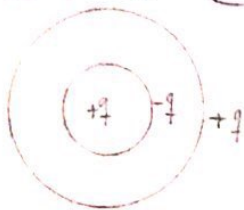


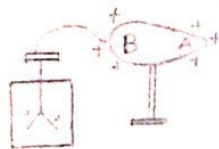
نکته:

هرگاه یک پوسته کروی رسانایی وجود داشته باشد و از داخل بار q را به سطح داخلی آن تماس بدیم، بار به سطح خارجی آن منتقل می شود و در سطح داخلی بار صفر خواهد بود. اگر بار را تماس ندیم، بار الکتریکی بصورت القا در پوسته در حدودی که به هم سطح داخلی و هم سطح خارجی بار خواهد داشت.



مثال ۲-۳۸:

کلاهک الکترود سکوی را مطابق شکل، به یک رسانای باردار متصل کردیم. سیم اتصال را بر روی سطح رسانای باردار از A تا B جابجا می کنیم. نامشده و رنگ های الکترود سکوی می باشد.



(ب) کاهش

(الف) ابتدا کاهش و سپس افزایش

(د) افزایش

(ج) ابتدا افزایش و سپس کاهش

مثال ۲-۳۹:

پوسته های کروی فلزی A و B و کروی فلزی C را مطابق شکل در نظر بگیرید و بار الکتریکی کروی ها به ترتیب $Q_A = -Q$ و $Q_B = 4Q$ و $Q_C = 4Q$ است. بایستی کله های k_1 و k_2 کروی ها هم متصل می شود. بن از مثال، کدام گزینه درست است:



(الف) $Q_A = +4Q$ و $Q_B = 0$ و $Q_C = +4Q$

(ب) $Q_A = +4Q$ و $Q_B = 0$ و $Q_C = 0$

(ج) $Q_A = +2Q$ و $Q_B = 0$ و $Q_C = 0$

(د) $Q_A = 3Q$ و $Q_B = +2Q$ و $Q_C = +Q$

انرژی پتانسیل الکتریکی:

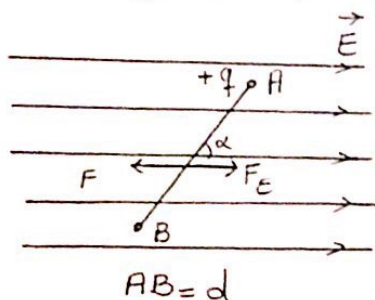
وقتی بارهای الکتریکی هم آم را با هم در تماس می گذاریم و بارهای الکتریکی غیر هم آم را

با سرعت ثابت از هم دوری کنیم، برای غلبه بر نیروهای دافعه و جاذبه کار انجام می‌دهیم که این کار بصورت انرژی پتانسیل الکتریکی در مجموعه بارها ذخیره می‌شود.

نتیجه: اگر فاصله‌ی دوبار الکتریکی [حجم نام] افزایش یابد، انرژی پتانسیل الکتریکی [فاصله نام] می‌یابد.

نکته: تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار الکتریکی بین دو نقطه از فضا برابر منفی کار میدان در انتقال بار از نقطه‌ی اول تا نقطه‌ی دوم می‌باشد. اگر این جابجایی با سرعت ثابت انجام گیرد، کار عامل خارجی قریبی کار میدان الکتریکی می‌باشد.

فرض کنید در شکل زیر بار مثبت q از نقطه‌ی A تا B با سرعت ثابت جابجا شود.



$$|F_E| = |F| = qE$$

$$I: W_{F_E} = F_E d \cos(\pi - \alpha) = -F_E d \cos \alpha = -qE d \cos \alpha$$

$$II: W_F = F d \cos \alpha = qE d \cos \alpha$$

$$I \& II \Rightarrow W_F = -W_{F_E}$$

$$\Delta U = W_F = -W_{F_E}$$

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه:

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت است. وقتی یکای بار از نقطه‌ی اول



تا نقطه‌ی دوم جابجا شود.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \frac{J}{C} \equiv V$$

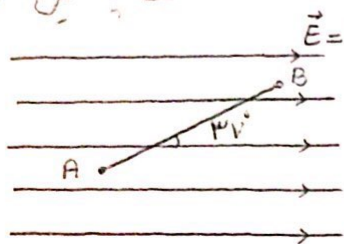
نکته: عامل شارش بار الکتریکی اختلاف پتانسیل الکتریکی باشد.

نکته:

طبق قرارداد به بار الکتریکی مثبت نسبت به بار الکتریکی منفی پتانسیل الکتریکی بیشتری نسبت به آن دارد.

مثال ۲-۴۰:

در شکل مقابل، بار $+q$ از نقطه A به نقطه B جابجا شده است. اختلاف پتانسیل الکتریکی



$$AB = 2m \text{ و } \sin 37^\circ = 0.6$$

بین دو نقطه A و B $(V_A - V_B)$ چقدر است؟

(الف) -3.2×10^4

(ب) -4×10^4

(د) 4×10^4

(ج) 3.2×10^4

مثال ۲-۴۱:

در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $E = 2 \times 10^4$ ولت بر متر، ذره ای از بار الکتریکی $q = -4$ میکروکولوم

از حال سکون جابجا می شود. پس از ۵۰ cm، جابجایی در راستای خطوط میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی

بار نگهدارنده تغییر می کند؟

(الف) ۴، افزایش (ب) ۴، کاهش (ج) 4×10^{-2} ، افزایش (د) 4×10^{-2} ، کاهش

مثال ۲-۴۲:

در یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار $q = -4$ میکروکولوم از نقطه A جابجا می شود. انرژی جنبشی بار در حین

حرکت از نقطه A به نقطه B 1×10^{-2} جول می شود. $V_B - V_A$ برابر چقدر است؟

(الف) ۵۰

(ب) ۵۰

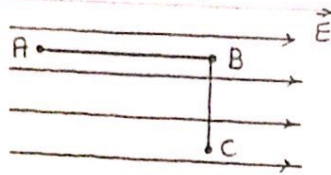
(ج) ۹۰۰

(د) ۹۰۰

مثال ۲-۴۳:

در شکل زیر میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $E = 100$ ولت بر متر، $V_A - V_C$ چقدر است؟

تعیین و تنظیم : برمی ۲۳



$$AB = 4 \text{ cm}$$

(ب) ۵۰

(الف) ۴۰

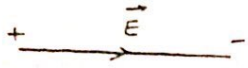
$$BC = 3 \text{ cm}$$

(د) -۵۰

(ج) -۴۰

نکته :

برای تعیین نحوه تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی یک ذره باردار در میدان الکتریکی از $\Delta u = q \Delta V$ استفاده می‌کنیم:



(الف) بار الکتریکی مثبت در جهت میدان حرکت کند:

$$\Delta V < 0$$

$$q > 0$$

$$\Rightarrow \Delta u = q \Delta V < 0$$

$$\Delta k = -\Delta u \Rightarrow \text{انرژی جنبشی افزایش می‌یابد}$$

(ب) بار الکتریکی مثبت در خلاف جهت میدان حرکت کند:

$$\Delta V > 0$$

$$q > 0$$

$$\Rightarrow \Delta u = q \Delta V > 0 \Rightarrow \Delta k < 0$$

(ج) بار الکتریکی منفی در جهت میدان حرکت کند:

$$\Delta V < 0$$

$$q < 0$$

$$\Rightarrow \Delta u = q \Delta V > 0 \Rightarrow \Delta k < 0$$

(د) بار الکتریکی منفی در خلاف جهت میدان حرکت کند:

$$\Delta V > 0$$

$$q < 0$$

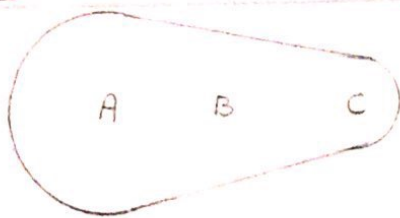
$$\Rightarrow \Delta u = q \Delta V < 0 \Rightarrow \Delta k > 0$$

نکته :

پتانسیل الکتریکی یک جسم به اندازه ی بار جسم و شکل جسم بستگی دارد. هر چه اندازه ی بار بیشتر باشد پتانسیل الکتریکی آن بیشتر می‌شود.

نکته :

وقتی به یک جسم رسانا بار می‌دهیم، بار در سطح خارجی آن طوری پخش می‌شود که پتانسیل الکتریکی تمام نقاط آن یکسان می‌شود. یعنی سطح یک جسم رسانا، یک سطح هم پتانسیل است.



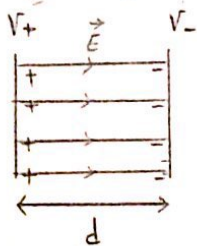
(در حالت الکتراساتیف) $V_A = V_B = V_C$

$E_A < E_B < E_C$

$\sigma_A < \sigma_B < \sigma_C$

محاسبه میدان الکتریکی کنواخت:

می دانیم که میدان الکتریکی بین دو صفحه باردار هم اندازه و مختلف الفلام و در هر از این جای آن کنواخت است که از رابطه زیر بدست می آید:



$V_+ = V$ و $V_- = 0$

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

$\Delta V = V = \frac{\Delta u}{q} = \frac{W}{q} = \frac{F d}{q} = \frac{q E d}{q} = E d$

$E = \frac{V}{d} \Rightarrow \frac{N}{C} \equiv \frac{V}{m}$

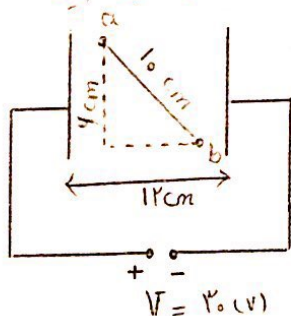
مثال ۲-۴۴:

خبره ای به هم ۱۰۹۲ با بار q در فضای بین دو صفحه ی افقی رسانای باردار هم طول و در مثال سکون است اگر فاصله ی دو صفحه از هم ۱ cm و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه (۱۷) و جهت میدان عمودی به طرف بالا باشد، اندازه و نوع بار q چند است؟

الف) $+2 \times 10^{-1}$ ب) -2×10^{-1} ج) $+2 \times 10^{-3}$ د) -2×10^{-3}

مثال ۲-۴۵:

در شکل مقابل، دو صفحه ی تخت رسانا به اندازه ۱۰ cm و ۱۲ cm وصل شده اند. اختلاف پتانسیل بین دو صفحه



ب) ۱۸

د) ۲۵

الف) ۱۵

ج) ۲۰

بررسی چند موضوع:

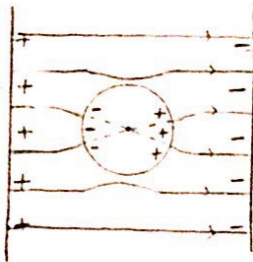
الف) میدان الکتریکی در داخل رسانا صاف است و بر سطح آن عمود است. چون اگر عمود نباشد مولفه‌ای مماس بر سطح خواهد داشت. پس طبق $\vec{F} = q\vec{E}$ بر الکترونهای سطح رسانا نیرو وارد می‌شود تا آنرا

باید الکترونها در سطح رسانا بپرست در حال حرکت باشند، در حالی که در حالت استاتیکی سطح رسانا هم بیاضیل است.



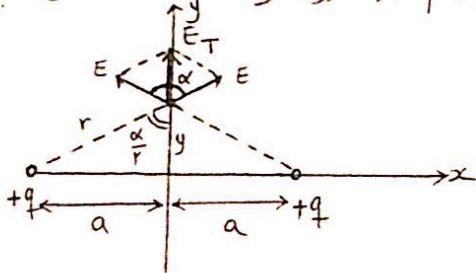
در حالت استاتیکی $E_y = E$ و $E_x = 0$

ب) اگر دو صفحه‌ی تخت دارای بارهای یکسان و مختلف علامه باشند، میدان در داخل آن در درازنهم هاکنیواخت می‌شود. و اگر کره رسانایی در این میدان کنیواخت قرارگیرد، همین میدان



در داخل رسانا صفر است و بر سطح رسانا عمود است، خطوط میدان مطابق شکل رد و بر خواهد شد. (شعاع در نقطه مماس بر خط مماس عمود است.)

ج) خودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از دریا هم نام و هم اندازه روی عمود منصف خط واصل دربار:



$$E_T = 2E \cos \frac{\alpha}{r} = 2 \left(k \frac{q}{r^2} \right) \cos \frac{\alpha}{r}$$

$$E_T = 2 \frac{kq}{a^2 + y^2} \times \frac{y}{\sqrt{y^2 + a^2}} = \frac{2kqy}{(a^2 + y^2)^{3/2}}$$

برای آنکه بیشترین E بیفتد می‌شود، مشتق E بر حسب y را برابر صفر قرار می‌دهیم.

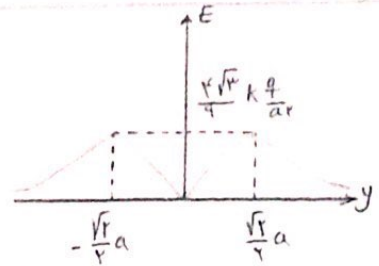
$$\frac{dE}{dy} = 2kq \times \frac{(y^2 + a^2)^{-3/2} - \frac{3}{2} \times 2y (y^2 + a^2)^{-5/2}}{(y^2 + a^2)^3} = 0$$

$$(y^2 + a^2)^{-5/2} [(y^2 + a^2) - 3y^2] = 0$$

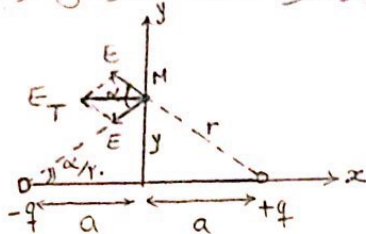
۲۴ تقسیم الکتریکی

$$(y^2 + a^2)^{\frac{1}{2}} \neq 0$$

$$(y^2 + a^2) - y^2 = 0 \Rightarrow y^2 = a^2 \Rightarrow y = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} a$$



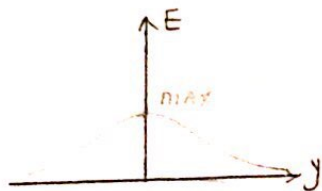
(د) تغییرات نمودار میدان الکتریکی حاصل از دو قطبی الکتریکی روی عمود وسط خط دایره در بار



$$E_T = 2E \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \left(\frac{kq}{r^2} \right) \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$E_T = 2 \left(\frac{kq}{a^2 + y^2} \right) \times \frac{a}{\sqrt{a^2 + y^2}}$$

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

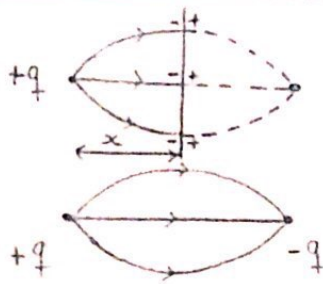


* بیشتر بدانید *

الف) وقتی یک بار q در کنار یک رسانا قرار گیرد، در صورت محدود بودن رسانا، بار القا شده روی رسانا کمتر از اندازه بار خواهد بود چون کل خطوط بار نقطه ای به رسانا ختم نمی شود. اگرخواهیم درست به اندازه ی بار روی سطح بار الکتریکی القا شود، باید سطح رسانا نامحدود باشد. به عنوان مثال اگر یک بار نقطه ای داخل یک پوسته کروی رسانا قرار گیرد، چون تمامی خطوط این بار از سطح رسانا عبور می کند، بار القا شده روی رسانا به اندازه ی بار نقطه ای خواهد بود.

ب) هرگاه مطابق شکل بار نقطه ای q مقابل یک صفحه رسانای نامحدود قرار گیرد، بار القا شده روی صفحه هم اندازه ی بار نقطه ای q می شود و با تغییر خطوط میدان بار در صفحه، با خطوط میدان در بار نقطه ای هم اندازه و میوه هم می توان گفت که دایره های همسایه ی بار الکتریکی در بار صفحه در

همان است



نیروی بین بار نقطه‌ای و تصویر
آن در صفحه = نیروی بین بار نقطه‌ای و صفحه

$$F = \frac{k q^2}{(2x)^2}$$

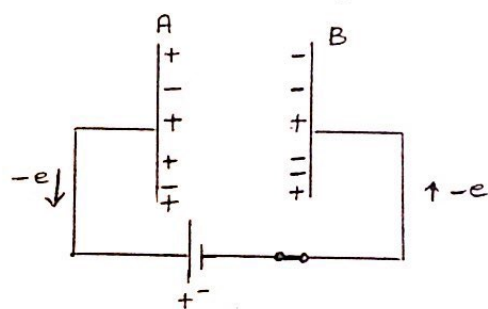
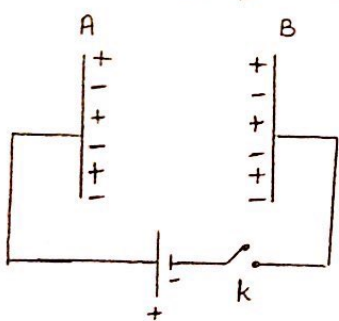
خازن : یک قطعه الکتریکی است که می‌تواند مقداری بار الکتریکی دریا انرژی الکتریکی در خود ذخیره کند.

خازن مسطح :

خازنی است که دو صفحه‌ی آن رسانا و موازی هم هستند که با علامت $\parallel$ نشان می‌دهیم.

نوعی پر کردن خازن (شارژ خازن) :

با وصل خازن به باتری ، باتری بار $-q$ را روی صفحه‌ی متصل به پایانه منفی انباشته می‌کند ، بار $+q$ ، بار الکتریکی $+q$ را روی صفحه‌ی مقابل القای کند. بارهای متغیر رانده شده از این صفحه به مولد برگردند ، انباشته شدن بار در صفحات خازن تا زمانی ادامه می‌یابد که اختلاف پتانسیل دو سر خازن با اختلاف پتانسیل دو سر باتری یکسان شود.



در واقع باتری با مصرف انرژی سیمای خود باعث ذخیره انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن می‌شود.

ظرفیت خازن :

نسبت بار الکتریکی ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی آن است.

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow F = \frac{C \text{ کولن}}{V \text{ ولت}}$$

نکته: توجه کنید که ظرفیت خازن به بار و اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازن بستگی ندارد یعنی هر چه اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باطری بیشتر باشد، بار ذخیره شده در خازن هم بیشتر می شود و برعکس عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن:

(۱) تناسب با مساحت سطح صفحات مسطرت صفحات خازن که بر روی هم هستند.

(۲) نسبت عکس با فاصله ی بین دو صفحه خازن

(۳) بستگی به جنس دی الکتریک بین دو صفحه خازن دارد.

$$C = k \epsilon \frac{A}{d} \quad k=1 \Rightarrow C = \epsilon \frac{A}{d} \quad \text{برای خلأ}$$

$k > 1$ برای غیر خلأ k ثابت دی الکتریک.

توجه کنید که ضریب دی الکتریک (یا k) مانند شیخ پیاز آیین است که مقداری بین دو صفحه خازن تخت را می گذارد، است و عددی کم است. (برای $k=1$ برای خلأ)

نکته:

(۱) وقتی که خازن به باطری وصل است، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است چون اختلاف پتانسیل دو سر آن با اختلاف پتانسیل باطری برابر است.

(۲) وقتی خازن از باطری جدا می شود (خازن انزله) بر آن ثابت خواهد ماند.

انرژی خازن:

باطری برای یک کولن خازن انرژی شیمیایی مصرف می کند به صورت انرژی الکتریکی در خازن ذخیره می شود. می توان ثابت کرد: $u = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ و $u = \frac{1}{2} C V^2$ $\frac{q=CV}{V=\frac{q}{C}}$

مثال ۲-۴۴:

هر یک از صفحات خازن تختی به شکل مربع به ضلع 10 mm است. بین صفحات خازن که فاصله آنها از یکدیگر 5 mm است، باری الکتریکی با ثابت دی الکتریک 5 پر شده است. ظرفیت خازن جدید چقدر خواهد بود؟

$$\epsilon = 4 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$$

- الف) ۹۰۰ (ب) ۹۰ (ج) 9×10^{-11} (د) ۰.۹

مثال ۲-۴۷:

صفحه های خازن تختی باری الکتریک جدا، دایره ای شکل است. اگر فاصله دو صفحه را دو برابر به جای صفحه های آن از صفحه های با شعاع دو برابر استفاده کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می شود؟

- الف) ۱ (ب) $\frac{1}{4}$ (ج) ۲ (د) ۴

مثال ۲-۴۸:

دو صفحه ی خازنی را که فاصله ی بین صفحه های آن قابل تنظیم است، به دو یا یانه ی یک مولد وصل کرده ایم. اگر در همین حالت فاصله ی دو صفحه نصف شود، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در خازن به ترتیب چند برابر می شوند؟

- الف) $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{2}$ (ب) $\frac{1}{2}$ و ۲ (ج) ۲ و $\frac{1}{2}$ (د) ۲ و ۲

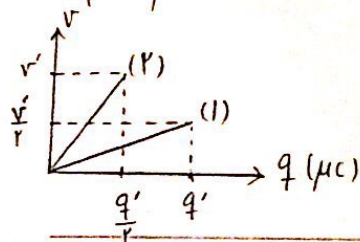
مثال ۲-۴۹:

ظرفیت خازنی $12 \mu\text{F}$ و بار الکتریکی آن q است. تا انرژی باید مصرف کنیم تا 3 mC بار الکتریکی را از صفحه ی منفی جدا کرده و به صفحه ی مثبت منتقل می کنیم، q چندگونی است؟

- الف) 3105×10^{-2} (ب) 3105×10^{-2} (ج) 3105×10^{-3} (د) 3105×10^{-3}

مثال ۲-۵۰:

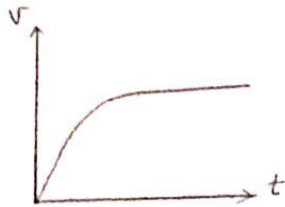
در شکل مقابل، نمودار $(V-q)$ مربوط به دو خازن C_1 و C_2 را مشاهده می کنید. کدام خازن را به این صحنه ی بین انرژی ذخیره شده این دو خازن را نشان می دهد؟



- الف) $U_1 = \frac{U_2}{4}$ (ب) $U_1 = U_2$ (ج) $U_1 = 2U_2$ (د) $U_1 = \frac{1}{4}U_2$

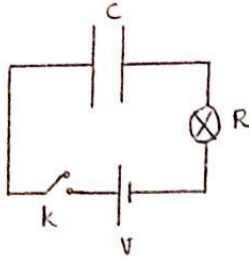
نکته:

توجه کنید فقط خازن را به باتری وصل می کنیم در ابتدا از خازن جریان عبور کرده و خازن پر می شود پس از پر شدن خازن، جریان قطع می شود. یعنی در حال تعادل جریان عبوری از خازن صفر است.



مثال: ۲-۵۱:

در سلسله متوالی، بار از باتری خازن برای صفر است. اگر باتری را ببندیم، چه اتفاقی برای لامپ می افتد؟



الف) روشن شده و روشن باقی می ماند

ب) روشن شده و به تدریج روشن می شود تا جایی که خاموش می شود.

ج) خاموش باقی می ماند

د) مرتب روشن و خاموش می شود.

نکته:

اگر چگالی سطحی میدان از صفحات خازن برشده کم باشد، اندازه شدت میدان الکتریکی تغییر می کند.

پس صفحات آن برابر است با:

$$C = k \epsilon \frac{A}{d}$$

$$q = CV$$

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow E = \frac{q}{Cd} = \frac{q}{k \epsilon \frac{A}{d} d} \Rightarrow E = \frac{q}{k \epsilon A} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{k \epsilon}$$

$$k=1 \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

پدیده ی فرو شکست:

اگر اختلاف پتانسیل در سطح خازن زیاد شود باردهنده منفی در آن زیاد می شود.

قسمت های خازن می تواند که از ظرفیت آن جدا شود، مثلاً می توان آن را به دو قسمت تقسیم کرد.

توجه کنید: در حالت اول، خازن را به باتری وصل می کردیم و در حالت دوم، خازن را به باتری وصل می کردیم.

در سیستم با ابعاد متغیر، خازن تعیین می شود.

این پدیده باعث تغییر ماهیت یا سوراخ شدن دی الکتریک جامد یا سوختن خازن می شود.

بررسی میکروسکوپی نقش دی الکتریک :

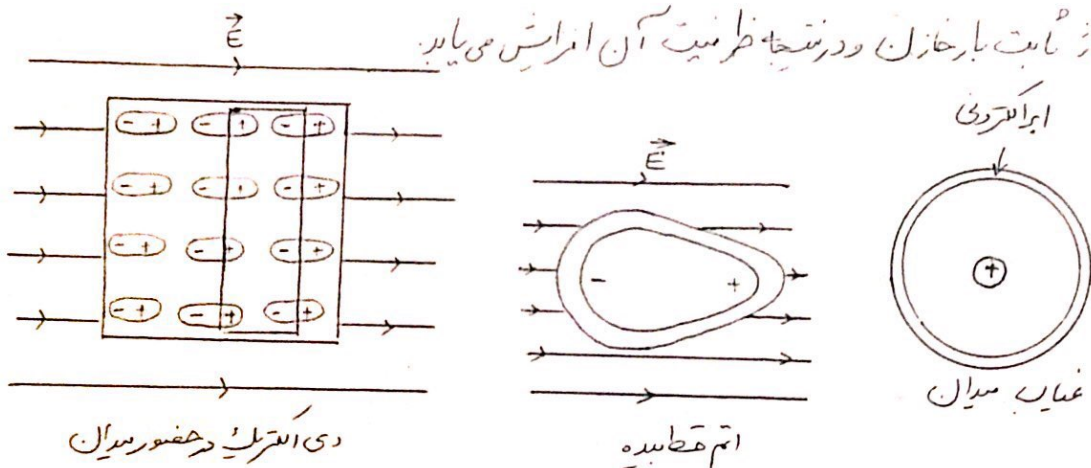
وقتی که یک دی الکتریک در میدان الکتریکی قرار بگیرد، طبق رابطه $F = qE$ اثر الکتریکی در

مخالف جهت میدان و همواره در جهت میدان خارج می شود. در نتیجه مرکز بار مثبت و منفی از هم جدا

شده اتم قطبیده می شود. درون دی الکتریک بارهای مثبت و منفی می کشند و در مجاورت صفحات خازن

در سطح دی الکتریک بارهای غیر هم نام با صفحات ایجاد شده و نیروی جاذبه بین این بارها در

و دما ثابت بار خازن و در نتیجه ظرفیت آن افزایش می یابد.



دی الکتریک در حضور میدان

اتم قطبیده

غلاف بار

نتیجه :

وقتی که یک خازن را به باتری وصل می کنیم مقدار انرژی ذخیره شده در خازن، نصف انرژی هست که باتری از دست می دهد. در واقع نصف بقیه در سیم ها بصورت گرما تلف شده و بصورت اشعاع

الکترومغناطیس در می آید. $u = \frac{1}{2} qV$ انرژی خازن $u = qV$ انرژی باتری

ظرفیت معادل :

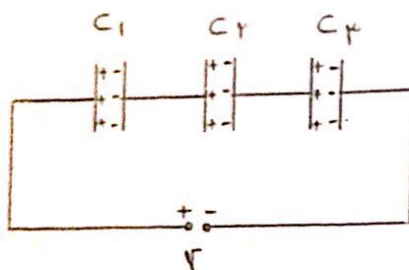
ظرفیت معادل چند خازن، ظرفیت خازنی است که اگر به جای آن خازن ها در مدار قرار بگیرد دوباره

همان ولتاژی که به دو سر مجموع خازنها وصل است متصل شود، بار الکتریکی ذخیره شده در آن برابر بار ذخیره شده در مجموع خازنها باشد.

اتصال خازنها:

الف) حالت سری (متوالی)

در این حالت بارهای خازنها با بار کل برابر است. (طبق بایستگی بار الکتریکی) ولی پتانسیل به نسبت عکس ظرفیت تقسیم می شود.



$$q_T = q_1 = q_2 = q_3 = \dots$$

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

$$\frac{q}{C_T} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} + \frac{q_3}{C_3} + \dots \Rightarrow \frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

$$\left\{ \begin{array}{l} q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{V_1}{V_2} \\ q_1 = q_T \Rightarrow C_1 V_1 = C_T V_T \Rightarrow \frac{C_T}{C_1} = \frac{V_1}{V_T} \end{array} \right.$$

نکته:

۱) در خازنهای سری ظرفیت معادل از ظرفیت تک تک خازنها کوچکتر است.

۲) اگر در خازنهای سری، مقدار خازنهای سری از یکدیگر کم، ظرفیت معادل کمتر میشود و برعکس ولی اگر اندازه هر کدام از ظرفیتها از یکدیگر کم، ظرفیت معادل نیز زیاد میشود و برعکس.

۳) در حالت سری انرژی الکتریکی به نسبت عکس ظرفیت خازنها تقسیم می شود.

$$u = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{u_1}{u_2} = \frac{C_2}{C_1} \\ \frac{u_1}{u_T} = \frac{C_T}{C_1} \end{array} \right.$$

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

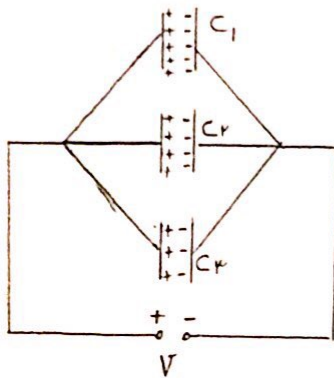
(۴) برای دو خازن سری می توان نوشت :

$$\frac{V_1}{V_T} = \frac{C_T}{C_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_T} = \frac{\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}{C_1} \quad V_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} V_T$$

بطور مشابه : $V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_T$

(ب) حالت موازی (استثایی)

در این حالت دو سر تمام خازنها مشترک است. پس اختلاف پتانسیل دو سر آنها یک است ولی بار به نسبت مستقیم ظرفیتها تقسیم می شود.



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

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

$$C_T V_T = C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 + \dots$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_2 \\ \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \end{array} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{q_1}{q_2} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_T \\ \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_T}{C_T} \end{array} \Rightarrow \frac{C_1}{C_T} = \frac{q_1}{q_T} \right.$$

نکته :

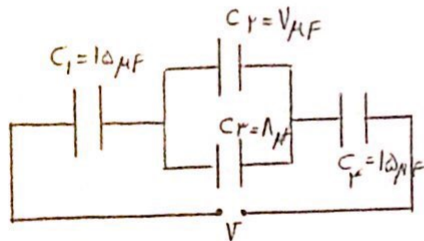
(۱) در حالت موازی خازنها ، ظرفیت معادل از ظرفیت تک تک خازنها بیشتر است.

(۲) در حالت موازی خازنها ، یا زیاد شدن ظرفیت خازنها یا تعداد حالتی موازی ظرفیت معادل بیشتر می شود و برعکس.

(۳) در حالت موازی خازنها انرژی به نسبت مستقیم ظرفیت خازنها تقسیم می شود.

غیر متجانس: ۳۴

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow \begin{cases} \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1}{C_2} \\ \frac{U_1}{U_T} = \frac{C_1}{C_T} \end{cases}$$



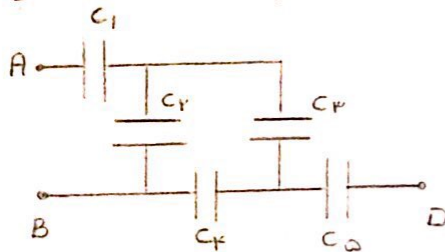
مثال ۵۲-۲ :

در شکل مقابل ظرفیت معادل چیست ؟

- (الف) ۱۵
(ب) $\frac{3}{15}$
(ج) ۵
(د) ۴۵

مثال ۵۳-۲ :

در شکل مقابل ، ظرفیت همگی کاپازیتان است ، ظرفیت معادل بین دو نقطه A و B چند

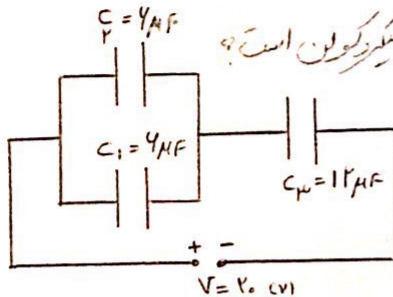


برابر ظرفیت معادل بین دو نقطه A و B است ؟

- (الف) $\frac{3}{5}$
(ب) $\frac{3}{2}$
(ج) ۲
(د) ۱

مثال ۵۴-۲ :

در شکل داده شده ، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_4 چند میکروکولن است ؟

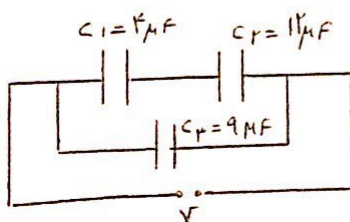


- (الف) ۱۲۰
(ب) ۲۴۰
(ج) ۸۰
(د) ۶۰

مثال ۵۵-۲ :

در مثال فوق ، اختلاف پتانسیل الکتریکی در سر خازن C_1 چند ولت است ؟

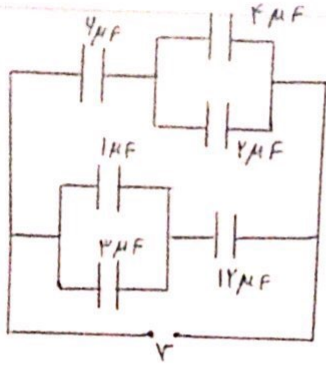
- (الف) ۲۰
(ب) ۴۰
(ج) ۱۰
(د) ۲۰



مثال ۵۶-۲ :

در شکل مقابل دو خازن C_1 و C_2 بار خازن C_3 را است ؟

- (الف) $\frac{1}{3}$
(ب) ۳
(ج) ۲۷
(د) ۹۰

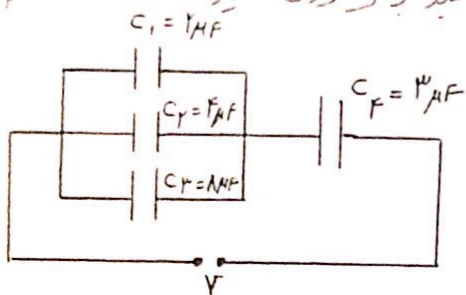


مثال ۵۷-۲ :
در شکل مقابل ، بار خازن $4\mu F$ ، $12\mu F$ است . بار خازن $11\mu F$ چند میکروکولن است ؟

- الف) ۲۴۰
ب) ۱۸۰
ج) ۱۲۰
د) ۶۰

مثال ۵۸-۲ :

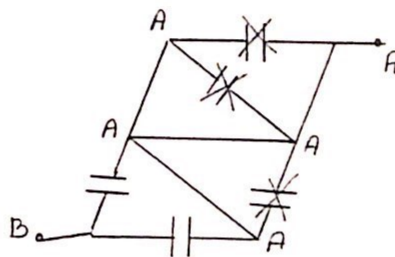
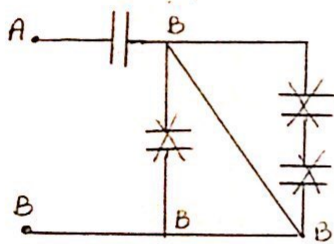
در شکل رو برد ، انرژی ذخیره شده در خازن C_F چند برابر انرژی ذخیره شده در خازن C_P است ؟



- الف) $\frac{3}{4}$
ب) $\frac{4}{3}$
ج) $\frac{149}{3}$
د) $\frac{13}{49}$

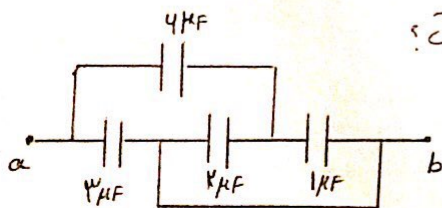
اتصال کوتاه :

وقتی دو سر خازن به وسیله یک سیم بدون مقاومت بهم وصل می شود ، دو سر خازن هم پتانسیل شده و پایداری مثبت و منفی همدیگر را خنثی می کنند ، خازن تخلیه شده از مدار حذف می شود . مناسب ترین روش برای تشخیص حالت های سری و موازی ناگذاری نقاط هم پتانسیل است .



مثال ۵۹-۲ :

در شکل مقابل ، ظرفیت معادل مدار بین a و b چند μF است ؟



- الف) $7/5$
ب) ۵
ج) ۱۲
د) ۳

مثال ۲-۳۰:

در شکل مقابل، ظرفیت معادل بین A و B کدام است؟ (ظرفیت خازنها برابر C است.)



الف) صفر

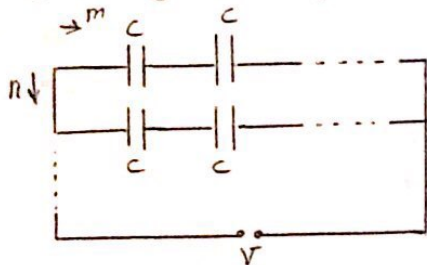
ب) $4C$

ج) C

د) $\frac{3}{4}C$

خازنهای مختلط:

اگر به تعداد $n \times m$ خازن مشابه در n سطر و m ستون به یک باتری وصل شوند، می توان نوشت:



برای هر سطر: $C' = \frac{C}{m}$

ظرفیت معادل: $C_T = n \frac{C}{m}$

بار خازن: $\frac{q_T}{n}$

پتانسیل خازن: $\frac{V}{m}$

مثال ۲-۴۱:

تعداد ۲۴ خازن که ظرفیت هر یک C می باشد را چگونه می بینیم تا ظرفیت کل $\frac{3}{4}C$ می گردد؟

الف) ۸ ردیف ۳ تایی

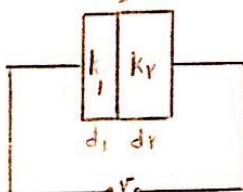
ب) ۶ ردیف ۴ تایی

ج) ۴ ردیف ۲ تایی

د) ۳ ردیف ۸ تایی

نکته:

مهرگاه دی الکتریکهای متفاوت بصورت شکلهای زیرین صفحات خازن قرارگرفته می توان نوشت:



$$C_1 = k_1 \epsilon \frac{A}{d_1}$$

$$C_2 = k_2 \epsilon \frac{A}{d_2}$$

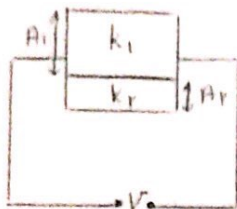
$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

در تنظیم آفریادهای من مستطیهای خازن مسطحی با n تایی اکثریک (موازی با صفحات) $n \times m$

تغییر نظم الکتریکی

بجای تقسیم شده باشد، ظرفیت خازن با استفاده از رابطه‌ی معادل حساب می‌شود.

$$C = \frac{\epsilon A}{\frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \dots + \frac{d_n}{k_n}} = \frac{\epsilon A}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{k_i}}$$



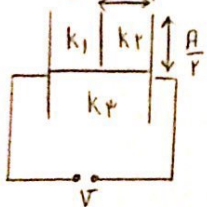
$$C_p = C_1 + C_2 \quad ; \quad C_1 = k_1 \epsilon \frac{A_1}{d} \quad ; \quad C_2 = k_2 \epsilon \frac{A_2}{d}$$

در صفحه اگر صفحات خازن توسط n تارهای الکتریکی به n بخش تقسیم شده باشد، ظرفیت خازن بر اساس رابطه‌ی ورود محاسب می‌شود:

$$C = \frac{\epsilon}{d} (k_1 A_1 + k_2 A_2 + \dots + k_n A_n) = \frac{\epsilon}{d} \sum_{i=1}^n k_i A_i$$

مثال ۲-۲:

وقتی معادلی بین دو صفحه خازنی هم‌اندازه است ظرفیت آن C می‌باشد. اگر مطابق شکل بین صفحات آن دی الکتریک‌های وارد کنیم، ظرفیت آن چند می‌شود؟



$$k_1 = k_2 = k_3 = \epsilon$$

(ب) ۵

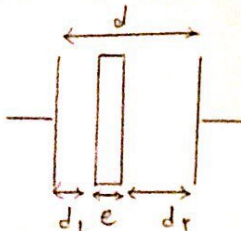
(الف) $\frac{1}{5}$

(د) ۲

(ج) $\frac{1}{2}$

نکته:

هرگاه بین دو صفحه‌ی خازن یک سیم نازکی به ضخامت e قرار بدهیم، ظرفیت خازن بیست می‌شود چون در داخل سیم میدان وجود ندارد، می‌توان مجموع را بصورت دو خازن سری در نظر گرفت



$$C_1 = k \epsilon \frac{A}{d_1}$$

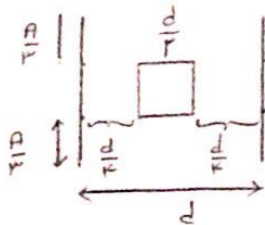
$$C_2 = k \epsilon \frac{A}{d_2}$$

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{k \epsilon A}{d_1 + d_2}$$

$$C_T = \frac{k \epsilon A}{d - e}$$

مثال ۲-۶۳:

در شکل مقابل، ناحله دو صفحه خازن d و سطح صفحات A می باشد. اگر بین صفحه خازن یک قطعه فلز به قطر $\frac{d}{4}$ و سطح $\frac{A}{4}$ قرار دهیم، ظرفیت خازن چند برابر حالت اول می شود؟



(الف) $\frac{4}{3}$

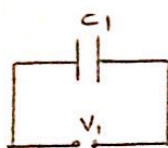
(ب) $\frac{4}{3}$

(ج) $\frac{5}{3}$

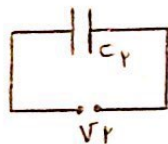
(د) $\frac{5}{3}$

نکته:

هرگاه دو خازن C_1 و C_2 را به سببی پتانسیل های V_1 و V_2 بار کنیم، سپس سیم این دو خازن را پس از جدا کردن از باتری بهم وصل کنیم، این دو خازن دارای هم خواهند شد. بار الکتریکی و پتانسیل آنها پس از اتصال هم نسبت به هم برابر می شود:

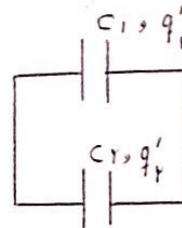


$q_1 = C_1 V_1$



$q_2 = C_2 V_2$

از باتری جدا کردن



طبق پایستگی بار: $q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$

$$V_1 = V_2 = V' = \frac{Q'}{C_T} = \frac{q_1' + q_2'}{C_1 + C_2} = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$$

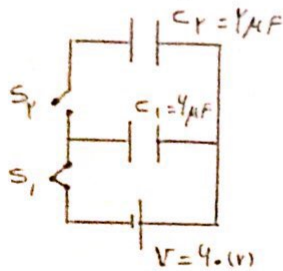
$$q_1' = C_1 V' \quad , \quad q_2' = C_2 V'$$

+ : دو صفحه هم نام هم وصل گردد.
- : دو صفحه نام هم نام هم وصل گردد.

مثال ۲-۶۴:

در این شکل ظرفیت الکتریکی C_1 و C_2 را بدین ترتیب با ولتاژهای V_1 و V_2 شارژ می کنند. سپس از سیم جدا کرده و صفحات نام هم خازن ها را بهم وصل می کنیم. ولتاژ نهایی خازن ها چند ولت می شود؟

مسئله ۲-۶۵ در شکل مقابل، کلید S_1 بسته و کلید S_2 باز است. اگر کلید S_1 را باز و سپس کلید S_2 را ببندیم، انرژی ذخیره شده در خازن C_1 چند میکروژول می شود؟ (خازن C_2 قبل از بستن کلید S_2 خالی است.)



الف) ۸۱۰۰

ب) ۳۶۰

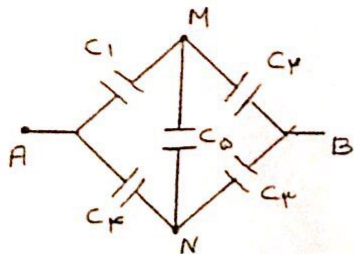
ج) ۷۲۹۰

د) ۲۰۲۵

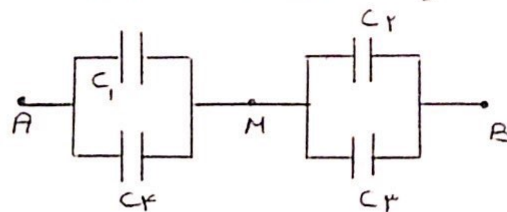
بسیستم بپراکنید:

الف) میل و تستون:

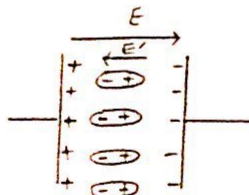
اگر در شکل زیر پتانسیل نقاط M و N با هم برابر باشند، خازن C_5 حذف می شود. می توان اشیاء گرد در این حالت را به $C_1 C_3 = C_2 C_4$ برقرار است.



$$V_M = V_N$$



ب) وقتی بین صفحات خازن دی الکتریک قرار می دهیم، میدان خازن برابر دو میدان هست، یکی میدان ایجاد شده توسط بارهای روی صفحات خازن و دیگری میدان ایجاد شده توسط دو قطب ها



$$E_T = E - E'$$

می باشد که این در میدان خلاف جهت هم هستند.