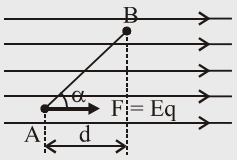
به دو کره‌ی رسانا به قطرهای ۴ و ۱۰ سانتی‌متر، دو مقدار مساوی بار الکتریکی می‌دهیم. نسبت چگالی سطحی بار در کره بزرگ‌تر به چگالی سطحی بار در کره کوچک‌تر چیست؟

۱) $\frac{۲}{۱۲۵}$ ۲) $\frac{۲}{۵}$ ۳) $\frac{۴}{۲۵}$ ۴) $\frac{۱}{۵}$

حل: گزینه‌ی «۳»

$$\sigma = \frac{q}{۴\pi R^۲} \Rightarrow \frac{\sigma_۱}{\sigma_۲} = (\frac{R_۲}{R_۱})^۲ = (\frac{۴}{۱۰})^۲ = \frac{۴}{۲۵}$$

انرژی پتانسیل و پتانسیل الکتریکی: برای جابه‌جایی یک بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی با سرعت ثابت، بایستی به بار نیروی هم اندازه و در خلاف جهت نیرویی که از طرف میدان به آن وارد می‌شود، اعمال کرد. کار این نیرو باعث تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار می‌شود.



$$W_{(\text{کار ما})} = -W'_{(\text{کار میدان})} = \underset{\downarrow \frac{N}{C}}{\overset{J}{\uparrow}} \boxed{\Delta U = Eqd} \underset{\downarrow m}{\overset{C}{\uparrow}} \quad \text{و} \quad \boxed{d = AB \times \cos\alpha}$$

- پس پتانسیل الکتریکی یک نقطه برابر با مقدار انرژی واحد بار الکتریکی در آن نقطه می‌باشد.
- هرگاه در جهت خطوط میدان الکتریکی پیش برویم، پتانسیل نقاط کاهش می‌یابد.
- انرژی پتانسیل الکتریکی بار **مثبت**، در جابه‌جایی آن **در جهت** خطوط میدان، **کاهش** و در **خلاف جهت** خطوط میدان، **افزایش** می‌یابد.
- انرژی پتانسیل الکتریکی بار **منفی**، در جابه‌جایی آن، **در جهت** خطوط میدان، **افزایش** و در **خلاف جهت** خطوط میدان، **کاهش** می‌یابد.
- وقتی دو بار الکتریکی **هم نام** را به هم **نزدیک** کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه افزایش و وقتی از هم **دور** می‌کنیم، **کاهش** می‌یابد.
- وقتی دو بار الکتریکی **ناهم نام** را به هم نزدیک می‌کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه، **کاهش** و وقتی از هم **دور** می‌کنیم افزایش می‌یابد.
- اختلاف پتانسیل دو نقطه، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی است هنگامی که بین دو نقطه در میدان الکتریکی با سرعت ثابت جابه‌جا می‌شود.

$$\text{ولت} \leftarrow \boxed{\Delta V = \frac{\Delta U}{q}} \begin{matrix} \rightarrow J \\ \rightarrow C \end{matrix}$$

در یک میدان الکتریکی بار $۱\mu C$ از نقطه‌ی A به B می‌رود. اگر کار انجام شده توسط میدان $۴\mu J$ باشد پتانسیل این بار چند ولت و چگونه تغییر کرده است؟

۱) ۴V، افزایش ۲) ۴V، کاهش ۳) ۰/۲۵V، افزایش ۴) ۰/۲۵V، کاهش

حل: گزینه‌ی «۲»

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-۴\times ۱۰^{-۶}}{۱\times ۱۰^{-۶}} = -۴V$$

پتانسیل الکتریکی در تمام نقاط روی یک رسانا یکسان است.

عامل جریان الکتریکی بین دو نقطه، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه است و همواره جریان الکتریکی از پتانسیل بیش‌تر به طرف پتانسیل کم‌تر می‌باشد.

بین دو صفحه‌ی موازی به فاصله‌ی d که به ولتاژ V متصل باشد میدان یکنواختی ایجاد می‌شود که شدتش از رابطه روبه‌رو به‌دست می‌آید.

$$\frac{V}{m} \leftarrow \boxed{E = \frac{V}{d}} \begin{matrix} \rightarrow V \\ \rightarrow m \end{matrix}$$

خازن

۱- ظرفیت خازن: نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل دو سرآن را ظرفیت خازن می‌گوییم. ظرفیت خازن به بار و یا اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد و تابعی از جنس عایق بین صفحه‌ها، مساحت سطح مشترک دو صفحه و فاصله‌ی آن‌ها است.

$$F \leftarrow \boxed{C = \frac{q}{v}} \begin{matrix} \rightarrow c \\ \rightarrow v \end{matrix} \qquad f \leftarrow \boxed{C = k\varepsilon_\circ \frac{A}{d}} \begin{matrix} \rightarrow m^۲ \\ \rightarrow m \end{matrix} \qquad \varepsilon_\circ = ۸/۸۵\times ۱۰^{-۱۲} \frac{c^۲}{N.m^۲}$$

اگر در یک صفحه‌ی رسانا به ضخامت e را به موازات دو صفحه درون آن قرار دهیم ظرفیت خازن برابر خواهد شد با:

$$\boxed{C = k\varepsilon_\circ \frac{A}{d-e}}$$

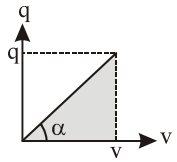
برای مقایسه‌ی ظرفیت دو خازن از رابطه مقابل استفاده می‌کنیم.

$$\boxed{\frac{C'}{C} = \frac{k'}{k} \times \frac{A'}{A} . \frac{d}{d'}}$$

اگر خازنی به ظرفیت C را به ولتاژ Vوصل کنیم، بار q انرژی U در آن ذخیره می‌شود به طوری که می‌توان نوشت:

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

نمودار $q-v$ خطی گذرنده از مبدأ است که شیب آن برابر ظرفیت خازن و سطح زیر نمودار برابر با انرژی ذخیره شده در آن می‌باشد.



$U=$ سطح زیر نمودار و $\tan\alpha=c$

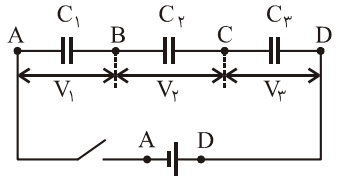
هرگاه دو سر یک خازن را به مولدی به ولتاژ V وصل کنیم، همواره اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر V و ثابت می‌ماند. در این حالت طبق رابطه‌های $q=CV$ و $U=\frac{1}{2}CV^2$ بار و انرژی ذخیره شده در خازن به نسبت تغییرات ظرفیت تغییر می‌کند.

هرگاه دو سر یک خازن را به مولدی وصل و سپس قطع کنیم، در صورتی که ظرفیت خازن تغییر نکند، بار آن ثابت می‌ماند در این حالت طبق رابطه‌های $q=CV$ و $U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ ولتاژ و انرژی ذخیره شده در خازن به نسبت عکس تغییرات ظرفیت تغییر می‌کند.

q ثابت $\Rightarrow \frac{U}{U'}=\frac{V}{V'}=\frac{C'}{C}$ خازن به مولد وصل نیست	V ثابت $\Rightarrow \frac{U}{U'}=\frac{q}{q'}=\frac{C}{C'}$ خازن به مولد وصل است

به هم بستن خازن‌ها:

۱- اتصال سری (متوالی) در این اتصال خازن‌ها به دنبال هم طوری بسته می‌شوند که دو صفحه‌ی مجاور هم مثلاً دو خازن C_1 و C_2 دارای پتانسیل یکسان (نقطه B) و صفحه‌های دیگرشان به دو نقطه با پتانسیل‌های متفاوت (نقاط A و C) بسته شده‌اند و از نقطه‌ی با پتانسیل یکسان (نقطه B) انشعابی نداریم.

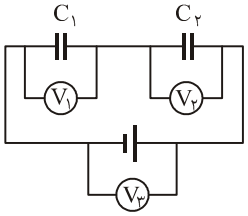


$$\begin{cases} q_t=q_1=q_2=q_3 \\ v=v_1+v_2+v_3 \\ \frac{1}{C_t}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3} \end{cases} \Rightarrow \text{اتصال متوالی}$$

اگر n خازن مشابه که ظرفیت هریک C است را به‌طور متوالی به هم وصل می‌کنیم ظرفیت معادل برابر خواهد بود با:

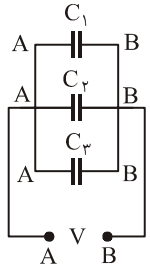
$$C_t=\frac{C}{n}$$

اگر دو خازن به ظرفیت‌های C_1 و C_2 را متوالی به هم وصل کنیم، می‌توان نوشت:



$$C_t=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2} \quad \text{و} \quad V_1=\frac{C_2}{C_1+C_2}V \quad \text{و} \quad V_2=\frac{C_1}{C_1+C_2}V$$

۲- اتصال موازی: در این اتصال یک صفحه از هریک از خازن‌ها به یک نقطه (مثلاً با پتانسیل A) و صفحه‌های دیگرشان به نقطه‌ای (مثلاً با پتانسیل B) متصل می‌باشند.

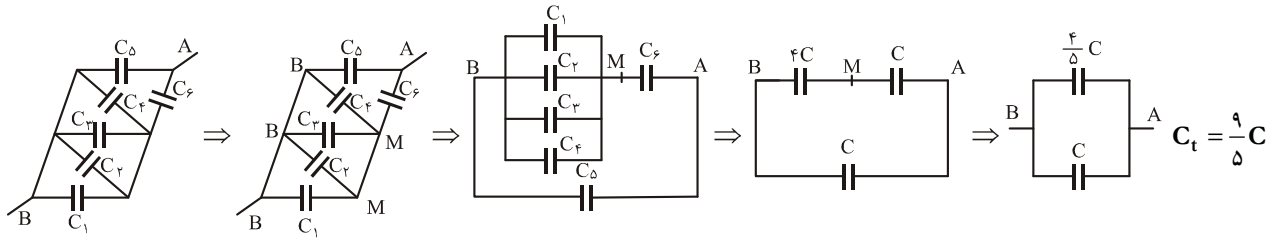


$$\begin{vmatrix} V=V_1=V_2=V_3=....=V_{AB} \\ q_t=q_1+q_2+q_3+..... \\ C_t=C_1+C_2+C_3+..... \end{vmatrix} \Rightarrow \text{اتصال موازی}$$

اگر n خازن مشابه به ظرفیت C_1 را به‌طور موازی به هم وصل کنیم ظرفیت معادل آن‌ها برابر خواهد بود با:

$$C_t=nC_1$$

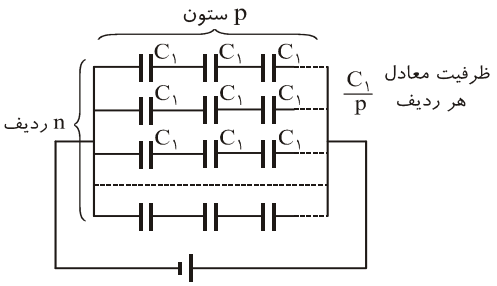
ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چیست؟ (همه خازن‌ها ظرفیت یکسانی برابر C دارند.)



دو خازن بدون مولد به هر شکلی که به هم وصل شوند نوع اتصال آن‌ها موازی می‌شود.

هرگاه خازن‌های مشابه با ظرفیت C_1 را مطابق شکل آرایش دهیم، ظرفیت معادل کل برابر خواهد شد با:

$$\text{ظرفیت معادل کل} = n\frac{C_1}{p}$$



اتصال صفحه‌های خازن‌های پر شده به یک‌دیگر: خازن‌های با ظرفیت‌های C_1 و C_2 را به ولتاژهای V_1 و V_2 وصل می‌کنیم تا بارهای q_1 و q_2 در آن‌ها ذخیره شود پس از جدا کردن خازن‌ها از ولتاژها صفحه‌های خازن‌ها را به هم وصل می‌کنیم. ولتاژ دو سر خازن‌ها برابر می‌شود و از روابط زیر محاسبه می‌شود.

اگر صفحه‌های نا هم‌نام را به هم وصل کنیم. $\bar{V} = \frac{\lvert q_1 - q_2 \rvert}{c_1 + c_2} = \frac{\lvert c_1V_1 - c_2V_2 \rvert}{c_1 + c_2}$	اگر صفحه‌های هم نام را به هم وصل کنیم. $\bar{V} = \frac{q_1 + q_2}{c_1 + c_2} = \frac{c_1V_1 + c_2V_2}{c_1 + c_2}$

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

۱- شدت جریان متوسط: مقدار بار شارش شده در واحد زمان را شدت جریان متوسط می‌گوییم.

$$I_{\text{متوسط}} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{t} \begin{matrix} \rightarrow e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,c \\ \rightarrow s \end{matrix}$$

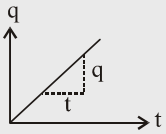
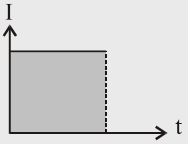
۲- شدت جریان لحظه‌ای: مشتق معادله‌ی بار شارش شده نسبت به زمان می‌باشد.

$$i = \frac{dq}{dt}$$

۳- جریان مستقیم: اگر شدت جریان متوسط و لحظه‌ای برابر باشند، جریان را مستقیم می‌گوییم.

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow \boxed{q = It}$$

در رابطه‌ی فوق اگر یکای شدت جریان آمپر و یکای زمان، ساعت باشد یکای بار، آمپر ساعت می‌شود.

شیب خط $(q-t)$ برابر با شدت جریان می‌باشد. $I = \frac{q}{t}$ 	سطح زیر نمودار $I-t$ برابر با بار شارش شده است. $q = S_{(I-t)}$ 

در یک مدار جریان مستقیم، در مدت ۴S تعداد ۸×۱۰^{۲۰} الکترون از قطب منفی به قطب مثبت جابه‌جا می‌شود. شدت جریان در مدار چند آمپر است؟

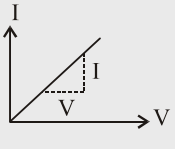
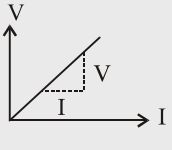
۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۶ ۳) ۲۰ ۴) ۳۲

حل: گزینه‌ی «۴»

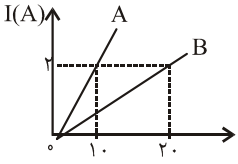
$$I = \frac{ne}{t} = \frac{(۸\times۱۰^{۲۰})\times(۱/۶\times۱۰^{-۱۹})}{۴} = ۳۲A$$

قانون اهم: در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به شدت جریان گذرنده از آن مقدار ثابتی است که **مقاومت الکتریکی** رسانا نام دارد.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \boxed{V = IR} \Rightarrow \boxed{\Delta V = I\Delta R}$$

نمودار $I-V$ خطی گذرنده از مبدا است که شیب آن عکس مقاومت الکتریکی می‌باشد. شیب نمودار $(I-V) = \frac{I}{V} = \frac{۱}{R}$ 	نمودار $V-I$ خطی گذرنده از مبدا است که شیب آن برابر با مقاومت الکتریکی می‌باشد. شیب نمودار $(V-I) = \frac{V}{I} = R$ 

نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت A و B برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت A و B مطابق شکل است مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟



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

حل: به ازای شدت جریان یکسان $I = ۲A$ ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰V و ۲۰V است.

$$I_A = I_B \Rightarrow \frac{V_A}{R_A} = \frac{V_B}{R_B} \Rightarrow \frac{۱۰}{R_A} = \frac{۲۰}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{۱}{۲}$$