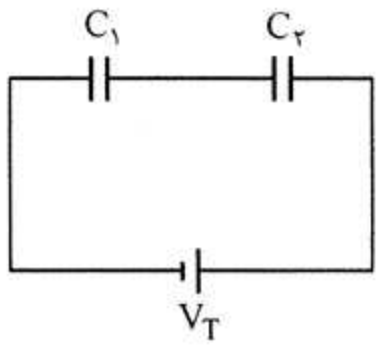
طبق رابطه‌ی $E=\frac{V}{d}$، با نصف شدن ولتاژ، میدان نیز نصف می‌شود.

$$\times\frac{1}{2}:\ E=\frac{V\times\frac{1}{2}}{d}\ \longrightarrow\ \boxed{E_2=\frac{1}{2}E_1}$$

Zarifian

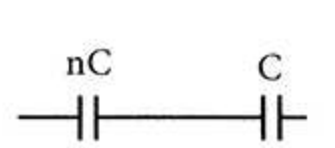
خازن‌های سری

فرض کنید دو خازن C_1 و C_2 را مطابق شکل، به‌طور سری به هم بسته و به یک باتری به ولتاژ V_T وصل کرده‌ایم. در این صورت، رابطه‌های زیر برقرار است:



$$q_1 = q_2 = q_T \quad , \quad V_1 + V_2 = V_T$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \rightarrow C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

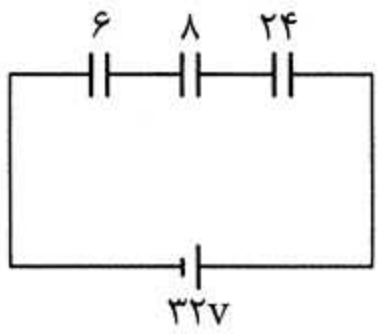


$$C_T = \frac{nC}{n+1}$$

اگر n خازن مشابه به ظرفیت C_0، به‌طور سری به هم بسته شوند، ظرفیت خازن معادل از رابطه‌ی $C_T = \frac{C_0}{n}$ به‌دست می‌آید.

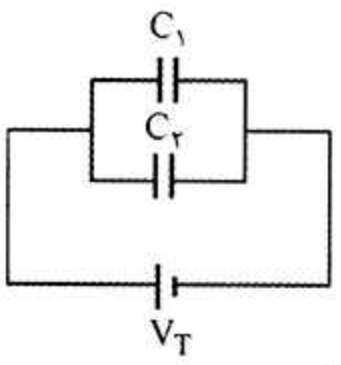
عکس

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2} \quad , \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2}$$



خازن‌های موازی

فرض کنید دو خازن C_1 و C_2 را مطابق شکل، به‌طور موازی به هم بسته‌ایم و آن‌ها را به یک باتری به ولتاژ V_T وصل کرده‌ایم. در این صورت، روابط زیر برقرار است:



$$V_1 = V_2 = V_T \quad , \quad q_1 + q_2 = q_T$$

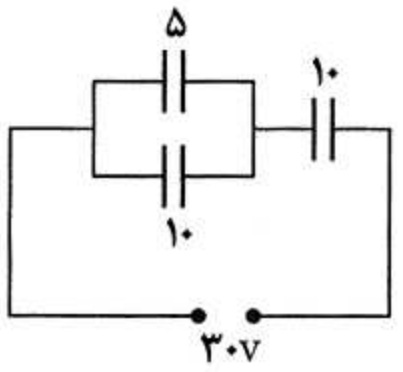
$$C_T = C_1 + C_2$$

اگر n خازن مشابه با ظرفیت C_0 را به‌طور موازی به هم ببندیم، ظرفیت خازن معادل از رابطه‌ی $C_T = nC_0$ به‌دست می‌آید.

مستقیم

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} \quad , \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1}$$

مثال:



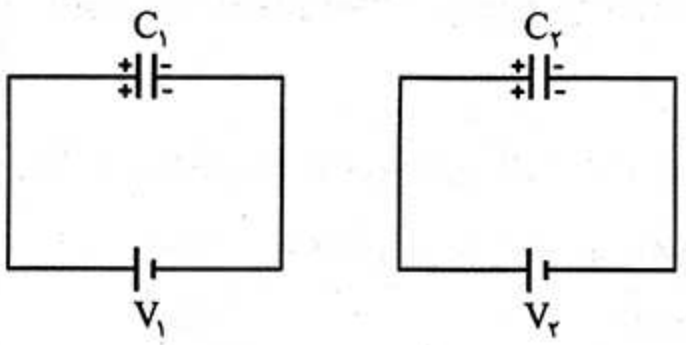
مقایسه‌ی خازن‌های سری و موازی

- در خازن‌های سری، ظرفیت خازن معادل از تک‌تک خازن‌ها کم‌تر است.
- در خازن‌های موازی، ظرفیت خازن معادل از ظرفیت هر یک از خازن‌ها بیشتر است.

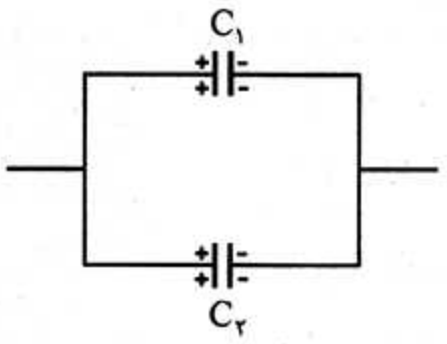
بنابراین هر چه خازن‌ها موازی‌تر بسته شوند، ظرفیت معادل بیشتر و هر چه سری‌تر بسته شوند، ظرفیت معادل کم‌تر خواهد بود.
هر چه خازن‌ها موازی‌تر بسته شوند، بار و انرژی ذخیره‌شده در آن‌ها بیشتر است و هر چه سری‌تر بسته شوند، بار و انرژی ذخیره‌شده در آن‌ها کم‌تر خواهد بود.

به هم بستن خازن ها

فرض کنید دو خازن به ظرفیت‌های C_1 و C_2 را جداگانه با ولتاژهای V_1 و V_2 $(V_2 > V_1)$ پر کرده و از باتری جدا کرده‌ایم. در این صورت، بار ذخیره‌شده در خازن‌ها عبارتست از: $q_1 = C_1V_1 \ , \ q_2 = C_2V_2$



سپس، این دو خازن را به هم وصل می‌کنیم؛ می‌دانیم که هر خازن دو صفحه دارد که بار یکی مثبت و بار دیگری منفی است.



به هم بستن صفحات هم‌نام

اگر صفحات هم‌نام دو خازن را به هم وصل کنیم:

از اتصال دو خازن به هم، یک خازن معادل به ظرفیت $C_T = C_1 + C_2$ به‌دست می‌آید (زیرا خازن‌ها موازی هستند) که بار آن $q_T = q_1 + q_2$ است. به محض اتصال دو صفحه به هم، مقداری بار از خازنی که ولتاژ بیشتری دارد، به خازنی می‌رود که ولتاژ کم‌تری دارد.
این عمل (شارش بار) ادامه پیدا می‌کند تا جایی که ولتاژ دو خازن برابر شود. در این صورت، بار خازن‌ها به نسبت ظرفیت‌هایشان تقسیم می‌شود.

توجه کنید که مقدار کل بار، قبل و پس از اتصال خازن‌ها، یکسان است و با اتصال دو خازن به هم، فقط نحوه‌ی تقسیم بار بین آن‌ها عوض می‌شود.

ظرفیت خازن معادل: $C_T = C_1 + C_2$
بار خازن معادل: $q_T = q_1 + q_2$

بار خازن ۱ قبل از اتصال: $q_1 = C_1V_1$
بار خازن ۲ قبل از اتصال: $q_2 = C_2V_2$

بار خازن ۱ بعد از اتصال: $q'_1 = C_1V_T$
بار خازن ۲ بعد از اتصال: $q'_2 = C_2V_T$

ولتاژ دو خازن بعد از اتصال: $V_T = \frac{q_T}{C_T} = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2}$

V_1 و V_2 ولتاژ خازن‌های ۱ و ۲ قبل از اتصال هستند و در این حالت، $V_1 < V_T < V_2$ است.

به هم بستن صفحات ناهم‌نام

اگر صفحات ناهم‌نام دو خازن را به هم وصل کنیم:

باز هم دو خازن موازی خواهند بود. با این تفاوت که صفحات ناهم‌نام، بار همدیگر را خنثی می‌کنند تا نهایتاً مقداری بار از خازنی که بار بیشتری دارد، باقی بماند. این بار بین دو خازن به نسبت ظرفیت‌هایشان تقسیم می‌شود.

بار خازن معادل: $q_T = |q_1 - q_2|$
ظرفیت خازن معادل: $C_T = C_1 + C_2$

بار خازن ۱ قبل از اتصال: $q_1 = C_1V_1$
بار خازن ۲ قبل از اتصال: $q_2 = C_2V_2$

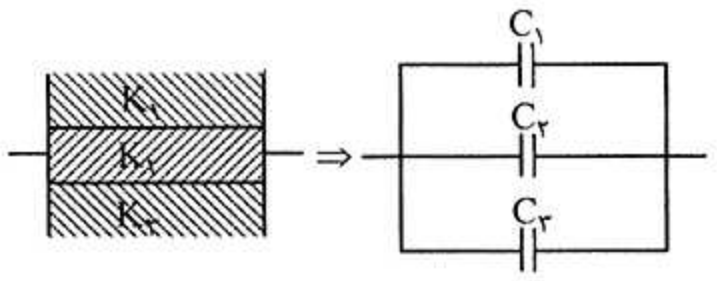
بار خازن ۱ بعد از اتصال: $q'_1 = C_1V_T$
بار خازن ۲ بعد از اتصال: $q'_2 = C_2V_T$

ولتاژ دو خازن بعد از اتصال: $V_T = \frac{q_T}{C_T} = \frac{|q_1 - q_2|}{C_1 + C_2}$

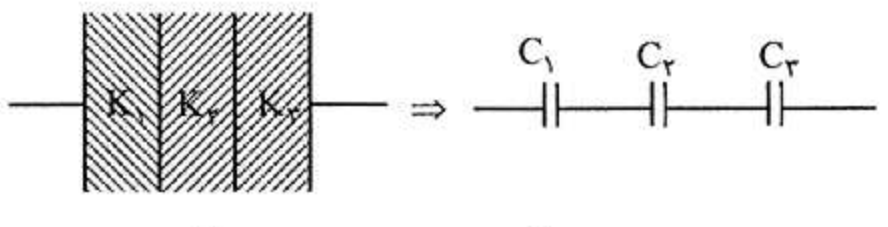
توجه کنید که در هر دو نوع اتصال (هم‌نام، ناهم‌نام)، مجموع انرژی پتانسیل الکتریکی دو خازن پس از اتصال حتماً کم‌تر از قبل از اتصال است؛ زیرا پس از اتصال دو خازن، شارش بار بین خازن‌ها به‌صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود. بنابراین سطح انرژی پتانسیل کل کاهش می‌یابد.

خازن با دی الکتریک های مختلف

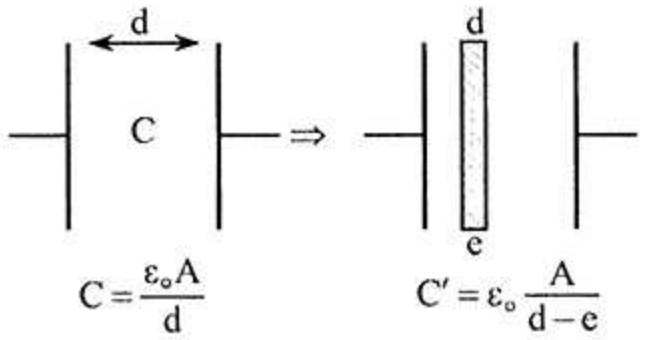
- اگر بین صفحه‌های یک خازن مطابق شکل روبه‌رو دی‌الکتریک‌های مختلف قرار دهیم، در واقع با سه خازن موازی سروکار داریم.



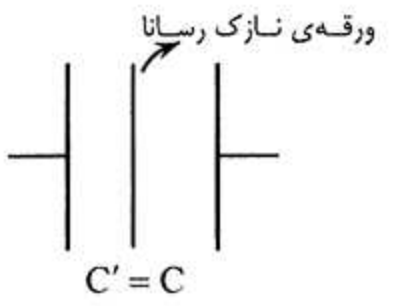
- اگر بین صفحه‌های یک خازن مطابق شکل روبه‌رو دی‌الکتریک‌های مختلف قرار دهیم، در واقع با سه خازن سری (متوالی) سروکار داریم.



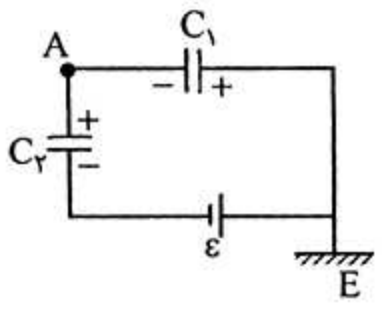
- اگر بین صفحه‌های یک خازن با دی‌الکتریک هوا یک قطعه رسانا به ضخامت e مطابق شکل روبه‌رو قرار دهیم. آن قسمت از خازن حذف شده، مانند این است که فاصله‌ی صفحات خازن به اندازه‌ی e کاهش یافته است زیرا میدان درون قطعه‌ی رسانا صفر است.



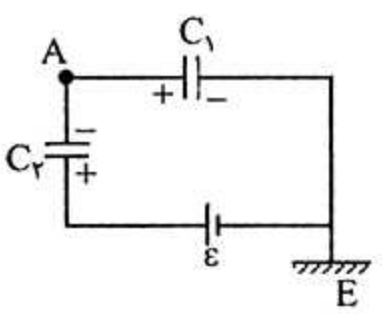
- اگر بین صفحه‌های یک خازن یک ورقه‌ی نازک رسانا قرار گیرد ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند. $(e\to 0)\Rightarrow(C'\to C)$



برای محاسبه‌ی پتانسیل یک نقطه از مدار باید اتصال با زمین یا مبدا پتانسیل داده شده باشد. با محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل نقطه و زمین، پتانسیل آن نقطه به دست می‌آید. فقط برای ترتیب پتانسیل‌ها باید به صفحه‌های مثبت و منفی خازن توجه شود.

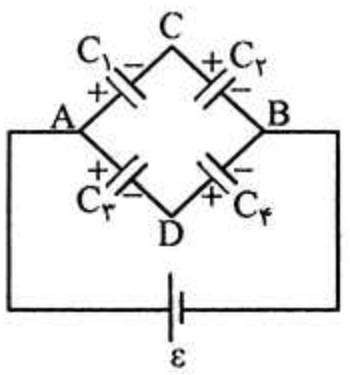


$$V_{C_1}=\frac{C_2}{C_1+C_2}\varepsilon=\underbrace{V_E}_{0}-V_A$$



$$V_{C_1}=\frac{C_2}{C_1+C_2}\varepsilon=V_A-\underbrace{V_E}_{0}$$

برای محاسبه‌ی اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار که مستقیماً به هم مربوط نمی‌شوند از نقاط مشترک استفاده می‌کنیم.



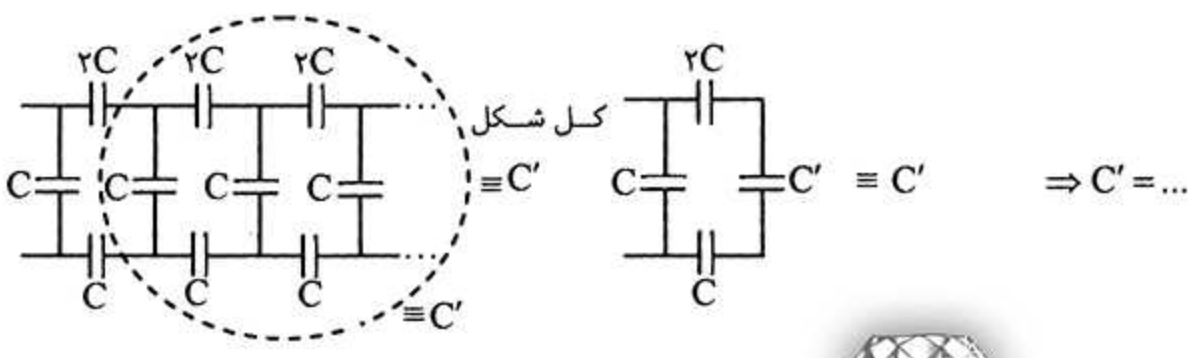
$$V_{C_1}=\frac{C_2}{C_1+C_2}\varepsilon=V_+-V_-=V_A-V_C$$

$$V_{C_2}=\frac{C_4}{C_3+C_4}\varepsilon=V_+-V_-=V_A-V_D$$

$$\Rightarrow V_C-V_D=\dots$$

نکته: اگر $C_2C_3=C_1C_4$ باشد $V_{CD}=0$ می‌شود.

برای ساده کردن مدارهایی که تا ∞ تکرار می‌شوند، خازن معادل را C' گرفته، یک تکرار را نگه داشته و به جای بقیه‌ی مدار تا ∞، C' قرار می‌دهیم و خازن معادل مدار ساده شده را نیز C' می‌دانیم. و معادله‌ای به دست می‌آید که C' را مشخص می‌کند.



مثال ۴۷

دو سر خازنی به یک باتری وصل بوده و عایق بین صفحات آن هوا است. حال اگر یک تیغه‌ی شیشه‌ای بین صفحات آن قرار دهیم، با ثابت ماندن فاصله‌ی بین دو صفحه، بار الکتریکی و ولتاژ آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

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

Zarifian

مثال ۴۸

کدام یک از گزینه های زیر در پدیده ی فروشکست خازن رخ نمی دهد؟

۱) با ایجاد جرقه بین دو صفحه ، خازن تخلیه می‌شود.
۲) اگر دی الکتریک، مایع باشد، ممکن است مایع آن عوض شود.
۳) اگر دی الکتریک، جامد باشد، سوراخ می‌شود.
۴) دی الکتریک بین دو صفحه برای همیشه رسانا می‌شود.

Zarifian

مثال ۴۹

یک خازن که فاصله‌ی بین صفحات آن $5mm$ و عایق بین صفحه‌های آن هوا است دارای ظرفیت $5\mu F$ است اگر یک ورقه‌ی نازک فلزی که مساحت آن برابر مساحت صفحه‌های خازن است به موازات صفحه‌ها و در فاصله‌ی $2mm$ از یکی از آن‌ها قرار دهیم، ظرفیت خازن جدید برابر چند میکروفاراد می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۲/۵

Zarifian

مثال ۵۰

یک خازن که فاصله‌ی بین صفحه‌های آن $5mm$ و عایق بین صفحه‌های آن هوا است دارای ظرفیت $15\mu F$ است. اگر یک تیغه‌ی فلزی به ضخامت $2mm$ که مساحت آن برابر مساحت صفحه‌های خازن است به موازات صفحه‌ها بین آن‌ها قرار می‌دهیم ظرفیت خازن چند میکروفاراد می‌شود؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۸

Zarifian

مثال ۵۱

ظرفیت خازنی $8\mu F$ و بار الکتریکی آن q_1 است. برای این که $+4\mu C$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی به صفحه‌ی مثبت انتقال دهیم، باید $5\mu J$ انرژی مصرف کنیم. q_1 چند میکروکولن است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۲/۵

Zarifian

مثال ۵۲

صفحات خازن پر شده‌ای را از مولد جدا کرده و بدون آن‌که به هم متصل شوند، آن‌ها را به هم نزدیک می‌کنیم. اختلاف پتانسیل دو صفحه و انرژی به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

۱) کم، کم ۲) زیاد، زیاد ۳) زیاد، کم ۴) کم، زیاد

Zarifian

مثال ۵۳

اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی موازی ۱۰۰ ولت و فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر ۲ سانتی‌متر است. اگر بار نقطه‌ای ۵ میکروکولن بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی وارد بر آن چند نیوتون خواهد بود؟

۱) ۴×۱۰^{-۵} ۲) $۲/۵\times۱۰^{-۲}$ ۳) $۱۰^{-۳}$ ۴) $۱۰^{-۴}$

Zarifian

مثال ۵۴

خازنی با دی‌الکتریک هوا را به مولدی متصل کرده پس از پر شدن خازن آن را از مولد جدا کرده و یک دی‌الکتریک با ثابت k بین صفحه‌های خازن قرار می‌دهیم، میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن چه تغییری می‌کند؟

۱) $\frac{۱}{K}$ برابر می‌شود. ۲) K برابر می‌شود. ۳) $\frac{۱}{K^۲}$ برابر می‌شود. ۴) تغییر نمی‌کند.

Zarifian

مثال ۵۵

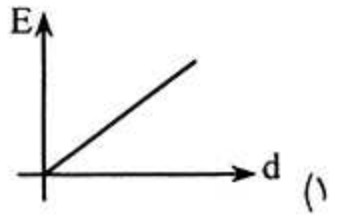
در شکل روبه رو جهت میدان الکتریکی از قطبیده شدن مولکول‌های دی الکتریک در کدام جهت است؟

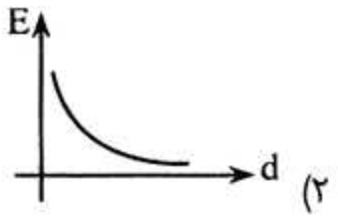
۱) از چپ به راست
۲) میدانی ایجاد نمی‌شود.
۳) از راست به چپ
۴) بسته به نوع دی الکتریک جهت میدان متغیر است.

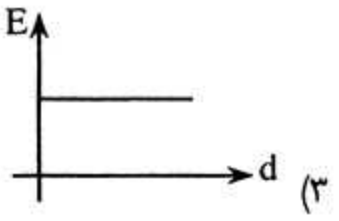
Zarifian

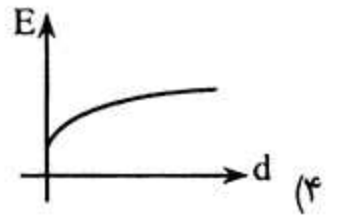
مثال ۵۶

خازن تخت بدون عایقی را پس از باردار شدن، از مولد جدا کرده و فاصله‌ی دو صفحه‌اش را تغییر می‌دهیم. کدام گزینه تغییرات بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه را بر حسب فاصله‌ی دو صفحه بهتر نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

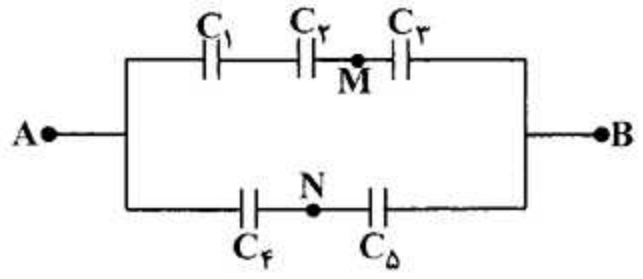
۳) 

۴) 

Zarifian

مثال ۵۷

در شکل مقابل ظرفیت همه‌ی خازن‌ها مشابه است و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B برابر ۱۲ ولت است. اختلاف پتانسیل بین M و N چند ولت است؟



۱) ۶
۲) ۲
۳) ۱۰
۴) ۴

Zarifian

مثال ۵۸

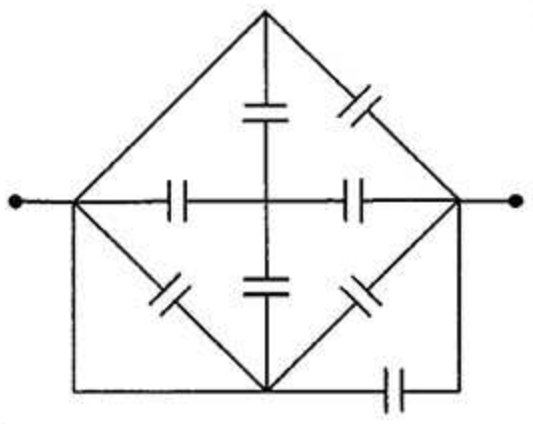
خازنی که دی‌الکتریک آن عایق ثابت دی‌الکتریک k است را به مولدی متصل می‌کنیم. پس از پر شدن خازن در حالی که خازن به مولد متصل است، عایق را از بین صفحه‌های خازن خارج می‌کنیم. میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن .....

۱) $\frac{۱}{k}$ می‌شود. ۲) k برابر می‌شود. ۳) $\frac{۱}{k^۲}$ می‌شود. ۴) تغییر نمی‌کند.

Zarifian

مثال ۵۹

در شکل مقابل ظرفیت همه خازن‌ها $۶۰\mu F$ است. ظرفیت معادل مجموعه چند میکروفاراد است؟



۱) ۲۲۸

۲) ۲۲۵

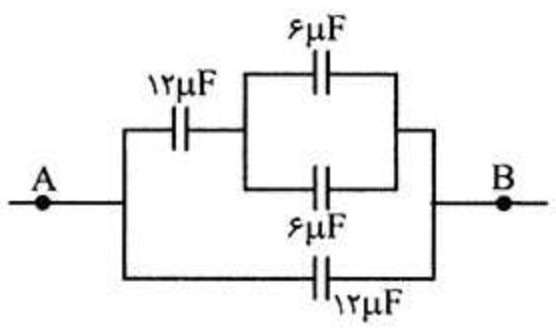
۳) ۳۶۰

۴) ۳۴۵

Zarifian

مثال ۶۰

در شکل داده شده ظرفیت معادل خازن‌های بین دو نقطه‌ی A و B چند میکروفاراد است؟



۱) ۳۶

۲) ۱۸

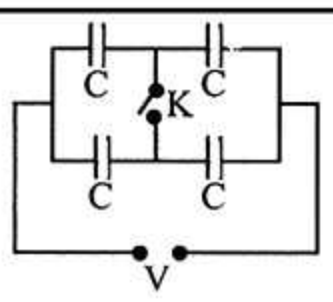
۳) ۲۴

۴) ۳۰

Zarifian

مثال ۶۱

چهار خازن مشابه مطابق شکل در مداری قرار دارند. نسبت ظرفیت معادل آن‌ها قبل از بسته شدن کلید به ظرفیت معادل آن‌ها بعد از بسته شدن کلید کدام است؟



۱) ۲

۲) ۱

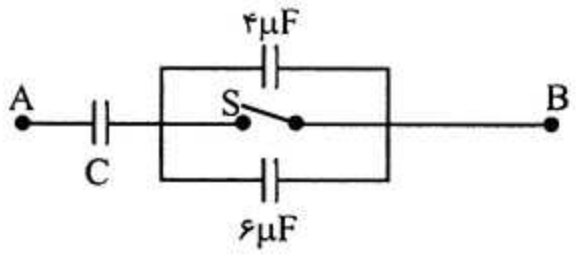
۳) $\frac{۱}{۲}$

۴) $\frac{۱}{۴}$

Zarifian

مثال ۶۲

ظرفیت معادل خازن‌های شکل روبه‌رو (بین A و B) در حالت بسته بودن کلید برابر $۱۰\mu F$ است. اگر کلید را باز کنیم ظرفیت معادل خازن‌ها چند میکروفاراد می‌شود؟



۱) ۱۵

۲) ۲۰

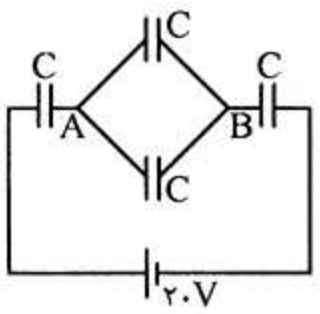
۳) ۱۰

۴) ۵

Zarifian

مثال ۶۳

در شکل زیر خازن‌ها مشابه‌اند. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟



۱) ۵

۲) ۴

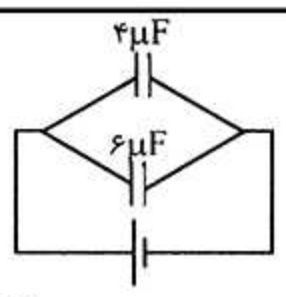
۳) ۲

۴) ۲/۵

Zarifian

مثال ۶۴

در شکل روبه‌رو نسبت بار ذخیره شده در خازن $۴\mu F$ به بار ذخیره شده در خازن $۶\mu F$ کدام است؟



۱) $\frac{۲}{۳}$

۲) $\frac{۳}{۲}$

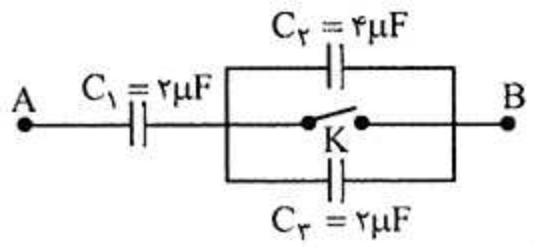
۳) $\frac{۴}{۹}$

۴) $\frac{۹}{۴}$

Zarifian

مثال ۵۵

مداری مطابق شکل را به باتری وصل و سپس جدا می‌کنیم. اگر اختلاف پتانسیل خازن ۴ میکروفارادی، ۴ ولت باشد، پس از بستن کلید، اختلاف پتانسیل میان A و B چند ولت خواهد شد؟

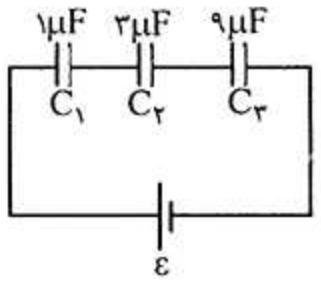


۱) ۲۰
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۸

Zarifian

مثال ۵۶

اگر در شکل روبه‌رو انرژی ذخیره شده در خازن ۹ میکروفارادی برابر ۰/۱۸ ژول باشد، انرژی کل خازن‌ها چند ژول است؟

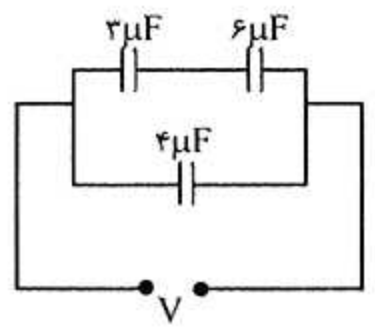


۱) ۰/۲۶
۲) ۰/۵۲
۳) ۲/۲۴
۴) ۲/۳۴

Zarifian

مثال ۵۷

در شکل روبه‌رو، انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها ۱۲μJ است. انرژی ذخیره شده در خازن ۴ میکروفارادی چند میکروژول است؟

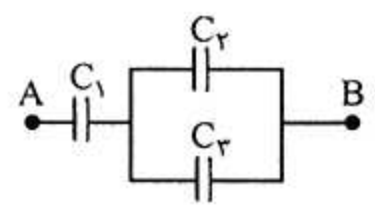


۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

Zarifian

مثال ۵۸

۳ خازن مشابه را به صورت شکل روبه‌رو بسته‌ایم. اگر حداکثر ولتاژ قابل تحمل برای هر خازن ۲۰ ولت باشد، حداکثر ولتاژ بین A و B چند ولت می‌تواند باشد؟

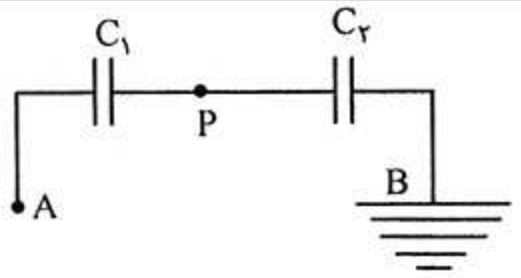


۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۶۰

Zarifian

مثال ۵۹

دو خازن $C_۱ = ۳\mu F$ و $C_۲ = ۵\mu F$ مطابق شکل در مداری قرار دارند. اگر پتانسیل نقطه‌ی P برابر ۱۲۰V باشد، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟ (پتانسیل نقطه‌ی B برابر صفر است.)

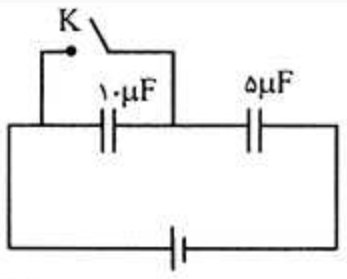


۱) ۱۲۰
۲) ۲۰۰
۳) ۳۲۰
۴) ۳۶۰

Zarifian

مثال ۶۰

در شکل روبه‌رو اگر کلید K بسته شود بار الکتریکی خازن ۵μF نسبت به حالت اول چه تغییری می‌کند؟

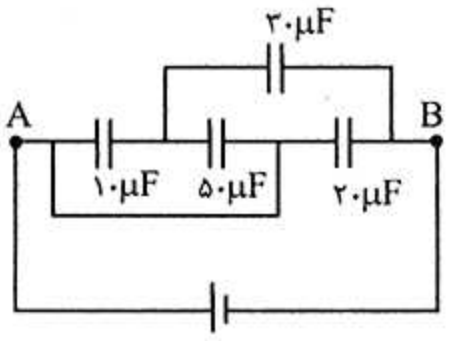


۱) سه برابر می‌شود.
۲) ۱/۵ برابر می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) $\frac{۱}{۳}$ برابر می‌شود.

Zarifian

مثال ۷۱

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

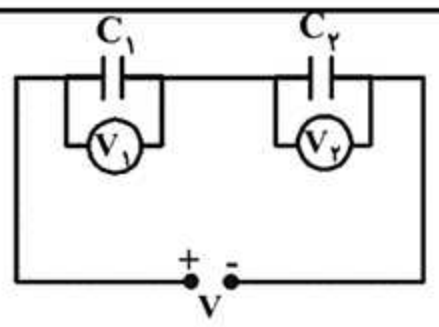


۱) ۴۰
۲) $\frac{۶۱۰}{۱۷}$
۳) ۴۵
۴) ۱۲

Zarifian

مثال ۷۲

اگر در مدار شکل زیر، فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی خازن $C_۱$ را کاهش دهیم، عددی که ولت‌سنج‌های ایده‌آل $V_۱$ و $V_۲$ نشان می‌دهند، به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

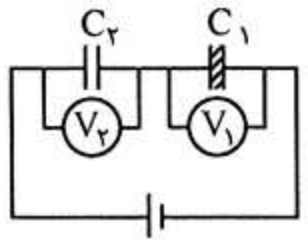


۱) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

Zarifian

مثال ۷۳

در شکل مقابل دی‌الکتریک را از بین صفحات خازن $C_۱$ برمی‌داریم، $V_۱$ و $V_۲$ به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

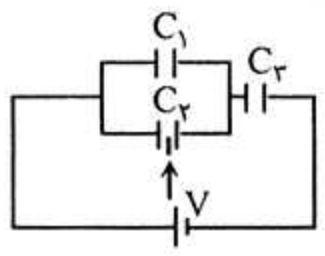


۱) افزایش- افزایش
۲) افزایش- کاهش
۳) کاهش- کاهش
۴) کاهش- افزایش

Zarifian

مثال ۷۴

در شکل مقابل، خازن‌ها مشابه‌اند. اگر دی‌الکتریک وارد صفحات $C_۲$ نماییم، در خازن $C_۱$ ... .

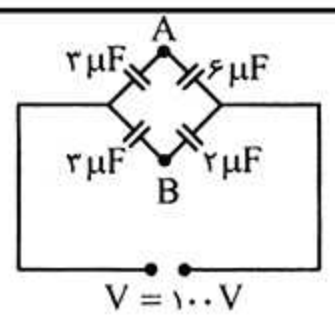


۱) بار و ولتاژ آن هر دو افزایش می‌یابند.
۲) بار و ولتاژ آن هر دو ثابت می‌مانند.
۳) بار و ولتاژ آن هر دو کاهش می‌یابند.
۴) بار آن کاهش و ولتاژ آن افزایش می‌یابد.

Zarifian

مثال ۷۵

در مدار روبه‌رو، اندازه‌ی اختلاف پتانسیل نقاط A و B چند ولت است؟



۱) $\frac{۱۲۰}{۳}$
۲) $\frac{۸۰}{۳}$
۳) $\frac{۲۰۰}{۳}$
۴) صفر

Zarifian

مثال ۷۶

خازنی به ظرفیت $C_۱ = ۴\mu F$ را به مولدی با اختلاف پتانسیل $V_۱ = ۳۰V$ متصل کرده، پس از پر شدن خازن آن را مولد جدا کرده و صفحات آن را به صفحات خازن بدون بار $C_۲ = ۶\mu F$ متصل می‌کنیم، پس از برقراری تعادل، بار خازن $C_۲$ چند میکروکولن می‌شود؟

۱) صفر
۲) ۶۰
۳) ۳۰
۴) ۷۲

Zarifian

۷۱ ۱ ۷۲ ٤ ۷۳ ۲ ۷٤ ۳ ۷۵ ۲ ۷۶ ٤

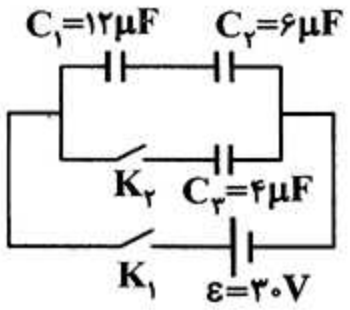
۷۷ - خازن C_1 به اختلاف پتانسیل ۱۰۰V و خازن $C_2 = 6\mu F$ به اختلاف پتانسیل ۴۰۰V متصل‌اند. این دو خازن پس از پر شدن از مولد جدا و صفحه‌های هم‌نام آن‌ها به هم وصل می‌شوند. پس از اتصال، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه به ۲۸۰V می‌رسد. ظرفیت خازن C_1 چند میکروفاراد است؟

۸۴ ریاضی

۱) ۱۰/۷۳ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۵/۲۲

۷۸ - در مدار روبه‌رو، ابتدا کلید K_1 بسته و کلید K_2 باز است. اگر پس از تعادل، کلید K_2 بسته شود، اختلاف پتانسیل نهایی دو سر خازن C_1 نسبت به حالت قبل چند ولت تغییر می‌کند؟

۸۴



۱) ۰ ۲) ۱
۳) ۲ ۴) ۱۰

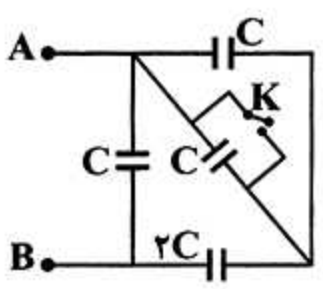
۷۹ - بین دو صفحه‌ی خازن مسطحی هوا است و دو سر آن به یک اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابتی وصل است. اگر با ثابت ماندن فاصله‌ی بین صفحات، یک تیغه‌ی شیشه‌ای بین آن صفحات قرار دهیم، بار الکتریکی خازن چگونه تغییر می‌کند؟

۸۵

۱) ثابت می‌ماند. ۲) کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد. ۴) بسته به ضخامت شیشه، ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

۸۰ - در شکل مقابل، اگر کلید را ببندیم، ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B، نسبت به حالتی که کلید باز است چند برابر می‌شود؟

۸۶



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

۸۱ - خازنی به ظرفیت C_1 را با ولتاژ V_1 و خازن دیگری با ظرفیت C_2 را با ولتاژ V_2 شارژ کردیم. سپس آن‌ها را از منبع جدا کرده و دو سر مشابه (همنام) را به هم وصل می‌کنیم. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر هر خازن برابر با کدام است؟

۸۶

۱) $|V_1 - V_2|$ ۲) $\frac{V_1 + V_2}{۲}$ ۳) $\frac{C_1V_1 + C_2V_2}{۲(C_1 + C_2)}$ ۴) $\frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}$

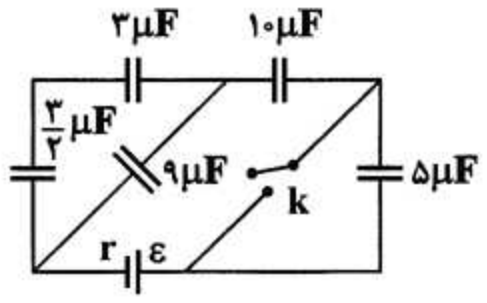
۸۲ - دو سر یک خازن خالی به ظرفیت C_1 را به دو سر یک خازن پُر به ظرفیت $C_2 = \frac{۱}{۲}C_1$ وصل می‌کنیم. انرژی خازن C_2 بعد از تعادل الکتریکی در مقایسه با حالت اولیه چند برابر می‌شود؟

۸۷

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

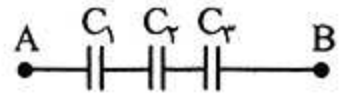
۸۳ - در مدار مقابل، کلید باز است. اگر کلید را ببندیم، بار خازن ۱۰ میکروفارادی چند برابر می‌شود؟

۸۸



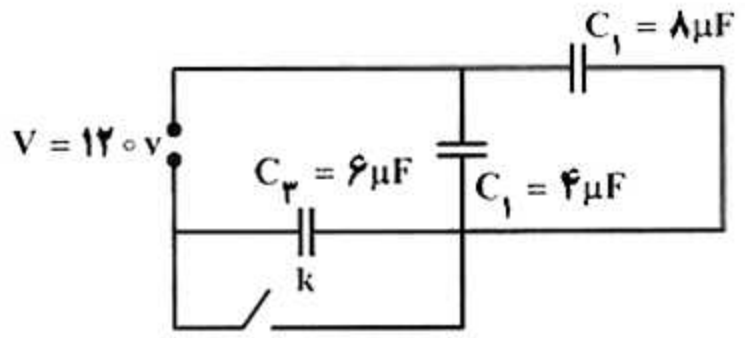
۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۴ ۴) ۸

۸۴ - در شکل مقابل $C_1 = 4\mu F$، $C_2 = 6\mu F$ و $C_3 = 12\mu F$ است و هر خازن حداکثر می‌تواند ولتاژ ۱۲ ولت را تحمل کند. بیش‌ترین اختلاف پتانسیلی که می‌توان بین دو نقطه‌ی A و B اعمال کرد تا خازن‌ها دچار فروشکست نشوند چند ولت است؟ ۸۹



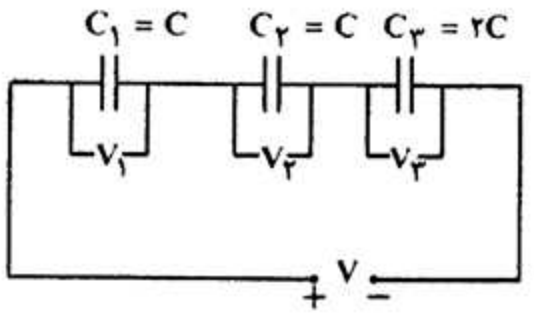
۱) ۲۴
۲) ۱۲
۳) ۲۲
۴) ۳۶

۸۵ - در مدار روبه‌رو اگر کلید را ببندیم، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سرخازن C_1 چگونه تغییر می‌کند؟ ۹۰



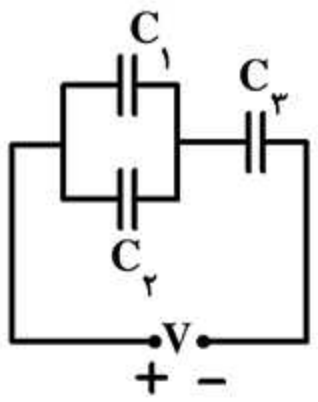
۱) ۴۰ ولت کاهش می‌یابد.
۲) ۴۰ ولت افزایش می‌یابد.
۳) ۸۰ ولت کاهش می‌یابد.
۴) ۸۰ ولت افزایش می‌یابد.

۸۶ - در مدار روبه‌رو، سه خازن به طور متوالی به یک مولد به اختلاف پتانسیل V بسته شده‌اند. کدام گزینه‌ی زیر درباره‌ی انرژی و یا اختلاف پتانسیل دو سر خازنها درست است؟ (u انرژی و V اختلاف پتانسیل الکتریکی است.) ۹۱



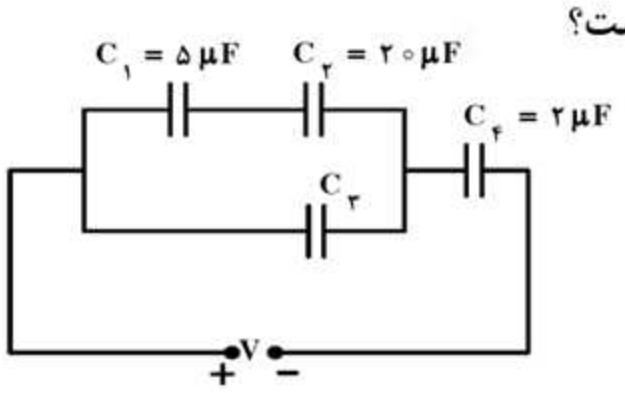
۱) $u_1 = u_2 = u_3$
۲) $v_1 = v_2 = 2v_3$
۳) $u_1 = u_2 = \frac{1}{2}u_3$
۴) $v_1 = v_2 = \frac{1}{2}v_3$

۸۷ - در مدار روبه‌رو، انرژی ذخیره شده در هر یک از خازن‌ها یکسان است. چه رابطه‌ای بین ظرفیت خازن‌ها برقرار است؟ ۹۲



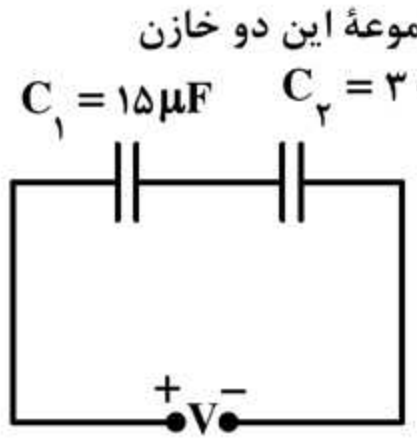
۱) $C_1 = C_2 = \frac{1}{4}C_3$
۲) $C_1 = C_2 = 4C_3$
۳) $C_1 = C_2 = \frac{1}{2}C_3$
۴) $C_1 = C_2 = 2C_3$

۸۸ - در مدار روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_1، چند برابر اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_3 است؟ ۹۳



۱) $\frac{4}{5}$
۲) $\frac{1}{5}$
۳) $\frac{3}{4}$
۴) $\frac{1}{4}$

۸۹ - در مدار روبه‌رو، بیش‌ترین ولتاژ قابل تحمل هر خازن ۶۰ V است. بیش‌ترین انرژی الکتریکی که می‌توان در مجموعهٔ این دو خازن متوالی ذخیره کرد، چند میلی ژول است؟ ۹۳



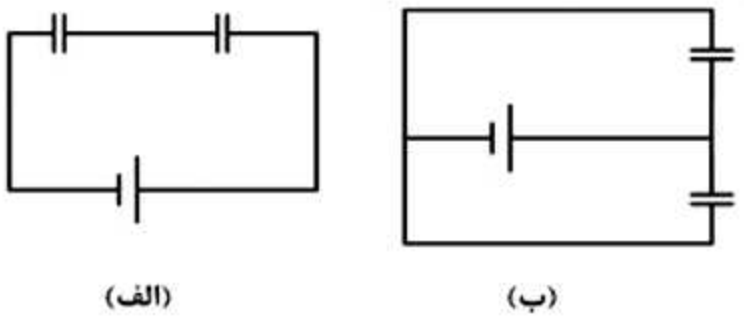
۱) ۲۰/۵
۲) ۲۴
۳) ۴۰/۵
۴) ۴۴

۹۰ - با تخلیهٔ قسمتی از بار الکتریکی یک خازن پُرشده، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. انرژی این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟ ۹۴

۱) ۴۰
۲) ۶۴
۳) ۸۰
۴) ۹۶

۹۱ - 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؟

۹۴


(الف) (ب)

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

۹۲ - خازنی با ظرفیت C_1 با اختلاف پتانسیل الکتریکی V_1 پر شده است. آن را از منبع 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؟

۸۴ ریاضی تجربی

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

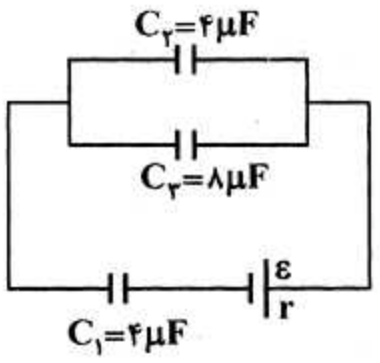
۹۳ - دو خازن ۳۰ میکروفارادی و ۶۰ میکروفارادی بی‌بار را با هم به طور متوالی بسته و دو سر مجموعه را به یک منبع ولتاژ ثابت وصل می‌کنیم. در این مدار انرژی خازن ۶۰ میکروفارادی چند برابر انرژی خازن دیگر است؟

۸۵

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

۹۴ - در شکل روبه‌رو بار ذخیره شده در خازن C_1 برابر $30\mu C$ است. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟

۸۶



۱) ۷/۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

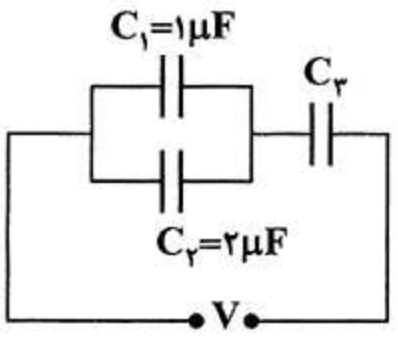
۹۵ - دو خازن $C_1 = 3\mu F$ و C_2 را به یک‌دیگر وصل می‌کنیم و ولتاژ $100V$ را به دو سر مجموعه‌ی آن‌ها می‌بندیم. اگر انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها برابر ۲۵ میلی ژول شود، ظرفیت C_2 چند میکروفاراد است؟

۸۷

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۸

۹۶ - در شکل مقابل انرژی ذخیره شده در خازن C_2 دو برابر انرژی ذخیره شده در خازن C_3 است. ظرفیت خازن C_3 چند میکروفاراد است؟

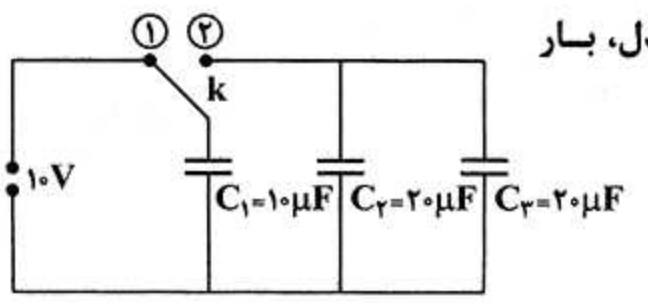
۸۸



۱) ۱ ۲) ۳
۳) ۶ ۴) ۹

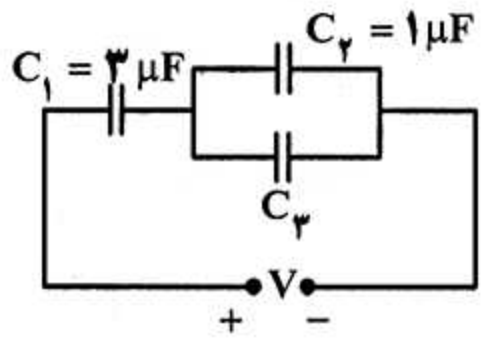
۹۷ - در مدار روبه‌رو خازن‌ها بدون بار هستند و ابتدا کلید در وضع (۱) بسته شده و پس از شارژ خازن C_1 کلید را از وضع (۱) قطع نموده و به وضع (۲) می‌بندیم. پس از برقراری تعادل، بار خازن C_1 چند میکروکولن می‌شود؟

۸۹



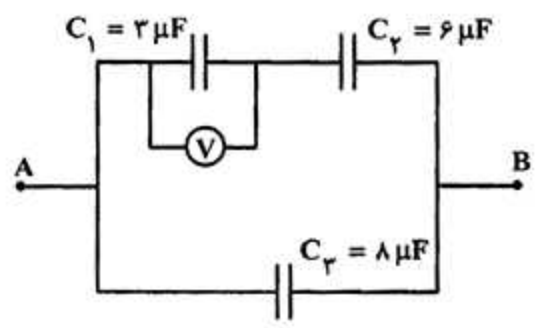
۱) ۲۰ ۲) ۵۰
۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

۹۸ – ۹۰ در مدار روبه‌رو، انرژی ذخیره شده در خازن C_1 برابر ۱۵۰ میکروژول و بار ذخیره شده در خازن C_2 برابر ۲۰ میکرو کولن است. C_3 چند میکروفاراداست؟



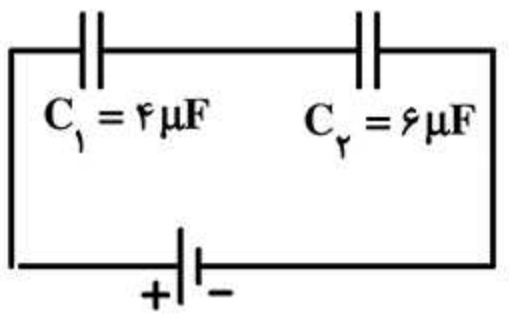
۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۱/۵
۴) ۲

۹۹ – ۹۱ در مدار روبه‌رو، بار ذخیره شده در خازن C_3 برابر ۲۴۰۰ میکروکولن است. ولت سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟



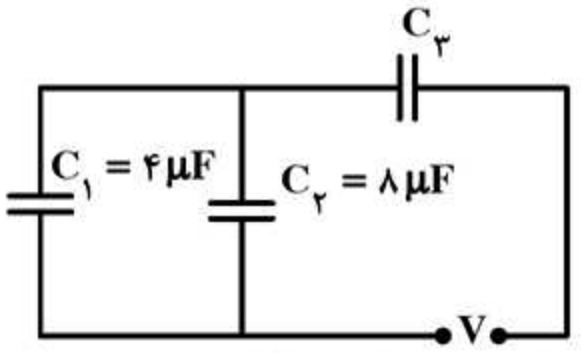
۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۱۰۰
۴) ۲۰۰

۱۰۰ – ۹۲ در شکل زیر، بین صفحات خازن C_2 هوا است. اگر فضای بین صفحات این خازن را از عایقی به ثابت دی‌الکتریک $k = 2$ پرکنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در این خازن چند برابر می‌شود؟



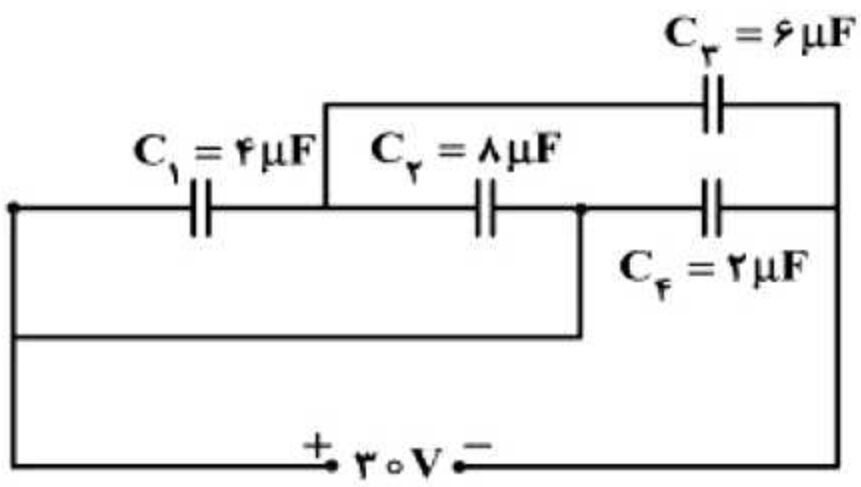
۱) $\frac{۵}{۴}$
۲) $\frac{۵}{۶}$
۳) $\frac{۵}{۸}$
۴) $\frac{۵}{۱۱}$

۱۰۱ – ۹۳ در مدار روبه‌رو، اگر انرژی ذخیره شده در خازن C_1، $\frac{۲}{۳}$ انرژی ذخیره شده در خازن C_3 باشد، ظرفیت خازن C_3 چند میکروفاراد است؟



۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۱۸
۴) ۲۴

۱۰۲ – 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

۹۸ ۱ ۹۹ ٤ ۱۰۰ ۱ ۱۰۱ ٤ ۱۰۲ ۳