



## خازن :

خازن وسیله ای است که به وسیله آن بار و انرژی الکتریکی را ذخیره می نماییم. خازن مجموعه ی دو جسم هادی است که بوسیله عایقی ( دی الکتریک ) از هم جدا شده باشند . اگر دو جسم هادی دو صفحه موازی باشند به آن خازن مسطح می گویند . خازن وسیله ای برای ذخیره بار الکتریکی و انرژی الکتریکی در مدار است .



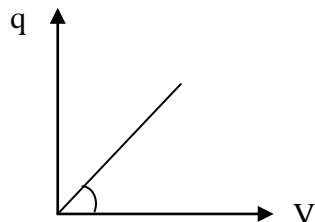
## ظرفیت خازن مسطح :



ظرفیت یک خازن توانایی آن است در ذخیره مقداری بار الکتریکی که برابر نسبت بار خازن به افتلاف پتانسیل دو صفحه ( جوشن ) آن است . واحد ظرفیت خازن فاراد می باشد .

$$C = \frac{q}{V}$$

در یک افتلاف پتانسیل معین هرچه ظرفیت خازن بزرگتر باشد خازن می تواند بار بیشتری در خود ذخیره کند . نمودار تغییرات بار خازن نسبت به مسب افتلاف پتانسیل دو جوشن خط راستی است که شیب آن برابر ظرفیت خازن است و سطح زیر نمودار انرژی ذخیره شده در خازن است.

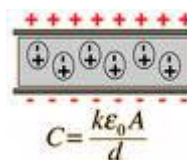


$$\tan \alpha = \frac{\Delta q}{\Delta V} = C$$

ظرفیت خازن از مشخصات سافتمانی آن است با مسامت سطح مشترک دو جوشن که مقابل یکدیگرند نسبت مستقیم ، با فاصله دو جوشن از هم نسبت عکس دارد و به جنس عایق بستگی دارد اما به جنس هادی ها بستگی ندارد .

$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$\epsilon_0 \cong 8/85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm}$$

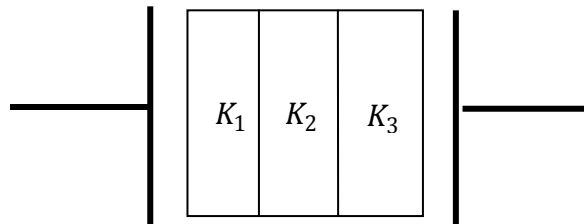


پس ظرفیت خازن فقط زمانی تغییر می کند که شکل سافتمانی خازن تغییر نماید. به  $\epsilon_0$  قابلیت گذردهی فلاء ( فضای آزاد ) گفته می شود . و  $K$  در رابطه فوق ضریبی است که به جنس عایق بستگی دارد بنام ضریب عایق



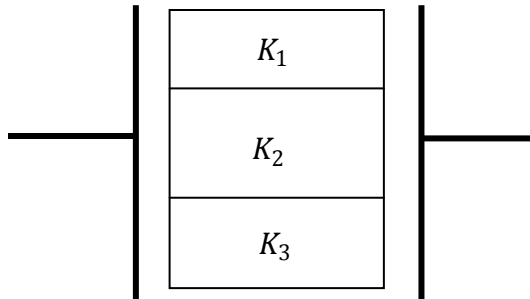
فازن با چند دی الکتریک:

در شکل روبرو داریم :



$$C = \frac{\epsilon \cdot A}{\frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \frac{d_3}{k_3} + \dots}$$

در شکل روبرو داریم :



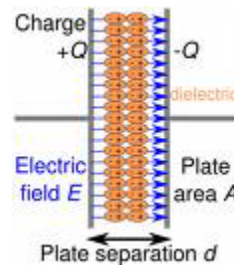
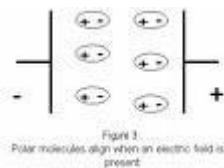
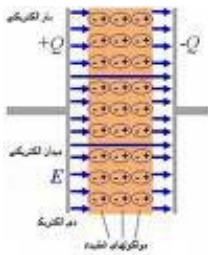
$$C = \frac{\epsilon_0}{d} (K_1 A_1 + K_2 A_2 + K_3 A_3 + \dots)$$



اثر دی الکتریک بر ظرفیت فازن:

با قرار دادن دی الکتریک اگر افتلاف پتانسیل بین دو صفحه ثابت نگه داشته شود می توان بار بیشتری روی صفحه های فازن ذخیره کرد و اگر بار هر صفحه ثابت نگه داشته شود افتلاف پتانسیل بین دو صفحه کاهش می یابد . بین دو جوشن فازن شارژ شده میدان الکتریکی یکنواخت

به شدت  $E = \frac{V}{d}$  وجود دارد .



هنگامی که یک ماده دی الکتریک در میدان الکتریکی میان صفحات فازن قرار می گیرد دو سطح تیغه دی الکتریک یکی بار مثبت و دیگری بار منفی بدست می آورد و جود این بارها باعث می شود که فازن به ازاء افتلاف پتانسیل ثابتی بار بیشتری روی صفحات خود انباشته کند زیرا بارهای مثبت و منفی روی دو سطح دی الکتریک می تو اندند بارهای بیشتری به سوی صفحات فازن بکشانند یعنی دی الکتریک ظرفیت فازن را افزایش می دهد .

بارهای القایی درون دی الکتریک باعث ایجاد یک میدان الکتریکی القایی ( $E_i$ ) در خلاف جهت میدان الکتریکی فازن ( $E$ ) می شود در نتیجه برآیند میدان الکتریکی در داخل دی الکتریک کمتر از میدان الکتریکی در بیرون دی الکتریک است .

$$E' = E - E_i \rightarrow E' < E$$

## توجه:

هرگاه بین دو صفحه فازن فلزی با صفامت نامیز قرار دهیم ظرفیت الکتریکی آن تغییر نمی کند و هرگاه یک صفحه فلزی ضمیم بین دو صفحه فازنی قرار دهیم ظرفیت الکتریکی آن افزایش می یابد این ظرفیت به ممل قرار گرفتن صفحه بستگی ندارد و می توان برای سادگی صفحه فلزی را با یکی از صفامت فازن اتصال داد ( چسباند ) و ظرفیت جدید را با مماسبه فاصله جدید بدست آورد



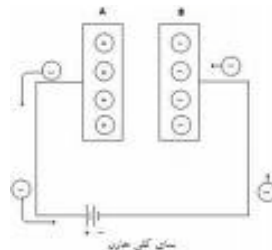
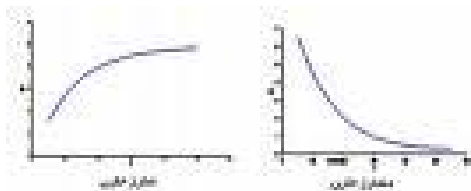
## شارژ فازن:

ساده ترین راه برای باردار کردن یک فازن اتصال دو سر آن به یک باتری است. هرگاه یک فازن در مدار الکتریکی باردار شود دو صفحه آن دارای دو بار مساوی با علامت مخالف می شوند و در نتیجه بین دو صفحه افتلاف پتانسیل ایجاد می شود و تا زمانی که فازن در حال شارژ شدن است جریان در مدار برقرار است به ممض پر شدن فازن جریان در مدار قطع می شود .

فازن یکی از اجزای مدارهای الکترونیکی است که وقتی در مدار قرار می گیرد بر فلاف مقاومت بار الکتریکی را از خود عبور نمی دهد . در هنگام پر شدن فازن افتلاف پتانسیل آن افزایش می یابد و شدت جریان الکتریکی در دو طرف مدار منتهی به صفامت فازن کاهش می یابد و در نتیجه پس از پر شدن فازن جریان الکتریکی در دو طرف مدار منتهی به فازن به صفر می رسد .

نمودار تغییرات شدت جریان مدار با زمان به هنگام پر شدن فازن به صورت زیر است .

سطح زیر نمودار  $I$  بر مسب  $t$  برابر بارذخیره شده در فازن است .



اولا هر چه افتلاف پتانسیل دو سر باتری بیش تر باشد بار ذخیره شده در آن بیشتر فواهد بود

ثانیا تا زمانی که فازن شارژ می شود آمپر سنج عبور جریان را نشان می دهد و کار انجام شده برای جابه جایی بار و ذخیره آن روی فازن به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در آن ذخیره می شود

با جدا کردن یک فازن شارژ شده از مولد بار ذخیره شده در آن تغییری نمی کند

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

## توجه:

هرگاه فازنی را باردار کرده و به مولد وصل کنیم در این حالت افتلاف پتانسیل بین دو صفحه جوشن  $(V)$  ثابت است پس هر تغییری در ساختمان فازن داده شود بار الکتریکی در فازن تغییر می کند و هرگاه فازن پر شده از مدار جدا شود سپس ظرفیت الکتریکی ( شکل ساختمانی فازن) آن تغییر کند بار الکتریکی فازن همواره ثابت مانده و مساوی بار الکتریکی است که در مدار ذخیره کرده است و اگر دو سر فازن به افتلاف پتانسیل وصل شده و سپس ظرفیت تغییر کند افتلاف پتانسیل هیچ تغییری نمی کند .



**تفلیه فازن (دشارژ):**

در هنگام تفلیه فازن جهت جریان در مدار از صفمه مثبت فازن به صفمه منفی آن است تا زمانی که بار روی صفمه های فازن وجود دارد جریان برقرار است پس از آن جریان صفر می شود در این موقع می گوئیم که فازن فالی شده است در این لحظه پتانسیل دو صفمه برابر پس اختلاف پتانسیل صفر می گردد .



**فرو شکست فازن :**

اگر انباشتن بار روی صفمات فازن از حد معینی تجاوز کند این بارها میدان الکتریکی بسیار قوی در دی الکتریک بوجود می آورند این میدان باعث جداشدن برقی از الکترونهاى اتم های دی الکتریک شده ودر این صورت عایق موقتاً رسانا شده و بار بین دو صفمه فازن رد و بدل شده که همراه جرقه است که به آن فرو شکست می گوئیم این پدیده در دی الکتریک های گاز ومایع موقتی است و سپس فازن به حالت اولیه بر می گردد ولی در دی الکتریک جامد فازن را فراب می کند .



**ظرفیت معادل :**

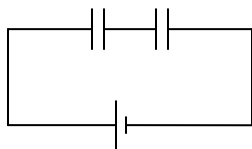
**الف) اتصال سری یا متوالی:**

اگر فازنها بطور سری به هم وصل شده باشند

بار الکتریکی هر کدام از آنها برابر بار الکتریکی فازن معادل است  $q_1 = q_2 = q_3$

اختلاف پتانسیل کل بین فازن ها تقسیم می شود  $V = V_1 + V_2$

و ظرفیت معادل از ظرفیت هر کدام از فازنها کوچکتر است واز رابطه زیر محاسبه می شود :



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

$$C = \frac{C_1}{n}$$

اگر n فازن مشابه با ظرفیت  $C_1$  داشته باشیم در این صورت ظرفیت معادل برابر است با

که n تعداد فازنها است .

هرگاه به تعداد فازنهای سری یک مدار افزوده شود ظرفیت معادل آن کاهش می یابد و بالعکس .

در حالت متوالی دو فازن داریم :

$$V_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} V \quad V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V$$

## توجه:

اگر چند فازن به طور سری به یکدیگر متصل باشند و بدون آنکه تعداد آنها تغییر کند ظرفیت الکتریکی یکی از آنها را افزایش دهیم ظرفیت الکتریکی مجموعه افزایش می یابد و بالعکس

## ب) اتصال موازی یا انشعابی :

چنانچه فازنها بطور موازی به هم اتصال داشته باشند

افتلاف پتانسیل دوپوشن هریک برابر افتلاف پتانسیل دو پوشن فازن معادل است  $V_1 = V_2 = V$

بار فازن معادل برابر مجموع بار فازنهاست  $q_1 + q_2 = q$

و ظرفیت معادل از ظرفیت هریک از فازنها بزرگتر و برابر مجموع ظرفیت آنها می باشد :

$$C = C_1 + C_2 + \dots$$

و اگر  $C_1 = C_2 = \dots$  باشد  $C = nC_1$  که  $n$  تعداد فازنهاست .

## توجه :

اگر  $n$  فازن به ظرفیت  $C_1$  در  $m$  رشته که هر رشته  $n$  شامل فازن سری است به هم اتصال داشته باشند

$$C = \frac{m}{n} C_1$$

بار فازن معادل  $q = mq_1$

افتلاف پتانسیل دو سر مجموعه از رابطه  $V = nV_1$

مماسیه می شود که  $q_1$  و  $V_1$  به ترتیب بار و افتلاف پتانسیل دوپوشن هر فازن است و  $N = m.n$  می باشد .



## انرژی خازن :

فازن شارژ شده دارای انرژی است که انرژی آن ناشی از بارهایی است که در آن ذخیره شده است و از یکی از رابطه های زیر مماسبه می شود :

$$W = \frac{1}{2} q.V$$

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

$$W = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

اگر فازن به شارژ کننده وصل باشد و به طریقی ( مثلا با تغییر  $A$  یا  $d$  یا تغییر عایق ) ظرفیت فازن تغییر دهیم افتلاف پتانسیل دوپوشن

فازن ثابت می ماند اما بار و انرژی فازن متناسب با تغییر ظرفیت تغییر می کند :

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{d_2}{d_1}$$

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{c_2}{c_1}$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

اگر خازن را شارژ واز شارژ کننده جدا کنیم سپس به طریقی ظرفیت خازن را تغییر دهیم بار خازن ثابت می ماند اما انرژی و افتلاف پتانسیل دو جوشن خازن به نسبت عکس تغییر ظرفیت ، تغییر می کند :

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$q_1 = q_2$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$$

پس ولتاژ دوسر آن تغییر می کند بنابراین انرژی خازن با ظرفیت نسبت عکس وبا فاصله میان دو صفحه نسبت مستقیم دارد .

### توجه:

در حالت موازی خازنی که ظرفیت کوچکتری دارد افتلاف پتانسیل بیشتری را نگاه می دارد پس انرژی الکتریکی بیشتری ذخیره می کند و خازنی که ظرفیت بزرگتری دارد بار بیشتری ذخیره می کند و داریم :

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

### نکته:

هرگاه  $n$  خازن به ظرفیت مشابه  $C_1$  را یکبار به طور موازی وبار دیگر به طور سری ببنسیم و به پتانسیل پیوسته  $V$  وصل کنیم در این حالت نسبت انرژی حالت موازی به حالت سری از رابطه زیر بدست می آید .

$$\frac{W_1}{W_2} = n^2$$



## اتصال دو خازن به یکدیگر

خازنی به ظرفیت  $C_1$  را به افتلاف پتانسیل  $V_1$  متصل و بار  $Q_1$  در آن ذخیره می شود خازن دیگری با ظرفیت  $C_2$  را به افتلاف پتانسیل  $V_2$  متصل نموده و بار الکتریکی  $Q_2$  در آن ذخیره می شود

این دو خازن را از مدار جدا کرده و به هم متصل می کنیم سپس بار الکتریکی خازنی که افتلاف پتانسیل بیشتری دارد کاهش یافته و به خازن دیگر منتقل می شود در نتیجه افتلاف پتانسیل آن کاهش می یابد و افتلاف پتانسیل دیگری افزایش می یابد پس از تعادل افتلاف پتانسیل هر دو یکسان می شود پس داریم :

$$V = \frac{|Q_1 \pm Q_2|}{C_1 + C_2} \rightarrow V = \frac{|C_1 V_1 \mp C_2 V_2|}{C_1 + C_2}$$

$$Q'_1 = C_1 V \quad Q'_2 = C_2 V$$

علامت مثبت مربوط به وقتی است که جوشنهای همنام به هم وصل شده باشند و علامت منفی وقتی که جوشنهای غیر همنام آنها به هم وصل شوند .

هرگاه بار الکتریکی کل را داده باشند وبار ذخیره شده برای دو خازن به ظرفیتهای  $C_1$  و  $C_2$  را بخواهند از رابطه زیر استفاده می شود :

$$q_1 = \frac{c_1}{c_1 + c_2} \times q \quad q_2 = \frac{c_2}{c_1 + c_2} q$$

هرگاه خازن باردار را به صورت موازی به یک خازن بدون بار متصل کنیم افتلاف پتانسیل دو خازن پس از اتصال با هم برابر می شود و از رابطه زیر بدست می آید :

س

$$V = \frac{q_1}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1}{C_1 + C_2}$$

### اتصال کوتاه:

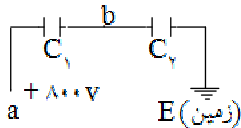
می دانیم اگر افتلاف پتانسیل دو سر خازنی برابر صفر باشد آن خازن باری را در خود ذخیره نمی کند و در واقع از مدار حذف می شود پس هر گاه دو سر یک خازن را توسط یک سیم بدون مقاومت و یا سیمی که حامل جریان الکتریکی نیست به هم متصل کنیم افتلاف پتانسیل دو سر خازن صفر شده و از مدار حذف می شود

۱- ۱۰ خازن مشابه که ظرفیت هر کدام C است داریم/ برای به دست آوردن کوچکترین ظرفیت ممکن این خازنها را چگونه باید به یکدیگر وصل کنیم؟

- (۱) در دو ردیف پنج تایی  
 (۲) در پنج ردیف دوتایی  
 (۳) به طور متوازی  
 (۴) بطور متوالی (سری)

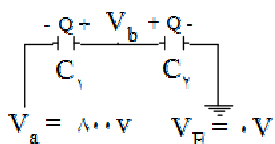
اگر n خازن مشابه به ظرفیت  $C_1$  را در p ردیف موازی که هر ردیف شامل q عدد خازن سری است ببندیم، طوری که  $n = p \times q$  باشد، ظرفیت معادل هر ردیف  $\frac{C_1}{q}$  می شود و چون تعداد انشعابها، p است، ظرفیت معادل کل  $C_1 \frac{p}{q}$  خواهد بود. یعنی  $C = C_1 \frac{p}{q}$ . کمترین مقدار C وقتی حاصل می شود که  $P = 1$  و  $q = n$  باشد. پس باید خازنها را به طور سری ببندیم. در این صورت ظرفیت معادل  $C = \frac{C}{n}$  خواهد بود. بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

۲- دو خازن  $C_1 = 3 \mu F$ ,  $C_2 = 7 \mu F$  مطابق شکل به یکدیگر متصل اند، پتانسیل نقطه b چند ولت است؟



- (۱) ۲۴۰  
 (۲)  $\frac{3}{7} \times 800$   
 (۳) ۵۶۰  
 (۴) ۸۰۰

وقتی خازنها به طور متوالی به هم بسته شوند، بار الکتریکی آنها با هم برابر است.  $Q = C_1 V_1$  و  $Q = C_2 V_2$  که  $V_1$ : اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_1$  و  $V_2$ :



اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_2$  است.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow C_1 (V_a - V_b) = C_2 (V_b - V_E) \Rightarrow C_1 V_a = (C_1 + C_2) V_b$$

$$\Rightarrow V_b = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_a = \frac{3}{3+7} 800 \Rightarrow V_b = 240 \text{ ولت}$$

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۳- فاراد معادل است با:

- (۱)  $\frac{\text{ولت}}{\text{متر}}$   
 (۲)  $\frac{\text{ولت}}{\text{کولن}}$   
 (۳)  $\frac{\text{کولن}}{\text{ولت}}$   
 (۴) ولت/متر

با توجه به رابطه  $Q = CV$  که در آن Q، بار الکتریکی خازن و C، ظرفیت خازن و نیز V، اختلاف پتانسیل دو سر خازن است، خواهیم داشت:  $C = \frac{Q}{V}$  بنابراین نتیجه می گیریم:  $\frac{\text{کولن}}{\text{ولت}} = \text{فاراد}$ . پس گزینه ۳ صحیح است.



- ۴- خازن مسطحی را که عایق آن هوا است بردار کرده از مولد جدا می‌سازیم/ اگر فاصله بین صفحات آن را دو برابر کنیم انرژی ذخیره شده در آن نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌یابد؟  
 (۱) تغییر نمی‌کند (۲) چهار برابر می‌شود  
 (۳) دو برابر می‌شود (۴) نصف می‌شود

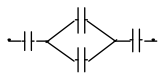
$$\left. \begin{aligned} C_1 &= k\epsilon \cdot \frac{A}{d} \\ C_2 &= k\epsilon \cdot \frac{A}{2d} \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{2} C_1$$

از آنجا که خازن را از مولد جدا کرده‌ایم، با تغییر دادن فاصله بین صفحات، بار خازن تغییر نمی‌کند:

$$Q_2 = Q_1$$

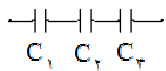
$$W_2 = \frac{1}{2} \times \frac{Q_2^2}{C_2} = \frac{1}{2} \times \frac{Q_1^2}{\frac{1}{2} C_1} = 2 \left( \frac{1}{2} \times \frac{Q_1^2}{C_1} \right) \Rightarrow W_2 = 2W_1$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.



- ۵- در شکل مقابل خازنها مشابه و ظرفیت معادل مجموعه آنها ۰/۴ میکروفاراد است ظرفیت هر خازن چند میکروفاراد است؟

(۱) ۰/۴ (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۲/۵

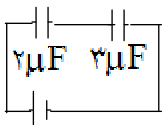


خازن معادل دو خازنی که به صورت موازی به هم متصل شده‌اند، برابر جمع ظرفیتهای خازنها می‌باشد.

$$C_1 = C_3 = C, \quad C_2 = C + C = 2C$$

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow \frac{1}{0.4} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} = \frac{2+1+2}{2C} \Rightarrow \frac{1}{0.4} = \frac{5}{2C} \Rightarrow C = 1 \mu F$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.



- ۶- اگر در شکل مقابل بار ذخیره شده در خازن ۲ میکروفارادی برابر ۳۰ میکروکولن باشد، انرژی ذخیره شده در خازن ۳ میکروفارادی چند میکروژول خواهد بود؟

(۱) ۱۵۰ (۲) ۱۸۰ (۳) ۲۲۵ (۴) ۳۳۷/۵

در خازنهایی که به صورت متوالی (سری) به هم بسته می‌شوند بار الکتریکی یکسان است لذا بار خازن ۳ میکروفارادی

نیز ۳۰ میکرو کولن خواهد بود.

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۷- دو خازن با ظرفیتهای برابر را یکبار بطور متوالی و بار دیگر بطور موازی بهم بسته و به اختلاف پتانسیل معینی وصل می کنیم/ نسبت انرژی ذخیره شده در حالت اول به انرژی ذخیره شده در حالت دوم کدام است؟

۴ (۴)

۲ (۳)

$\frac{1}{2}$  (۲)

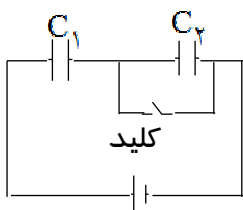
$\frac{1}{4}$  (۱)

گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. در حالت اول خازن معادل برابر  $C_1' = \frac{C \cdot C}{C + C} = \frac{C}{2}$  و در حالت دوم خازن معادل برابر  $C_2' = C + C = 2C$  خواهد بود. انرژی ذخیره شده در یک خازن با ظرفیت  $C$  که دارای اختلاف پتانسیل

$V$  در دو سرش باشد برابر با  $W = \frac{CV^2}{2}$  خواهد بود. با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل در دو حالت برابر است،

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{C_1' V^2}{C_2' V^2} = \frac{\frac{C}{2}}{2C} = \frac{1}{4}$$

داریم:



۸- در مدار شکل زیر بار الکتریکی خازن  $C_1$  را با  $q_1$  و اختلاف پتانسیل دو سر آن را با  $V_1$  نشان می دهیم/ اگر کلید را ببندیم  $q_1$  و  $V_1$  چگونه تغییر می کنند؟

(۱) هر دو کم می شوند (۲)  $V_1$  زیاد و  $q_1$  کم می شود

(۳) هر دو زیاد می شوند (۴)  $V_1$  کم و  $q_1$  زیاد می شود

قبل از زدن کلید ولتاژ (اختلاف پتانسیل) مجموع خازنهای  $C_1$  و  $C_2$  برابر اختلاف پتانسیل دو سر مدار است یعنی:  $V = V_1 + V_2$  وقتی کلید بسته می شود خازن  $C_2$  اتصال کوتاه می شود و هیچ اختلاف پتانسیلی در دو سر آن وجود ندارد. بنابراین داریم:  $V_2 = 0 \Rightarrow V = V_1$  بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر خازن افزایش می یابد و با توجه به اینکه  $q_1 = C_1 V_1$  است و  $V_1$  افزایش یافته است،  $q_1$  نیز افزایش می یابد و گزینه ۳ صحیح است.

۹- دو خازن مسطح مشابه را که بین صفحات آنها خلاء است، بطور متوالی به هم متصل کرده‌ایم/ هرگاه فضای بین صفحات یکی از دو خازن را با ماده عایقی که ثابت دی الکتریک آن  $\epsilon$  است پرکنیم، ظرفیت معادل این مجموعه چند برابر می شود؟

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

ظرفیت یک خازن مسطح از رابطه  $C = \frac{(\epsilon, kA)}{d}$  بدست می آید که در آن  $\epsilon$  قابلیت گذردهی خلاء،  $k$  ضریب دی الکتریک و  $A$  مساحت صفحات خازن و  $d$  فاصله بین دو صفحه است. چون در حالت دوم به جای خلاء در یکی از خازنها عایقی به ثابت دی الکتریک ۴ استفاده شده است پس داریم:  $C'_2 = 4C_2$  (برای خلاء برابر ۱ است).

ظرفیت معادل در حالت اول برابر است با:

$$C_T = \frac{(C_1 \times C_2)}{(C_1 + C_2)} = \frac{(C \times C)}{(C + C)} = \frac{C}{2}$$

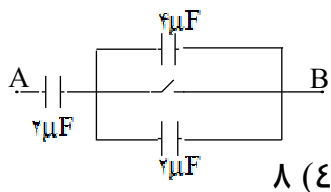
ظرفیت معادل در حالت دوم برابر است با:

$$C'_T = \frac{(C'_1 \times C'_2)}{(C'_1 + C'_2)} = \frac{(C \times 4C)}{(C + 4C)} = \frac{4}{5}C$$

$$\frac{C'_T}{C_T} = \frac{(\frac{4}{5}C)}{(\frac{C}{2})} = \frac{8}{5} \Rightarrow C'_T = \frac{8}{5}C_T$$

گزینه ۲ صحیح است.

۱۰- مداری مطابق شکل را به باطری وصل و سپس جدا می‌کنیم/ اگر اختلاف پتانسیل خازن  $\epsilon$  میکروفاراد،  $\epsilon$  ولت باشد، پس از بستن کلید، اختلاف پتانسیل میان  $A, B$  چند ولت خواهد شد؟



(۱) ۲۰ (۲) ۱۲ (۳) ۱۶ (۴) ۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

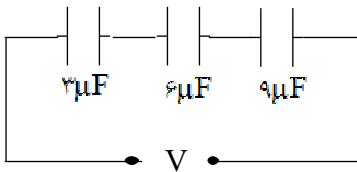
خازن معادل دو خازن ۴ میکروفاراد و ۲ میکروفاراد برابر  $6\mu F$  است. اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $6\mu F$  برابر ۴ ولت است، پس بار ذخیره شده در خازن  $6\mu F$  برابر  $q = CV = 6 \times 4 = 24\mu C$  است. پس بار ذخیره شده روی خازن  $2\mu F$  که با خازن  $6\mu F$  سری است هم برابر  $24\mu C$  است. پس اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $2\mu F$  برابر است با:

$$V = \frac{q}{C} = \frac{24}{2} = 12 \text{ v}$$

پس از زدن کلید، خازن  $6\mu F$  (که خازن معادل دو خازن موازی است) از مدار خارج می شود. چون دو صفحه آن به هم متصل می‌شوند. بنابراین اختلاف پتانسیل دو نقطه  $A, B$  برابر اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $2\mu F$  خواهد بود:

$$V_{AB} = V_{AC} + V_{CB} = V_{AB} + 0 = 12 \text{ v}$$

۱۱- در شکل مقابل اگر در خازن  $6\mu F$ ،  $0.09$  ژول انرژی ذخیره شود، در مجموع در سه خازن چند ژول انرژی ذخیره می‌شود؟



- (۱)  $0.18$  (۲)  $0.27$   
(۳)  $0.33$  (۴)  $0.36$

انرژی ذخیره شده در خازن از رابطه  $W = \frac{q^2}{2C}$  بدست می‌آید. چون خازن‌ها متوالی هستند پس دارای بار مساوی هستند و داریم:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{\left(\frac{q^2}{2C_2}\right)}{\left(\frac{q^2}{2C_1}\right)} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow \frac{W_2}{0.09} = \frac{6}{3} \Rightarrow W_2 = 0.18 J$$

$$\frac{W_3}{W_1} = \frac{C_1}{C_3} \Rightarrow \frac{W_3}{0.09} = \frac{6}{9} \Rightarrow W_3 = 0.06 J$$

بنابراین انرژی ذخیره شده در مجموع خازن‌ها برابر است با:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = 0.09 + 0.18 + 0.06 = 0.33 J$$

پس گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۲- کدام عمل باعث کاهش ظرفیت یک خازن می‌شود؟

- (۱) افزایش بار الکتریکی خازن / برداشتن عایق بین دو صفحه  
(۲) برداشتن عایق بین دو صفحه / کاهش فاصله بین دو صفحه خازن  
(۳) کاهش پتانسیل دو سر خازن /

ظرفیت خازن از رابطه  $C = \epsilon_r \frac{kA}{d}$  بدست می‌آید که  $\epsilon_r$  ثابت گذردهی خلاء،  $K$  ضریب دی‌الکتریک خازن و  $d$  فاصله بین صفحات خازن و  $A$  مساحت صفحات خازن است. طبق رابطه فوق با برداشتن دی‌الکتریک خازن مقدار  $K = 1$  می‌شود که کمترین مقدار برای آن است. (ضریب دی‌الکتریک خلاء برابر یک است.) بنابراین با برداشتن دی‌الکتریک خازن ظرفیت خازن کاهش می‌یابد و گزینه ۲ جواب صحیح است.

۱۳- کولن بر ولت معادل است با:

- (۱) اهم (۲) ژول (۳) فاراد (۴) وات

ظرفیت خازن از رابطه  $C = \frac{Q}{V}$  بدست می‌آید که در آن  $Q$  بر حسب کولن و  $V$  بر حسب ولت و  $C$  بر حسب فاراد است. بنابراین کولن بر ولت معادل فاراد می‌باشد و گزینه ۳ جواب صحیح است.

۱۴- خازن پر شده‌ای را از منبع تغذیه جدا می‌کنیم/ اگر فاصله صفحات آن را زیاد کنیم کدام کمیت افزایش می‌یابد؟

- (۱) بار الکتریکی  
 (۲) ظرفیت  
 (۳) شدت میدان الکتریکی میان صفحات  
 (۴) اختلاف پتانسیل دو صفحه

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. چون خازن را از منبع تغذیه جدا می‌کنیم پس بار روی صفحات آن ثابت می‌ماند. ظرفیت خازن از رابطه  $C = \epsilon_0 \frac{kA}{d}$  بدست می‌آید و چون فاصله صفحات خازن (d) را زیاد کرده‌ایم. بنابراین ظرفیت خازن کم می‌شود. با توجه به رابطه  $q = C \cdot V$  چون q ثابت است و C کاهش یافته است، بنابراین مقدار V یعنی اختلاف پتانسیل دو سر خازن افزایش می‌یابد.

۱۵- خازنی با صفحات موازی به یک باطری متصل است/ دی‌الکتریک را بین صفحات خازن قرار می‌دهیم/ در این صورت بار روی صفحات خازن //

- (۱) افزایش می‌یابد/  
 (۲) ثابت، ولی اختلاف پتانسیل دو سر خازن کاهش می‌یابد/  
 (۳) افزایش و اختلاف پتانسیل کاهش می‌یابد/  
 (۴) کاهش می‌یابد و ظرفیت خازن افزایش می‌یابد/

اگر خازن به باتری متصل باشد، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است (برابر با ولتاژ باتری است) و اگر جدا باشد، بار آن مقدار ثابتی است (برابر با بار اولیه). بنابراین در این مسئله، اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است.

می‌دانیم ظرفیت خازن از رابطه  $C = \frac{k\epsilon_0 A}{d}$  بدست می‌آید. پس با افزایش مقدار ثابت دی‌الکتریک k از ۱ به مقداری بزرگتر از ۱، مقدار ظرفیت خازن افزایش می‌یابد (با فرض ثابت ماندن بقیه کمیتها). پس:

$$q = CV \Rightarrow \left. \begin{matrix} q = CV \\ V \text{ ثابت} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \text{افزایش می‌یابد } q \text{ افزایش یافته است}$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

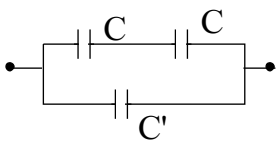
۱۶- سه خازن به ظرفیتهای ۴، ۵ و ۶ میکروفاراد و یک منبع به اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت در اختیار داریم/ با اتصال مناسب خازنها، بیشترین انرژی ذخیره شده چند میلی ژول است؟

- (۱) ۱۶/۶ (۲) ۱۸ (۳) ۷۵ (۴) ۱۰۰

اگر ظرفیت معادل خازنهای متصل شده را C بنامیم، انرژی ذخیره شده از رابطه  $W = \frac{1}{2} CV^2$  بدست می‌آید و چون V ثابت است، برای ذخیره کردن بیشترین انرژی، باید C بیشترین مقدار ممکن خود را داشته باشد و این در حالتی است که خازنها بطور موازی به هم بسته شده باشند. در این حالت، ظرفیت معادل آنها برابر است با:

$$C = 4 + 5 + 6 = 15 \mu F \Rightarrow W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 15 \times 100^2 = 75 \times 10^4 \mu J = 75 mJ$$

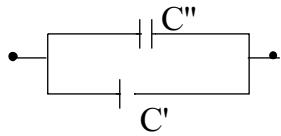
بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



۱۷- ظرفیت معادل خازنهای نشان داده شده در شکل،  $2C$  است /  $\frac{C'}{C}$  چند

است؟

- (۱) ۱      (۲) ۲      (۳)  $\frac{1}{2}$       (۴)  $\frac{3}{2}$



ظرفیت معادل خازنهای متوالی که دارای ظرفیت  $C$  هستند بصورت زیر بدست می‌آید:

$$\frac{1}{C''} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{C''} = \frac{2}{C} \Rightarrow C'' = \frac{C}{2}$$

بنابراین ظرفیت معادل کل مدار برابر با  $C'' + C'$  است، پس:

$$C'' + C' = 2C \Rightarrow \frac{C}{2} + C' = 2C \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{3}{2}$$

بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۱۸- دو خازن به ظرفیتهای  $C_1 = 3\mu F$  و  $C_2 = 4\mu F$  را به طور متوالی بسته و دو سر مجموعه را به اختلاف

پتانسیل ۱۴۰ ولت وصل می‌کنیم / اختلاف پتانسیل دو سر هر کدام از خازنها به ترتیب از راست به چپ چند ولت است؟

- (۱) ۸۰ و ۶۰      (۲) ۷۰ و ۷۰      (۳) ۸۰ و ۶۰      (۴) ۱۴۰ و ۱۴۰

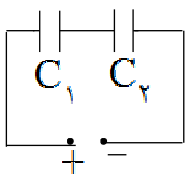
می‌دانیم بار خازنهایی که به صورت متوالی به هم بسته می‌شوند باهم برابر و برابر بار خازن معادل آنها است.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12} \Rightarrow C = \frac{12}{7}\mu F$$

$$Q = CV = \frac{12}{7} \times 140 \Rightarrow q = 240\mu C \Rightarrow Q_1 = Q_2 = 240\mu C$$

$$\begin{cases} Q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{240\mu C}{3\mu F} = 80V \\ Q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{240\mu C}{4\mu F} = 60V \end{cases}$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.



۱۹- دو خازن  $C_1 = 3\mu F$  و  $C_2 = 2\mu F$  مطابق شکل به هم متصل‌اند / اگر اختلاف پتانسیل

دو سر خازن  $C_1$  برابر ۲۰۰ ولت باشد، اختلاف پتانسیل دو سر مدار چند ولت است؟

- (۱) ۴۵۰      (۲) ۵۰۰      (۳) ۶۰۰      (۴) ۱۰۰۰

خازنهای  $C_1$  و  $C_2$  متوالی هستند پس دارای بار یکسان هستند یعنی:

$$q_1 = q_2 \Rightarrow c_1 v_1 = c_2 v_2 \Rightarrow 3 \times 200 = 2v_2 \Rightarrow v_2 = 300V$$

اختلاف پتانسیل دو سر مدار برابر مجموع اختلاف پتانسیل‌های موجود در دو سر خازنهاست یعنی:

$$V = v_1 + v_2 = 200 + 300 = 500$$

پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۲۰- اگر ظرفیت خازن و اختلاف پتانسیل بین دو سر آن هر کدام دو برابر شود، بار الکتریکی خازن چند برابر می‌شود؟

- ۱ (۱)  $\sqrt{2}$  (۲) ۲ (۳) ۴ (۴)

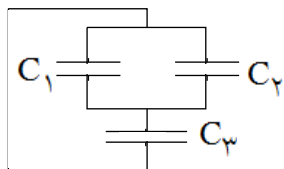
بار خازن از رابطه  $q = CV$  بدست می‌آید. لذا با ۲ برابر شدن ظرفیت و اختلاف پتانسیل دو سر خازن بار آن ۴ برابر خواهد شد. پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

۲۱- اگر فاصله صفحات خازنی را نصف و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن را دو برابر کنیم بار ذخیره شده در خازن چند برابر می‌شود؟

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

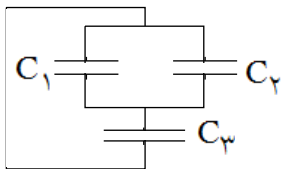
ظرفیت خازن از رابطه  $C = \epsilon_0 k \frac{A}{d}$  بدست می‌آید، اگر فاصله صفحات خازن نصف شود، ظرفیت خازن دو برابر می‌شود و بار الکتریکی خازن از رابطه  $q = Cv$  بدست می‌آید اگر اختلاف پتانسیل خازن دو برابر و ظرفیت خازن هم دو برابر شود بنابراین بار الکتریکی ۴ برابر می‌شود و گزینه ۴ جواب صحیح است.

۲۲- در شکل  $C_1 = 2\mu F$ ،  $C_2 = 3\mu F$  و  $C_3 = 10\mu F$  است/ اگر بار الکتریکی خازن



$C_1$  برابر  $800\mu C$  باشد، اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_3$  چند ولت است؟

- ۲۰۰ (۱) ۳۰۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۴۰۰ (۴)



$$q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow 800 = 2V_1 \Rightarrow V_1 = 400V$$

$$V_1 = V_2 = 400V$$

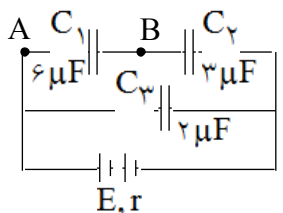
چون دو خازن  $C_1$  و  $C_2$  موازی هستند پس:

$$q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow q_2 = 3 \times 400 = 1200\mu C \text{ و } q_1 + q_2 = 1200 + 800 = 2000\mu C$$

چون خازن  $C_3$  با معادل دو خازن  $C_1$  و  $C_2$  متوالی است بنابراین:

$$q_3 = C_3 V_3 \Rightarrow 2000 = 10 V_3 \Rightarrow V_3 = 200V$$

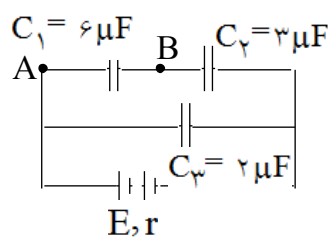
بنابراین گزینه ۱ جواب صحیح است.



۲۳- در شکل مقابل اگر بار خازن  $C_3$  برابر  $300\mu C$  باشد، اختلاف پتانسیل بین دو

نقطه A و B چند ولت است؟

- ۵۰ (۱) ۱۰۰ (۲) ۴۵۰ (۳) ۹۰۰ (۴)



$$q_3 = C_3 V_3 \Rightarrow 300 = 2V_3 \Rightarrow V_3 = 150V$$

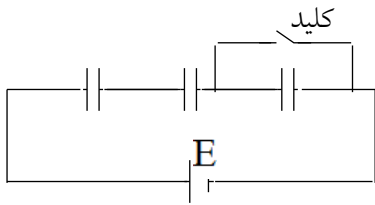
از آنجائیکه خازن  $C_3$  با معادل دو خازن  $C_1$  و  $C_2$  که متوالی هستند، موازی است،

داریم:

$$\left. \begin{aligned} V_3 = V_1 + V_2 \\ q_1 = q_2 \Rightarrow C_2 V_2 = C_1 V_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} V_1 + V_2 = 150 \\ 6V_1 = 3V_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 50V \\ V_2 = 100V \end{cases}$$

بنابراین گزینه ۱ جواب صحیح است.

۲۴- سه خازن مشابه مطابق شکل زیر به مولدی وصل است/ اگر کلید را ببندیم بار الکتریکی روی دو خازن دیگر چه تغییری می کند؟  
 (۱) ۱/۵ برابر می شود (۲) تغییر نمی کند  
 (۳) ۳ برابر می شود (۴) ۲/۳ برابر می شود



گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

هنگامی که کلید باز است، ظرفیت معادل برابر است با:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C} \Rightarrow C_t = \frac{C}{3}$$

از آنجا که خازنها بطور متوالی بسته شده اند، بار ذخیره شده روی خازن معادل با هر کدام از خازنها برابر است. پس بار ذخیره شده روی هر خازن برابر است با:

$$q = VC_t = \frac{C}{3}E$$

$$\frac{1}{C'_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C'_t = \frac{C}{2}$$

وقتی کلید بسته می شود، ظرفیت معادل برابر خواهد شد با:

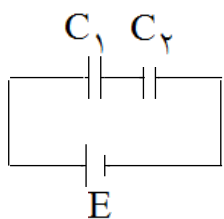
$$q' = C'_t V = \frac{C}{2}E$$

و بار ذخیره شده در هر کدام از خازنهای  $C_1$  و  $C_2$  برابر است با:

$$\frac{q'}{q} = \frac{\frac{C}{2}E}{\frac{C}{3}E} = \frac{3}{2} = 1.5 \Rightarrow q' = 1.5q$$

بنابراین:

۲۵- در شکل مقابل  $C_1 = 4C_2$  انرژی ذخیره شده در  $C_2$  چند برابر انرژی ذخیره شده در  $C_1$  است؟



(۴) ۴

(۳) ۲

(۲) ۱/۲

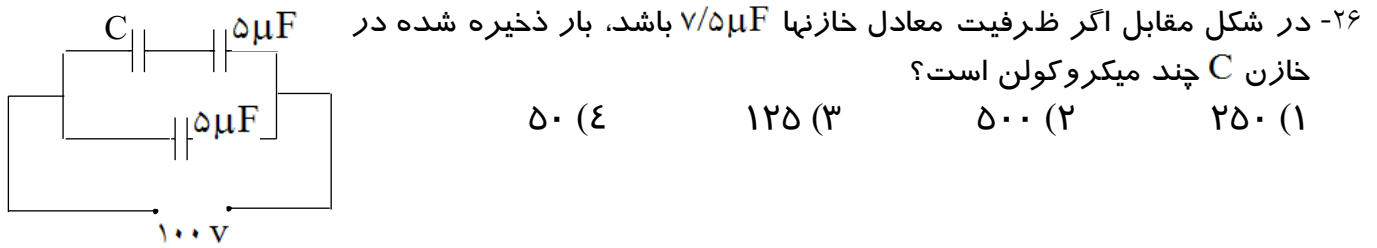
(۱) ۱/۴

چون دو خازن سری اند لذا بار ذخیره شده در آنها با هم برابرند، پس برای انرژی آنها داریم:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= \frac{q^2}{2C_1} \\ U_2 &= \frac{q^2}{2C_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{4}$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح سوال است.





راه حل اول:

برای ظرفیت معادل خازنها داریم:

$$C_{\text{معادل}} = \frac{C \times 5}{C + 5} + 5 \Rightarrow \frac{15}{2} = \frac{5C}{C + 5} + 5 \Rightarrow \frac{5C}{C + 5} = \frac{5}{2}$$

$$10C = 5C + 25 \Rightarrow C = 5 \mu F$$

اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه دو خازن سری ۱۰۰ ولت است چون ظرفیت آنها برابر است لذا اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از آنها ۵۰ ولت خواهد بود لذا بار ذخیره شده روی خازن  $C$  برابر است با:

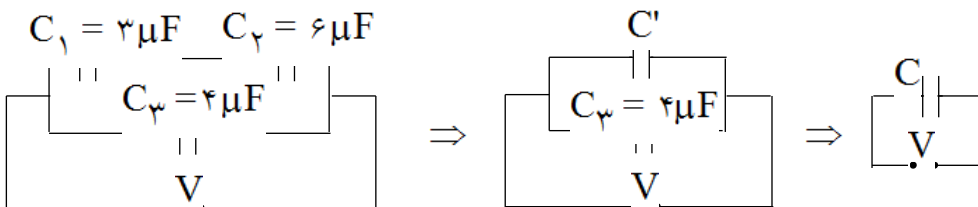
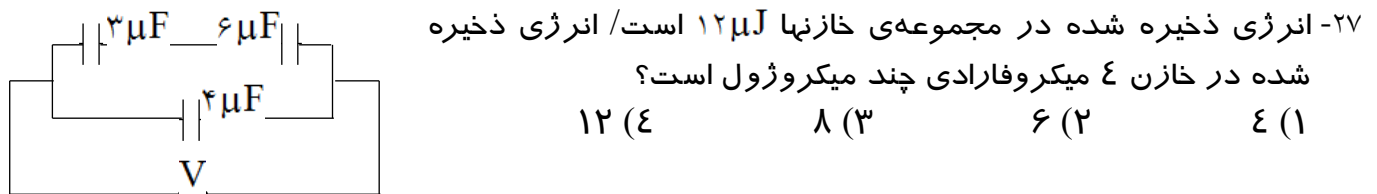
$$q = CV \Rightarrow q = 5 \times 50 = 250 \mu F$$

راه حل دوم:

چون ظرفیت معادل خازنها  $7/5 \mu F$  است لذا ظرفیت معادل دو خازن  $C$  و  $5$  میکروفارادی که سری اند برابر  $7/5 \mu F$  خواهد بود که با توجه به اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه، بار روی معادل آنها بصورت زیر بدست می آید:

$$q = CV \Rightarrow q = 7/5 \times 100 = 250 \mu F$$

که برای خازنهای سری بار مجموعه با بار هر یک از آنها برابر است. بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح سوال است.



$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} \Rightarrow C' = 3 \mu F \quad C = C' + C_3 = 6 \mu F$$

انرژی ذخیره شده در مجموعه خازنها با انرژی ذخیره شده در خازن معادل یکسان است بنابراین داریم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 12 \mu J = \frac{1}{2} \times 6 \times V^2 \Rightarrow V = 2 \text{ (ولت)}$$

اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $4$  میکروفارادی برابر  $V$  است و برای این خازن داریم:

$$U_3 = \frac{1}{2} C_3 V_3^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 2^2 = 8 \mu J$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۲۸- دو خازن  $C_1$  و  $C_2$  را به ترتیب با اختلاف پتانسیل‌های  $200V$  و  $100V$  پر می‌کنیم و سپس آنها را از مولد جدا کرده و صفحه‌های همنام آنها را به هم متصل می‌کنیم/ در این صورت اختلاف پتانسیل دو سر آنها  $150V$  می‌شود/ نسبت  $\frac{C_1}{C_2}$  کدام است؟

- ۱ (۵)                      ۲ (۲)                      ۳ (۰/۲)                      ۴ (۱)

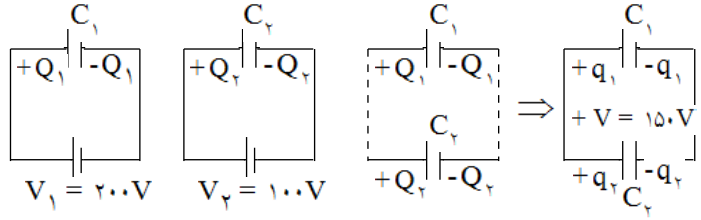
گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$Q_1 = C_1 V_1 = 200 C_1, \quad Q_2 = C_2 V_2 = 100 C_2$$

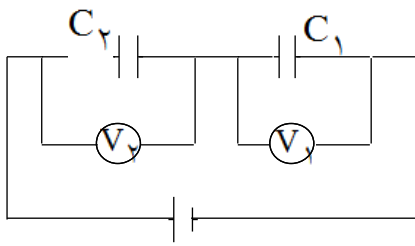
$$q_1 = C_1 V = 150 C_1, \quad q_2 = C_2 V = 150 C_2$$

$$\Rightarrow Q_1 + Q_2 = q_1 + q_2 \Rightarrow 200 C_1 + 100 C_2 = 150 C_1 + 150 C_2$$

$$\Rightarrow 50 C_1 = 50 C_2 \Rightarrow C_1 = C_2$$

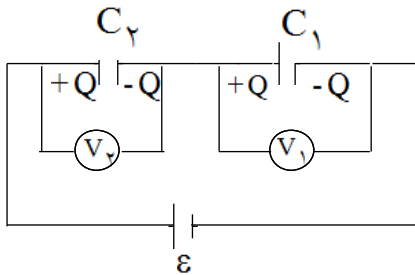


۲۹- در شکل مقابل، دی الکتریک را از بین صفحات خازن  $C_1$  بر



- می‌داریم  $V_1$  و  $V_2$  به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟  
 (۱) افزایش - افزایش  
 (۲) افزایش - کاهش  
 (۳) کاهش - کاهش  
 (۴) کاهش - افزایش

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. راه‌حل اول: می‌دانیم در اتصال متوالی (سری) دو خازن، بار الکتریکی ذخیره شده در دو خازن یکسان است و ظرفیت خازن معادل آنها از رابطه  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$  به دست می‌آید.



با توجه به رابطه  $C = K\epsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، با خارج کردن دی‌الکتریک از بین صفحات خازن  $C_1$ ، ظرفیت این خازن کاهش می‌یابد.

با توجه به رابطه  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ ، با کاهش یافتن ظرفیت خازن  $C_1$ ، ظرفیت خازن معادل (C) نیز کاهش

می‌یابد. می‌دانیم بار الکتریکی ذخیره شده در خازن معادل (در اتصال متوالی) با بار ذخیره شده در هر یک از خازنها (Q) برابر است، بنابراین با توجه به رابطه  $Q = C\epsilon$ ، با کاهش ظرفیت خازن معادل، بار ذخیره شده، در آن نیز کاهش می‌یابد.

با توجه به رابطه  $Q_2 = Q = C_2 V_2$  با کاهش بار ذخیره شده در خازن  $C_2$ ، اختلاف پتانسیل دو سر آن نیز کاهش می‌یابد.

با توجه به قانون ولتاژ کیرشهف ( $\epsilon = V_1 + V_2$ ) با کاهش  $V_2$ ،  $V_1$  افزایش خواهد یافت.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad \text{راه‌حل دوم:}$$

$$Q = C\epsilon = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \epsilon$$

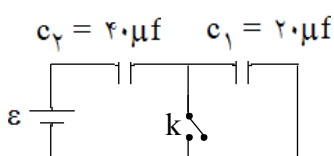
$$Q_1 = Q = C_1 V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} \epsilon \quad (*)$$

با توجه به رابطه  $C = K\epsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، با خارج کردن دی‌الکتریک از بین صفحات خازن  $C_1$ ، ظرفیت خازن  $C_1$  کاهش

می‌یابد. حال با توجه به رابطه (\*)، با کاهش ظرفیت خازن  $C_1$ ،  $V_1$  افزایش می‌یابد.

(\* با توجه به رابطه  $\epsilon = V_1 + V_2$ ، با افزایش  $V_1$ ،  $V_2$  کاهش خواهد یافت.

۳۰- در شکل مقابل وقتی کلید باز است اختلاف پتانسیل خازن  $C_1$  برابر ۱۰



ولت است اگر کلید را ببندیم اختلاف پتانسیل دو سر  $C_2$  چند ولت

می‌شود؟

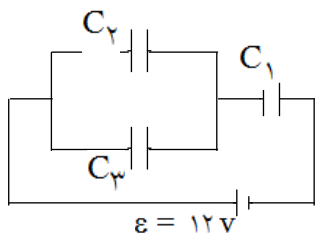
- (۱) صفر (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۳۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.  $q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 20 \times 10 = 40 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 5V$

$$\epsilon = V_1 + V_2 = 10 + 5 = 15V$$

با بستن کلید  $C_1$  از مدار خارج می‌شود.

$$V_2 = \epsilon = 15V$$



۳۱- سه خازن با ظرفیت‌های  $C_1 = 1\mu F$  و  $C_2 = 2\mu F$  و  $C_3 = 3\mu F$  مطابق شکل مقابل بسته شده‌اند/ بار الکتریکی خازن  $C_2$  چند میکروکولن است؟

- (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۰

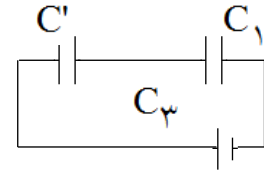
$$C' = C_2 + C_3 = 2 + 3 = 5\mu F$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$q' = q_1 \rightarrow C'V' = C_1 V_1 \rightarrow 5 \times V' = 1 \times V_1 \rightarrow V_1 = 5V'$$

$$V_1 + V' = \varepsilon = 12 \rightarrow 5V' + V' = 12 \rightarrow V' = 2 = V_2 = V_3$$

$$q_2 = C_2 V_2 = 2 \times 2 = 4\mu C$$



۳۲- خازن  $C_1$  به اختلاف پتانسیل  $100V$  و خازن  $C_2 = 6\mu F$  به اختلاف پتانسیل  $400V$  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  $280V$  می‌رسد/ ظرفیت خازن  $C_1$  چند میکروفاراد است؟

- (۱)  $10/73$  (۲) ۴ (۳) ۲ (۴)  $5/22$

$$V' = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$$

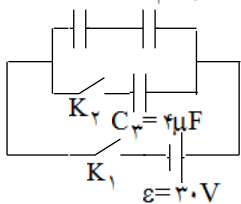
گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$280 = \frac{C_1 \times 100 + 6 \times 400}{C_1 + 6}$$

$$280 C_1 + 280 \times 6 = 100 C_1 + 2400 \Rightarrow C_1 = 4\mu F$$

۳۳- در مدار زیر، 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 کرده است؟

$$C_1 = 12\mu F \quad C_2 = 6\mu F$$



- (۱) ۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۱۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه مجموعه‌ی دو خازن  $C_1$  و  $C_2$  به اختلاف پتانسیل ثابت  $V$  متصل است با بسته شدن کلید  $K_2$  اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_1$  تغییری نمی‌کند و تغییر اختلاف پتانسیل آن صفر است.

۳۴- 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؟

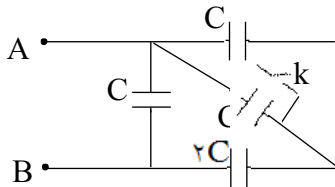
- (۱) ثابت می‌ماند/
- (۲) کاهش می‌یابد/
- (۳) افزایش می‌یابد/
- (۴) بسته به ضخامت شیشه ممکن است افزایش یا کاهش یابد/

زیاد      زیاد  
 $\uparrow$        $\uparrow$   
 $C = \epsilon, k \frac{A}{d}$

زیاد  
 $\uparrow$   
 ثابت  $\rightarrow q = CV \leftarrow$  زیاد

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۳۵- 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؟



- (۱) ۳
- (۲)  $\frac{1}{4}$
- (۳)  $\frac{3}{2}$
- (۴)  $\frac{5}{6}$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$C_1 = C + \frac{2C \times 2C}{2C + 2C} = 2C$$

در حالت اول:

در حالت دوم: با بسته شدن کلید k خازن C (روی قطر) و خازن موازی با آن (بالایی) از مدار خارج می‌شوند.

$$C_2 = C + 2C = 3C$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{3}{2}$$

۳۶- 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؟

$$(1) |V_1 - V_2| \quad (2) \frac{V_1 + V_2}{2} \quad (3) \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{2(C_1 + C_2)} \quad (4) \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$$

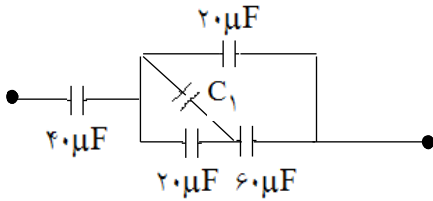
گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$q_1 = C_1 V_1, \quad q_2 = C_2 V_2$$

بعد از اتصال اختلاف پتانسیل دو سر خازن‌ها مساوی است و مجموع بار آنها با  $q_1 + q_2$  برابر می‌باشد.

$$(C_1 + C_2)V = C_1 V_1 + C_2 V_2 \Rightarrow V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$$

۳۷- اگر ظرفیت معادل شکل مقابل ۲۰ میکروفاراد باشد، ظرفیت خازن  $C_1$  چند میکروفاراد است؟

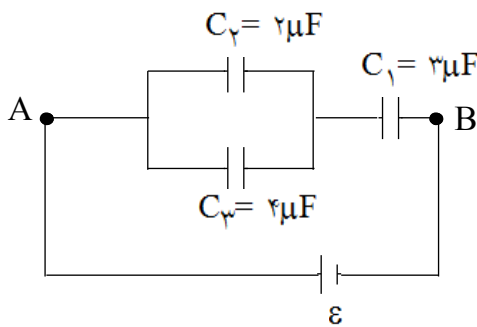


- (۱) ۱۰  
(۲) ۱۵  
(۳) ۲۵  
(۴) ۳۰

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. خازن ۴۰ میکروفارادی با بقیه‌ی خازن‌ها سری است. پس ظرفیت آن‌ها نیز ۴۰ میکروفاراد است. در قسمت راست مدار خازن ۲۰ میکروفارادی با بقیه موازی است. پس ظرفیت دیگر خازن‌ها نیز ۲۰ میکروفاراد است. ظرفیت معادل خازن  $C_1$  و خازن ۲۰ میکروفارادی موازی با آن نیز  $C_1 + 20$  است.

$$\frac{(C_1 + 20) \times \frac{60}{C_1 + 20 + 60}}{C_1 + 20 + 60} = \frac{1}{20} \Rightarrow 3C_1 + 60 = C_1 + 80 \Rightarrow 2C_1 = 20 \Rightarrow C_1 = 10 \mu F$$

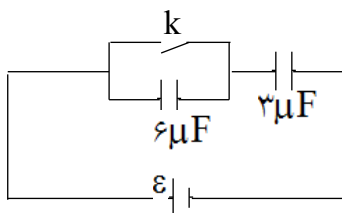
۳۸- در مدار شکل مقابل، ولتاژ دو سر خازن  $C_1$  برابر ۲۰ ولت است/ اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B برابر چند ولت است؟



- (۱) ۳۰  
(۲) ۴۰  
(۳) ۵۰  
(۴) ۶۰

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.  
 $q_1 = C_1 V_1 = 3 \times 20 = 60 \mu C$   
 $C_2$  و  $3 = C_2 + C_3 = 2 + 4 = 6 \mu F$   
 $q_2$  و  $3 = q_1 \Rightarrow q_2$  و  $3 = C_2$  و  $3 V_2$  و  $3 \Rightarrow 60 = 6 \times V_2$  و  $3 \Rightarrow V_2$  و  $3 = 10 v$   
 $V_{AB} = V_1 + V_2 = 20 + 10 = 30 v$

۳۹- در شکل مقابل اگر کلید k بسته شود، بار الکتریکی خازن  $3 \mu F$  نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟



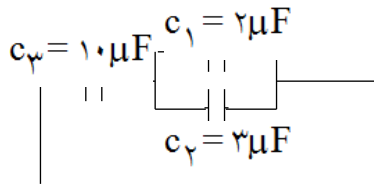
- (۱)  $\frac{2}{3}$   
(۲) ۱  
(۳)  $\frac{3}{2}$   
(۴) ۳

گزینه‌ی ۳ صحیح است. در حالتی که کلید باز است، ولتاژ خازن ۳ میکروفارادی برابر  $\frac{6}{9} \epsilon$  یا برابر با  $\frac{2}{3} \epsilon$  است و اگر کلید بسته شود، ولتاژ همان خازن برابر  $\epsilon$  خواهد شد.

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{\epsilon}{\frac{2}{3}\epsilon} = \frac{3}{2}$$

پس:

۴۰- اگر بار الکتریکی خازن  $C_1$  معادل  $800 \mu F$  باشد، انرژی خازن  $C_3$  چند ژول است؟



(۲)  $0.2$

(۱)  $0.12$

(۴)  $0.4$

(۳)  $0.3$

گزینه ی ۲ صحیح است. اگر بار خازن  $C_1$  برابر با  $800 \mu C$  باشد، بار خازن  $C_2$  برابر با  $1200 \mu C$  می شود. پس بار خازن  $C_3$  برابر با  $2000 \mu C$  است. در نتیجه:

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(2000 \times 10^{-6})^2}{10 \times 10^{-6}} = 0.2 J$$

۴۱- دو خازن بدون بار با ظرفیت های نابرابر را به طور متوالی به یک باتری می بندیم / کدام یک از

گزاره های زیر درست است؟

(۱) بار خازن ها یکسان است /

(۲) پتانسیل دو سر خازن ها یکسان است /

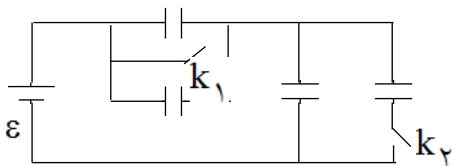
(۳) بار خازن ظرفیت بزرگتر بیشتر است /

(۴) پتانسیل دو سر خازن ظرفیت بزرگتر بیشتر است /

گزینه ی ۱ صحیح است. با توجه به متن کتاب درسی

۴۲- در شکل مقابل خازن ها مشابه اند / اگر هر دو کلید بسته شود،

ظرفیت معادل چند برابر حالتی است که کلیدها باز هستند؟



(۲)  $\frac{1}{2}$

(۱)  $\frac{1}{3}$

(۴) ۳

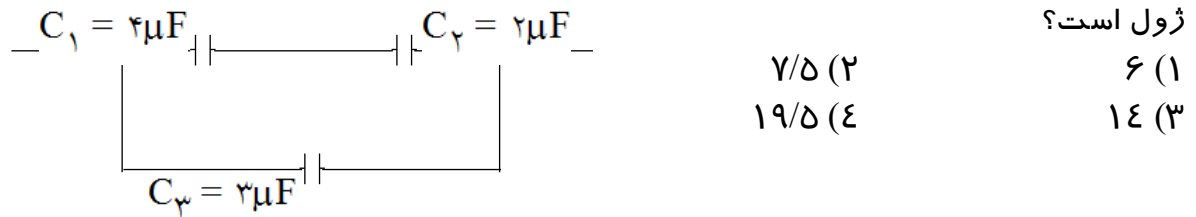
(۳) ۲

گزینه ی ۴ صحیح است. اگر کلیدها بسته شوند، دو خازن موازی با  $k_1$  از مدار خارج می شوند (اتصال کوتاه) و فقط دو خازن دیگر به صورت موازی می مانند که اگر ظرفیت هر کدام برابر  $C$  فرض شود،  $C_1$  برابر با  $2C$  می شود. و اگر هر دو کلید باز باشند، خازن متوالی با  $k_2$  از مدار خارج می شود و اگر ظرفیت هر خازن  $C$  فرض شود، ظرفیت معادل

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{2C}{\frac{2}{3}C} = 3$$

$C_2 = \frac{2}{3} C_1$  می شود، پس:

۴۳- اگر انرژی ذخیره شده در خازن  $C_1$  برابر با ۲ ژول باشد، انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها چند



گزینه‌ی ۴ صحیح است. در شاخه‌ی بالا خازن‌ها با هم متوالی‌اند، پس انرژی آنها به نسبت عکس ظرفیت آنها است.

$$U_2 = \frac{C_1}{C_2} U_1 = 2U_2 = 2 \times 2 = 4J \quad \text{پس:}$$

ظرفیت معادل  $C_2$  و  $C_1$  برابر با  $\frac{4}{3} \mu F$  است و انرژی این دو خازن هم برابر با  $6J = 4 + 2$  است و به دلیل موازی

$$U_3 = \frac{3}{4} \times 6 = \frac{9}{4} \times 6 = 13/5 J \quad \text{بودن معادل این دو خازن با } C_3 \text{ نوشت:}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 2 + 4 + 13/5 = 19/5 J$$

۴۴- خازنی با اختلاف پتانسیل  $V_1$  پر شده است/ اگر خازن در اثر تخلیه نصف انرژی خود را از دست بدهد، اختلاف پتانسیل دو سر آن چند  $V_1$  می‌شود؟

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

گزینه‌ی ۴ صحیح است. انرژی خازن با مربع ولتاژ متناسب است.

$$U \propto V^2 \Rightarrow \frac{U}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۴۵- اگر فاصله‌ی بین صفحات یک خازن را نصف کرده و عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۲ بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت آن چند برابر می‌شود؟

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

گزینه‌ی ۲ صحیح است. ظرفیت خازن با فاصله‌ی بین صفحات نسبت عکس دارد و با ضریب دی‌الکتریک عایق

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K} \times \frac{d_2}{d_1} = 2 \times \frac{1}{2} = 4 \quad \text{متناسب است.}$$



۴۶- دو خازن یکسان و بدون بار را به‌طور متوالی به یک باتری  $10\text{ V}$  وصل می‌کنیم و انرژی ذخیره شده در این مجموعه‌ی خازن‌ها  $W$  است/ اگر فقط یکی از خازن‌ها به دو سر این باتری وصل می‌شد، انرژی  $W_1$  در آن ذخیره می‌شد، نسبت  $\frac{W}{W_1}$  چه قدر است؟

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

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. وقتی دو خازن به‌طور متوالی بسته می‌شوند، ظرفیت معادل آن‌ها نصف می‌شود.

$$W = \frac{1}{2} \left( \frac{C}{2} \right) V^2 = \frac{1}{4} CV^2$$

وقتی یک خازن به تنهایی به اختلاف پتانسیل مذکور بسته شود،  $W_1$  به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$W_1 = \frac{1}{2} CV^2$$

$$\frac{W}{W_1} = \frac{\frac{1}{4} CV^2}{\frac{1}{2} CV^2} = \frac{1}{2}$$

۴۷- خازنی به ظرفیت  $C_1 = 3\text{ }\mu\text{F}$  را با ولتاژ  $120\text{ V}$  پر کرده و بعد از قطع آن از مولد، دو سر آن را به دو خازن خالی  $C_2 = 6\text{ }\mu\text{F}$  وصل می‌کنیم/ اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_2$  چند ولت می‌شود؟

- (۱) ۱۰      (۲) ۳۰      (۳) ۴۰      (۴) ۶۰

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$q = C_1 V = 3 \times 120 = 360\text{ }\mu\text{C}$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \Rightarrow \frac{q_1}{3} = \frac{q_2}{6} \Rightarrow 3 = 2q_1 = q_2$$

$$q_1 + q_2 = q \Rightarrow \frac{3}{2} q_2 = 360 \Rightarrow q_2 = 240\text{ }\mu\text{C}$$

$$V_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{240}{6} = 40\text{ V}$$

۴۸- دو سر یک خازن بدون بار به ظرفیت  $C_1$  را به دوسر یک خازن به ظرفیت  $C_2 = \frac{1}{3} C_1$  وصل می‌کنیم/ انرژی خازن  $C_2$  بعد از تعادل الکتریکی در مقایسه با حالت اولیه چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $\frac{1}{3}$       (۲)  $\frac{2}{3}$       (۳)  $\frac{1}{9}$       (۴)  $\frac{4}{9}$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$q_1 = q'_1 + q'_2 \rightarrow C_2 V = C_1 V' + C_2 V' \rightarrow C_2 V = 2C_2 V' + C_2 V' \rightarrow C_2 V = 3C_2 V' \rightarrow V' = \frac{1}{3} V$$

$$U' = \frac{1}{2} C_2 V'^2 = \frac{1}{2} C_2 \left( \frac{1}{3} V \right)^2 = \frac{1}{9} \times \frac{1}{2} C_2 V^2 = \frac{1}{9} U$$

۴۹- خازنی با اختلاف پتانسیل  $V_1$  پر شده است/ اگر خازن در اثر تخلیه نصف انرژی خود را از دست بدهد، اختلاف پتانسیل دو سر آن چند  $V_1$  می‌شود؟

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

گزینه‌ی ۴ صحیح است. انرژی خازن با مربع ولتاژ متناسب است.

$$U \propto V^2 \Rightarrow \frac{U}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

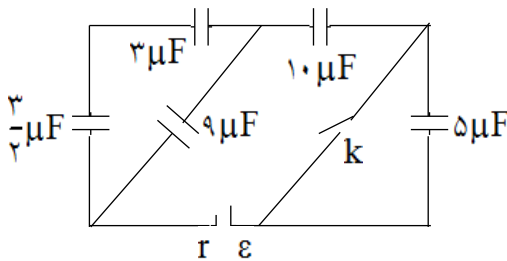
۵۰- اگر فاصله‌ی بین صفحات یک خازن را نصف کرده و عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۲ بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت آن چند برابر می‌شود؟

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

گزینه‌ی ۲ صحیح است. ظرفیت خازن با فاصله‌ی بین صفحات نسبت عکس دارد و با ضریب دی‌الکتریک عایق متناسب است.

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K} \times \frac{d_2}{d_1} = 2 \times \frac{1}{2} = 4$$

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



- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۸ (۴) ۴

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. دو خازن  $\frac{3}{2} \mu F$  و  $3 \mu F$  با یکدیگر سری می‌باشند. بنابراین ظرفیت معادل آن‌ها برابر

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\frac{3}{2} \times 3}{\frac{3}{2} + 3} = \frac{9}{\frac{9}{2}} = 2$$

است با:

$$2 + 9 = 11 \mu F$$

معادل دو خازن قبلی با خازن  $9 \mu F$  موازی است. پس:

$$C' = \frac{11 \times 11}{11 + 11} = 5.5 \mu F$$

معادل سه خازن  $\frac{3}{2}$  و ۳ و ۹ میکروفارادی با خازن  $10 \mu F$  سری می‌باشند.

$$C_{T1} = \frac{5.5 \times 5.5}{5.5 + 5.5} = 2.75 \mu F$$

$C'$  با خازن  $5 \mu F$  سری است، پس:

اگر کلید بسته شود، خازن  $5 \mu F$  حذف می‌شود و بنابراین  $C_{T1} = 5 \mu F$  یعنی ظرفیت معادل دو برابر می‌شود.

در هر دو حالت بار خازن  $10 \mu F$  با بار خازن معادل برابر است و چون بار خازن معادل برابر است با  $C_T \times E$  پس بار خازن  $10 \mu F$  نیز دو برابر می‌شود.

۵۲- دو خازن به ظرفیت‌های  $C_1 = 6\mu F$  و  $C_2 = 12\mu F$  را به‌طور متوالی به یک مولد  $60$  ولتی می‌بندیم/ پس از پر شدن خازن‌ها، مولد را برمی‌داریم و صفحه‌های هم‌نام خازن‌ها را به هم وصل می‌کنیم/ اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن‌ها بعد از رسیدن به تعادل چند ولت می‌شود؟

- (۱) صفر (۲)  $\frac{20}{3}$  (۳)  $10$  (۴)  $\frac{80}{3}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.  $C = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\mu F$  ظرفیت معادل

در حالت متوالی، بار الکتریکی هر خازن برابر بار خازن معادل است.

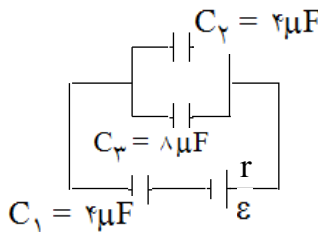
$$q = C \cdot V = 4\mu F \times 60 = 240\mu C$$

بار الکتریکی هریک از خازن‌ها  $240\mu C$  است، پس اگر صفحات هم‌نام به هم وصل شود، بار خازن موازی معادل  $C = C_1 + C_2 = 6 + 12 = 18\mu F$   $2 \times 240 = 480\mu C$  می‌شود.

$$V = \frac{q}{C} = \frac{480\mu C}{18\mu F} = \frac{80}{3} \text{ ولت}$$

۵۳- در شکل مقابل بار ذخیره شده در خازن  $C_1$  برابر  $30\mu C$  است/ انرژی ذخیره شده در خازن  $C_2$  چند

میکروژول است؟



- (۱)  $12/5$  (۲)  $25$   
(۳)  $125$  (۴)  $250$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.  $C = C_2 \parallel C_3 = 4 + 8 = 12\mu F$

خازن معادل  $C_2$  و  $C_3$  با خازن  $C_1$  متوالی است، پس بار آن نیز  $30\mu C$  است. ولتاژ دو سر خازن‌های موازی را

$$V = \frac{q}{C} = \frac{30\mu C}{12\mu F} = \frac{5}{2} \text{ ولت}$$

حساب می‌کنیم:

$$W_2 = \frac{1}{2} C_2 V^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-6} \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 \text{ J} = 12/5\mu J$$

۵۴- یکی از دو خازن مشابه را با ولتاژ  $200$  ولت و دیگری را با ولتاژ  $400$  ولت پر کرده و صفحه‌های غیر هم‌نام آن‌ها را به هم وصل می‌کنیم/ اگر ظرفیت هریک  $5\mu F$  باشد، اختلاف پتانسیل مشترک آن‌ها // // ولت و بار ذخیره شده در هریک // // میکروکولن خواهد بود/

- (۱) صفر و صفر (۲)  $3000$  و  $600$  (۳)  $500$  و  $100$  (۴)  $300$  و  $1500$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی اولیه‌ی هریک از خازن‌ها را حساب می‌کنیم:

$$q_1 = C_1 V_1 = 5 \times 200 = 1000\mu C \Rightarrow q_2 = 2000\mu C$$

اگر صفحات غیر هم‌نام آن‌ها را به هم وصل کنیم، بارهای الکتریکی هم‌دیگر را خنثی می‌کنند و باقی‌مانده‌ی آن‌ها به نسبت مساوی بین دو خازن تقسیم می‌شود.  
 $q = q_2 - q_1 = 2000 - 1000 = 1000\mu C$

$$V = \frac{q}{C} = \frac{1000}{5 + 5} = 100 \text{ ولت مشترک}$$

$$q = \frac{1000}{2} = 500\mu C \text{ هرکدام}$$

۵۵- دو خازن  $C_1 = 6\mu F$  و  $C_2$  را به‌طور متوالی به هم وصل کرده و دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۵ ولت وصل می‌کنیم/ اگر بار ذخیره شده در خازن  $C_1$  برابر  $10\mu C$  باشد، ظرفیت  $C_2$  چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بار ظرفیت معادل نیز باید  $10\mu C$  باشد، پس اگر ظرفیت معادل را  $C$  فرض کنیم:

$$C = \frac{q}{V} = \frac{10\mu C}{5V} = 2\mu F$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{C_2} = 3\mu F$$

۵۶- یک خازن به یک باتری متصل است/ اگر صفحات خازن را در این حالت از یک‌دیگر دور کنیم:

(۱) بار الکتریکی خازن ثابت می‌ماند/

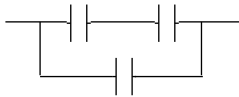
(۲) انرژی خازن ثابت می‌ماند/

(۳) بار الکتریکی خازن افزایش می‌یابد/

(۴) جریانی موقتی در جهت معکوس در مدار برقرار می‌شود/

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ولتاژ ثابت است، پس با کاهش ظرفیت، بار خازن کم می‌شود، یعنی مقداری از بارهایی که قبلاً به خازن منتقل شده‌اند در خلاف جهت جریان قبلی برمی‌گردند.

۵۷- در شکل مقابل اگر ولتاژ مجاز دو سر هر خازن حداکثر ۶۰ ولت باشد، ولتاژ دو سر مجموعه چند ولت می‌تواند باشد؟ (خازن‌ها مشابه هستند/)



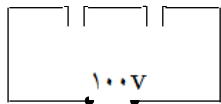
- (۱) ۶۰ (۲) ۹۰

- (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۸۰

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. یکی از خازن‌ها مستقیماً به دو سر مجموعه وصل است، پس ولتاژ دو سر نباید بیش از ۶۰ ولت باشد.

۵۸- در شکل مقابل نسبت انرژی ذخیره شده در خازن  $C_1$  به انرژی ذخیره شده در خازن  $C_2$  چه قدر است؟

$$C_1 = 1\mu F \quad C_2 = 2\mu F$$



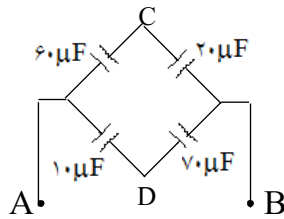
- (۱)  $\frac{1}{16}$  (۲)  $\frac{1}{4}$

- (۳) ۴ (۴) ۱۶

$$q_1 = q_2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = 4$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۵۹- در شکل مقابل، اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی C و D چند ولت است؟



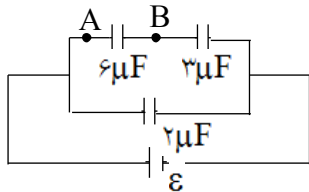
$$(V_A = 100V, V_B = 20V)$$

- (۱) ۱۰  
(۲) ۲۰  
(۳) ۳۰  
(۴) ۵۰

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اختلاف پتانسیل دو سر شاخه‌ی بالا برابر با اختلاف پتانسیل دو سر شاخه‌ی پایین است و برابر  $100 - 20 = 80V$  است. بنابراین در شاخه‌ی بالا اختلاف پتانسیل خازن‌های  $20\mu F$  و  $60\mu F$  به ترتیب ۶۰ ولت و ۲۰ ولت است و اختلاف پتانسیل خازن‌های  $70\mu F$  و  $10\mu F$  به ترتیب ۱۰ ولت و ۷۰ ولت است. پس:

$$\begin{cases} V_C = 60 + 20 = 80 \\ V_D = 10 + 70 = 80 \end{cases} \Rightarrow V_C - V_D = 80 - 30 = 50 \text{ ولت}$$

۶۰- در شکل مقابل اگر بار خازن ۲ میکروفارادی برابر با  $300\mu C$  باشد، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟



- (۱) ۴۵  
(۲) ۵۰  
(۳) ۹۰  
(۴) ۱۰۰

$$C_T = 2\mu F$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. چون بار خازن ۲ میکروفارادی برابر  $300$  میکروکولن است، با توجه به شکل روبه‌رو می‌توان گفت بار هر یک از خازن‌های ۳ و ۶ میکروفارادی نیز برابر  $300$  میکروکولن است.

در نتیجه اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B  $(V_{AB})$  برابر است با:

$$q = CV \Rightarrow 300 = 6 \times V_{AB} \Rightarrow V_{AB} = 50V$$

۶۱- دو خازن  $C_1 = 6\mu F$  و  $C_2$  را به‌طور متوالی به دو سر اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت می‌بندیم/ اگر بار ذخیره شده در هر خازن  $200\mu C$  باشد، ظرفیت خازن  $C_2$  چند میکروفاراد است؟

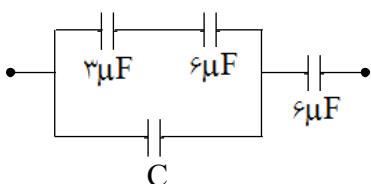
- (۱) ۲  
(۲) ۳  
(۳) ۴  
(۴) ۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow 200 = 6 \times V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{200}{3} \Rightarrow V_2 = 100 - \frac{200}{3} = \frac{200}{3}$$

$$q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow 200 = C_2 \times \frac{200}{3} \Rightarrow C_2 = 3\mu F$$

۶۲- در شکل مقابل ظرفیت معادل مدار  $2/4\mu F$  می‌باشد/ ظرفیت C چند میکروفاراد است؟

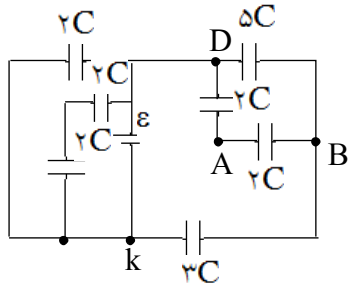


- (۱) ۰/۴  
(۲) ۲  
(۳) ۲/۲  
(۴) ۴

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ظرفیت معادل دو خازن ۳ و ۶ میکروفارادی، ۲ میکروفاراد است.

$$C_T = 2/4 = \frac{(2 + C) \times 6}{(2 + C) + 6} \Rightarrow 0/4 = \frac{2 + C}{8 + C} \Rightarrow 3/2 + 0/4C = 2 + C \Rightarrow 0/6C = 1/2 \Rightarrow C = 2\mu F$$

۶۳- در مدار مقابل، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟ ( $C = 2\mu F, \varepsilon = 30V$ )



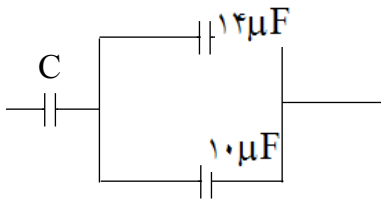
- (۱) ۵  
(۲) ۱۰  
(۳)  $\frac{20}{3}$   
(۴)  $\frac{40}{3}$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $2C$  برابر نیروی محرکه‌ی مولد یعنی  $30$  ولت است. بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $6C$  در شکل (۳) برابر است با:

$$q_4 = q_{1, 2, 3} \Rightarrow C_{1, 2, 3} \times V_{1, 2, 3} = C_4 V_4 \Rightarrow 6C \times V_{1, 2, 3} = 2C \times V_4 \Rightarrow V_4 = 3V_{1, 2, 3}$$

از طرفی جمع اختلاف پتانسیل خازن‌های  $6C$  و  $3C$  باید  $30$  ولت شود، بنابراین:  
 $V_4 = 20V, V_{1, 2, 3} = 10V$

۶۴- در شکل داده شده ظرفیت خازن  $C$  چند میکروفاراد باشد تا ظرفیت معادل خازن‌ها  $8$  میکروفاراد شود؟



- (۱) ۱۲  
(۲) ۱۴  
(۳) ۱۰  
(۴) ۲۴

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

ظرفیت معادل خازن‌های موازی  $C' = 14 + 10 = 24\mu F$

$$C_T = \frac{C \times C'}{C + C'} \Rightarrow 8 = \frac{C \times 24}{C + 24} \Rightarrow 2C = C + 24 \Rightarrow C = 12\mu F$$

۶۵- خازن تختی با عایقی به ضریب دی‌الکتریک  $2$  دارای ظرفیت  $4 \times 10^{-2} \mu F$  و به اختلاف پتانسیل  $200$  ولت وصل است/ اگر در این وضعیت عایق از بین دو صفحه‌ی خازن خارج شود، ظرفیت و بار خازن به ترتیب برابر است با:

- (۱)  $2 \times 10^{-2} \mu F$  و  $2 \times 4 \mu C$  (۲)  $4 \times 10^{-2} \mu F$  و  $4 \mu C$   
(۳)  $4 \times 10^{-2} \mu F$  و  $4 \times 16 \mu C$  (۴)  $8 \mu C$  و  $16 \times 10^{-2} \mu F$

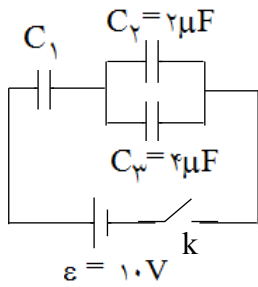
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ثابت دی‌الکتریک هوا تقریباً برابر یک است. بنابراین با برداشتن عایق با ثابت دی‌الکتریک  $2$ ، ظرفیت خازن نصف می‌شود زیرا:

$$C = k\varepsilon \frac{A}{d} \rightarrow C \propto k \rightarrow C_2 = \frac{1}{2} C_1 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \mu F$$

از طرفی در مورد بار خازن می‌توان نوشت:

$$q_2 = C_2 V = 2 \times 10^{-2} \times 200 = 4 \mu C$$

۶۶- سه خازن مانند شکل به هم بسته شده است و انرژی ذخیره شده در کل



مدار  $J 10^{-4}$  است / ظرفیت خازن  $C_1$  چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۲  
(۲) ۳  
(۳) ۶  
(۴) ۸/۵۷

گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$W = \frac{1}{2} C_T \varepsilon^2 \rightarrow 10^{-4} = \frac{1}{2} C_T \times 10^2 \rightarrow C_T = 2 \times 10^{-6} F = 2 \mu F$$

$$\begin{matrix} C_1 & C_{2,3} = 6 \mu F \\ \text{---} & \text{---} \end{matrix} \rightarrow C_T = \frac{6 \times C_1}{6 + C_1} \rightarrow 2 = \frac{6 C_1}{6 + C_1} \rightarrow C_1 = 3 \mu F$$

۶۷- خازنی به ظرفیت  $50 \mu F$  توسط اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت شارژ شده است / این خازن را از منبع جدا کرده و دو سر آن را به دو سر یک خازن خالی وصل می کنیم، اگر بار الکتریکی منتقل شده به این خازن

جدید  $10^{-3}$  کولن باشد، ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۱۲/۵  
(۲) ۱۷/۵  
(۳) ۲۵  
(۴) ۳۵

گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

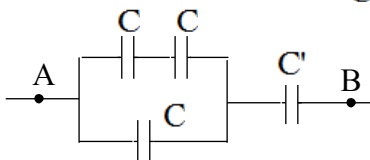
اگر بار  $10^{-3}$  کولن به خازن  $C_2$  منتقل شود، بار الکتریکی خازن  $C_1$  برابر خواهد بود با:

$$q_1 = q - q_2 = 5 \times 10^{-3} - 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} C$$

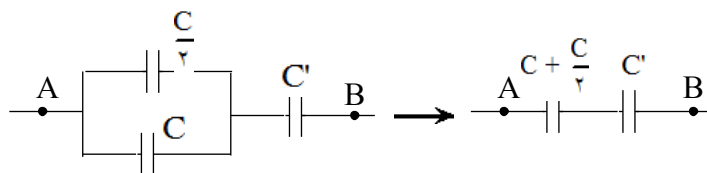
$$V = \frac{q_1}{C_1} = \frac{4 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}} = 80 V$$

$$C_2 = \frac{q_2}{V} = \frac{10^{-3} \times 10^6}{80} = 12/5 \mu F$$

۶۸- اگر در شکل مقابل، ظرفیت خازن معادل بین A و B،  $\frac{3}{4} C'$  باشد، نسبت  $\frac{C}{C'}$  کدام است؟



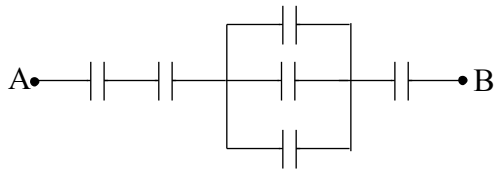
- (۱) ۲  
(۲) ۳  
(۳) ۳/۲  
(۴) ۳/۲



گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$C_T = \frac{\frac{3}{2} C \times C'}{\frac{3}{2} C + C'} \rightarrow \frac{3}{4} C' = \frac{3 C C'}{3 C + 2 C'} \rightarrow 4 C = 3 C + 2 C' \rightarrow C = 2 C'$$

۶۹- در شکل مقابل خازن‌ها مشابه و ظرفیت کل  $\frac{1}{6}C$  میکروفاراد است / ظرفیت هر خازن چند میکروفاراد

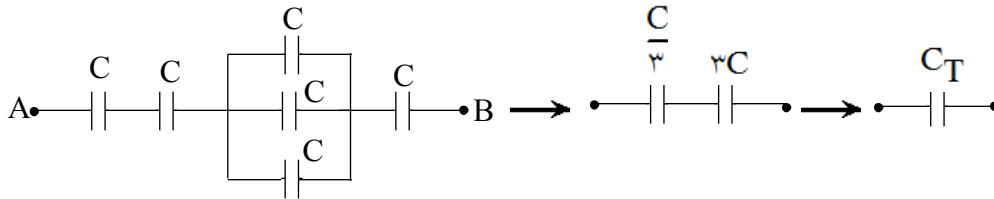


- ۲ (۲)  
۴ (۴)

- است؟  
۱ (۱)  
۳ (۳)

$$C_T = \frac{\frac{C}{3} \times 3C}{\frac{C}{3} + 3C} = \frac{3C}{10} \rightarrow \frac{1}{6} = \frac{3C}{10} \rightarrow C = 2\mu F$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



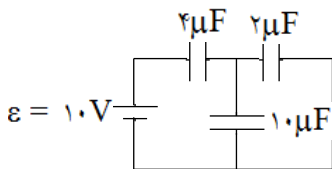
۷۰- ظرفیت خازنی  $22\mu F$  است / اگر بار الکتریکی آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی آن ۱۶ میکروژول افزایش می‌یابد / بار اولیه‌ی آن چند میکروکولن است؟

- ۴۰ (۲)      ۲۰ (۱)  
 $4 \times 10^{-2}$  (۴)       $2 \times 10^{-2}$  (۳)

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

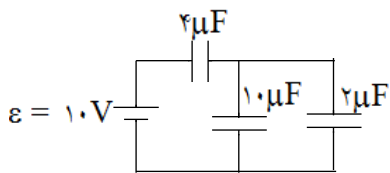
$$\Delta U = \frac{1}{2C} (q_2^2 - q_1^2) \rightarrow 16 = \frac{1}{2 \times 22} \left( \frac{36}{25} q_1^2 - q_1^2 \right) \rightarrow q_1 = 40 \mu C$$

۷۱- در مدار مقابل بار الکتریکی ذخیره شده در خازن ۲ میکروفارادی چند میکروکولن است؟



- ۳۰ (۴)      ۱۵ (۳)      ۱۰ (۲)      ۵ (۱)

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.



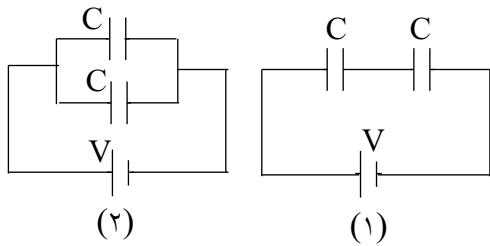
$$C_T = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3\mu F \rightarrow q = C_T V = 3 \times 10 = 30 \mu C$$

$$V_{10} = V_2 \rightarrow \frac{q_{10}}{C_{10}} = \frac{q_2}{C_2} \rightarrow \frac{q_{10}}{10} = \frac{q_2}{2}$$

$$\rightarrow q_{10} = 5q_2, q_{10} + q_2 = 30 \rightarrow q_2 = 5\mu C$$



۷۲- نسبت انرژی ذخیره شده در خازن‌های مدار شکل (۱) به خازن‌های مدار شکل (۲) کدام است؟



(۲) ۸

(۱)  $\frac{1}{4}$

(۴)  $\frac{1}{8}$

(۳) ۴

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \rightarrow \begin{cases} U_1 = \frac{1}{2} C_T V^2 \\ U_2 = \frac{1}{2} C_T V^2 \end{cases} \rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_{T1}}{C_{T2}} = \frac{2C}{\frac{C}{2}} = 4$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۷۳- فاراد معادل است با:

(۴)  $\frac{\text{کولن}}{\text{ولت}}$

(۳)  $\frac{\text{کولن}}{\text{متر}}$

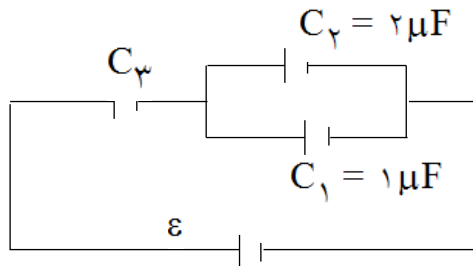
(۲) ولت.کولن

(۱)  $\frac{\text{ولت}}{\text{کولن}}$

$$q = CV \rightarrow C = \frac{q}{V}$$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

۷۴- در شکل مقابل انرژی ذخیره شده در خازن  $C_2$  دو برابر انرژی خازن  $C_3$  است / ظرفیت معادل مدار



چند میکروفاراد است؟

(۲)  $1/75$

(۱)  $1/25$

(۴)  $2/75$

(۳)  $2/25$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ولتاژ دو خازن  $C_2$  و  $C_1$  با هم برابر است و به دلیل اینکه ظرفیت  $C_2$  دو برابر  $C_1$  است پس انرژی خازن  $C_2$  دو برابر خازن  $C_1$  است. اگر معادل  $C_2$  و  $C_1$  را  $C'$  فرض کنیم،  $C'$  با  $C_3$  متوالی خواهد شد. پس:

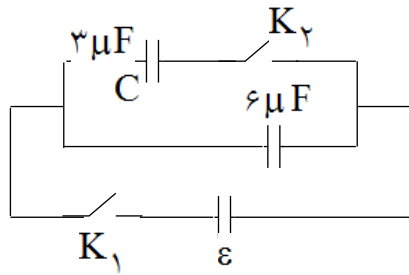
$$\begin{cases} U_3 = \frac{1}{3} U' \\ q_3 = q' \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{q_3^2}{C_3} = \frac{1}{3} \left[ \frac{1}{2} \frac{q'^2}{C'} \right] \xrightarrow{q_3 = q'} \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{C'}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \Rightarrow C_3 = 9 \mu F$$

$C_3$  با  $C'$  متوالی است. پس:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C'} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{9} = \frac{4}{9} \Rightarrow C = \frac{9}{4} = 2.25 \mu F$$

۷۵- در شکل مقابل هر دو خازن خالی است/ اول کلید  $K_1$  را بسته،  $K_2$  را باز نگه می‌داریم/ بعد از رسیدن به تعادل، کلید  $K_1$  را باز کرده،  $K_2$  را می‌بندیم/ اگر بعد از این مرحله بار خازن ۳ میکروفرادی به



$6 \mu C$  برسد،  $\varepsilon$  چند ولت است؟

- (۱)  $1/5$  (۲) ۳ (۳) ۶ (۴) ۱۲

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

در حالت اول خازن  $3 \mu F$  خالی خواهد ماند و خازن  $6 \mu F$  به اندازه‌ی  $6 \mu C$  بار الکتریکی خواهد داشت و اما نهایتاً  $1/3$  این بار الکتریکی به خازن  $3 \mu F$  خواهد رفت (تقسیم بار به نسبت ظرفیت‌ها) بنابراین می‌توان نوشت:

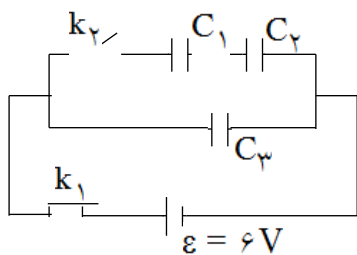
$$\text{ولت } \varepsilon = 3 \Rightarrow 6 = 2\varepsilon \Rightarrow \varepsilon = 3$$

۷۶- عایق خازن مسطحی هوا است/ اگر یک صفحه‌ی آلومینیومی را که ضخامت آن نصف فاصله‌ی بین دو صفحه است، درست در وسط بین دو صفحه و به موازات آن‌ها قرار دهیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $1/4$  (۲)  $1/2$  (۳) ۲ (۴) ۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. خازن اولیه، تبدیل به دو خازن متوالی می‌شود که ظرفیت هر کدام ۴ برابر ظرفیت خازن اولیه است و به دلیل متوالی بودن، ظرفیت معادل ۲ برابر ظرفیت خازن اولیه خواهد شد.

۷۷- در شکل مقابل ظرفیت هریک از خازن‌ها  $20 \mu F$  است/ اگر کلید  $K_1$  را باز و  $K_2$  را ببندیم، انرژی خازن  $C_1$  به چند ژول می‌رسد؟ (قبل از وصل  $K_1$ ، خازن‌ها خالی بوده‌اند/)



- (۱)  $10^{-5}$  (۲)  $2 \times 10^{-5}$  (۳)  $4 \times 10^{-5}$  (۴)  $8 \times 10^{-5}$

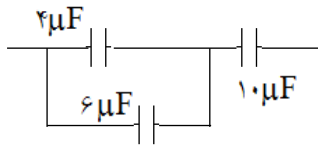
گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. وقتی کلید  $K_1$  را باز می‌کنیم و هنوز  $K_2$  را نبسته‌ایم، خازن‌های  $C_1$  و  $C_2$  خالی هستند و خازن  $C_3$  با ولتاژ ۶ ولت پر شده است.

وقتی کلید  $K_2$  را ببندیم، ظرفیت معادل شاخه‌ی بالا  $10 \mu F$  می‌شود و بار الکتریکی  $120 \mu C$  میکروکولن بین دو ظرفیت  $10 \mu F$  و  $20 \mu F$  به نسبت ظرفیت‌ها تقسیم می‌شود، پس به شاخه‌ی بالا  $40 \mu C$  می‌رسد. بنابراین بار خازن  $C_1$  برابر

$$U_1 = \frac{q_1^2}{2C} = \frac{1}{2} \times \frac{(40 \times 10^{-6})^2}{10 \times 10^{-6}} = 8 \times 10^{-5} \text{ J}$$

با  $40 \mu C$  می‌شود.

۷۸- در شکل مقابل اختلاف پتانسیل دو سرخازن ۱۰ میکروفارادی برابر ۱۰۰ ولت است/ بار الکتریکی خازن



۶ میکروفارادی چند میکروکولن است؟

- (۱) ۲۰۰  
(۲) ۳۰۰  
(۳) ۴۰۰  
(۴) ۶۰۰

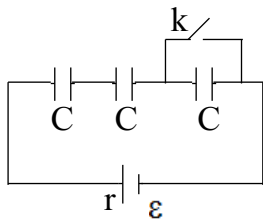
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ظرفیت معادل دو خازن ۴ میکروفارادی نیز برابر ۱۰ میکروفارادی است. پس اختلاف پتانسیل هر یک از این دو خازن نیز ۱۰۰ ولت است.  
 $q = C.V = 6 \times 100 = 600 \mu C$

۷۹- عایق بین صفحات خازن مسطحی، هوا است/ اگر بدون تغییر بار الکتریکی فاصله بین صفحات را دو برابر کنیم، انرژی خازن چند برابر می‌شود؟

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

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با دو برابر کردن فاصله، ظرفیت خازن نصف می‌شود و با نصف شدن ظرفیت، انرژی خازن دو برابر می‌شود.  
 $U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$

۸۰- در شکل مقابل، با بسته شدن کلید k، انرژی مجموعه‌ی خازن‌های مدار چند برابر می‌شود؟



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

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

در حالتی که کلید باز است، ظرفیت معادل  $\frac{1}{3}C$  است:

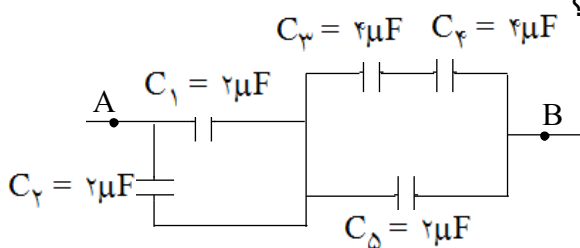
$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 \varepsilon^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{3} C \right) \varepsilon^2 = \frac{1}{6} C \varepsilon^2$$

در حالتی که کلید بسته است، ظرفیت معادل  $\frac{1}{2}C$  است:

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 \varepsilon^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} C \right) \varepsilon^2 = \frac{1}{4} C \varepsilon^2$$

$$\Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{4} C \varepsilon^2}{\frac{1}{6} C \varepsilon^2} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

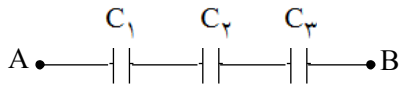
۸۱- در مدار مقابل، ظرفیت معادل بین A و B چند میکروفاراد است؟



- (۱) ۲  
(۲) ۴  
(۳) ۶  
(۴) ۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در سمت چپ مدار،  $C_1$  و  $C_2$  با هم موازی‌اند. معادل آنها  $4 \mu F$  خواهد شد و این دو قسمت مدار با هم متوالی است که معادل آنها  $2 \mu F$  خواهد شد.

۸۱- 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؟



- (۱) ۱۲  
(۲) ۲۴  
(۳) ۲۲  
(۴) ۳۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

بار سه خازن متوالی یکسان است، پس خازن دارای ظرفیت کم‌تر اختلاف پتانسیل بیش‌تری را تحمل می‌کند.

$$V = \frac{q}{C} \Rightarrow 12 = \frac{q}{4} \Rightarrow q = 48\mu C$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{1}{2} \Rightarrow C = 2\mu F$$

$$V_{AB} = \frac{q}{C} = \frac{48}{2} = 24V$$

۸۳- چند خازن ۶ میکروفارادی را به‌طور متوالی به اختلاف پتانسیل الکتریکی ۳۰ ولت وصل کنیم تا انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها  $2/7 \times 10^{-4}$  شود؟

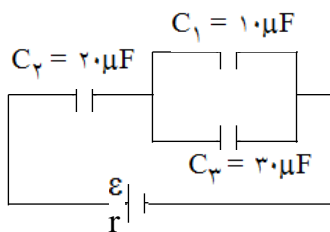
- (۱) ۳  
(۲) ۵  
(۳) ۹  
(۴) ۱۰

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اگر ظرفیت معادل را C فرض کنیم، می‌توان نوشت:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 2/7 \times 10^{-4} = \frac{1}{2} C \times 30^2 \Rightarrow C = 0/6 \times 10^{-6} F = 0/6\mu F$$

$$C = \frac{1}{n} C_1 \Rightarrow 0/6 = \frac{1}{n} \times 6 \Rightarrow n = 10$$

۸۴- در شکل مقابل بار الکتریکی  $C_1$  برابر با ۴۰ میکروکولن است/ اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_2$  چند ولت است؟



- (۱) ۲  
(۲) ۴  
(۳) ۶  
(۴) ۸

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اگر بار خازن  $C_1$  برابر با  $40\mu C$  باشد، بار خازن  $C_3$  برابر با  $120\mu C$  خواهد شد و بار

$$V_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{160}{20} = 8$$

خازن  $C_2$  برابر با مجموع آن‌ها یعنی  $160\mu C$  می‌شود.

- ۸۵- خازنی به ظرفیت C را به اختلاف پتانسیل V بسته‌ایم / اگر ظرفیت خازن را ۲۵ درصد افزایش داده و اختلاف پتانسیل دو سر آن را ۲۰ درصد کاهش دهیم بار الکتریکی خازن چگونه تغییر می‌کند؟
- (۱) ثابت می‌ماند /  
 (۲) ۵ درصد افزایش می‌یابد /  
 (۳) ۵ درصد کاهش می‌یابد /  
 (۴) ۷/۵ درصد کاهش می‌یابد /
- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$q_1 = C_1 V_1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_2 = C_1 + \frac{1}{4}C_1 = \frac{5}{4}C_1 \\ V_2 = V_1 - \frac{1}{5}V_1 = \frac{4}{5}V_1 \end{array} \right\} \rightarrow q_2 = C_2 V_2 = \frac{5}{4}C_1 \times \frac{4}{5}V_1 = C_1 V_1 \rightarrow q_2 = q_1$$

- ۸۶- اگر خازن مسطحی را که دی‌الکتریک آن هوا است به اختلاف پتانسیل ۵۰۰ ولت وصل کنیم / چگالی بار روی صفحات آن  $\frac{C}{m^2} \times 10^{-7} \times 22$  می‌شود / اگر  $\left( \frac{C^2}{N \cdot m^2} \right) \times 10^{-12} \times 1/8$  فرض شود / فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی خازن چند میلی‌متر است؟
- (۱)  $2 \times 10^{-3}$  (۲)  $2 \times 10^{-2}$  (۳) ۲ (۴) ۲۰

$$q = C \cdot V \Rightarrow q = 500C \Rightarrow q = 500 \left( \epsilon_r \frac{A}{d} \right)$$

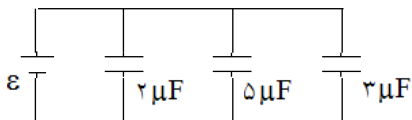
گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Rightarrow q = \frac{500 \epsilon_r}{d} (A)$$

$$\text{چگالی سطحی} = \frac{q}{A} = \frac{500 \epsilon_r}{d} \Rightarrow 22 \times 10^{-7} = \frac{500 \times 1/8 \times 10^{-12}}{d}$$

$$\Rightarrow d = \frac{500 \times 1/8 \times 10^{-12}}{22 \times 10^{-7}} = 0.002 \text{ m} = 2 \text{ mm}$$

- ۸۷- در شکل روبه‌رو، اگر بار ذخیره شده در کل خازن‌ها  $60 \mu C$  باشد، انرژی ذخیره شده در خازن ۲ میکروفارادی چند ژول است؟



- (۱)  $1/8 \times 10^{-5}$  (۲)  $3/6 \times 10^{-5}$  (۳) ۱۸ (۴) ۳۶

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 2 + 5 + 3 = 10 \mu F$$

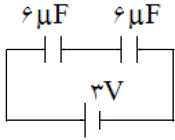
$$\epsilon = \frac{q}{C} = \frac{60}{10} = 6 \text{ ولت}$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

ولتاژ هریک از خازن‌ها با  $\epsilon$  برابر است، پس:

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2 = \frac{1}{2} \times (2 \times 10^{-6}) \times 36 = 3/6 \times 10^{-5} \text{ J}$$

۸۸- در مدار روبه‌رو، عایق بین صفحات خازن‌ها هوا است/ اگر فاصله‌ی صفحات یکی از خازن‌ها را نصف کنیم:



- (۱) بار یکی از خازن‌ها دو برابر می‌شود/
- (۲) بار هر یک از خازن‌ها دو برابر می‌شود/
- (۳) ۳ میکروکولن بر بار یکی از خازن‌ها اضافه می‌شود/
- (۴) ۳ میکروکولن بر بار هر خازن اضافه می‌شود/

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در حالت اول خازن معادل  $3\mu F$  است و بار هر خازن برابر با بار الکتریکی خازن معادل است، پس:

$$q_1 = C_1 V = 3 \times 3 = 9\mu C$$

در حالت دوم ظرفیت یکی از خازن‌ها دو برابر می‌شود و ظرفیت معادل  $4\mu F$  می‌شود و بار الکتریکی هر خازن برابر با بار معادل خواهد شد.

$$q_2 = C_2 V = 4 \times 3 = 12\mu C$$

بنابراین بار الکتریکی هر خازن به اندازه‌ی  $3\mu C = 12 - 9$  اضافه خواهد شد.

۸۹- دو سر خازن به منبع برق وصل است و بین صفحات آن هوا است/ اگر در همان حال تیغ‌های شیشه‌ای

بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت و انرژی خازن چگونه تغییر می‌کنند؟ (به ترتیب از راست به چپ)

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

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با قراردادن دی‌الکتریک به جای هوا، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد. و با افزایش ظرفیت

در ولتاژ ثابت، انرژی خازن نیز زیاد می‌شود.  $(U = \frac{1}{2} CV^2)$

۹۰- دو خازن ۱۰ میکروفارادی یکی با ولتاژ ۵ ولت، و دیگری با ولتاژ ۲۰ ولت باردار شده است/ اگر آنها را

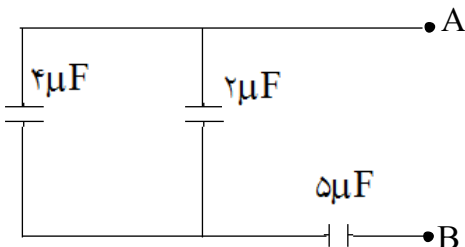
از منبع جدا کرده و صفحات هم نام آنها را به هم وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر هر یک چند ولت می‌شود؟

- (۱) ۵
- (۲) ۷/۵
- (۳) ۱۲/۵
- (۴) ۲۰

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ولت  $V = \frac{Q_1 + Q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2} = \frac{10 \times 5 + 10 \times 20}{10 + 10} = 12/5$

۹۱- اگر در شکل روبه‌رو بار الکتریکی خازن ۵ میکروفارادی برابر  $600\mu C$  باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین

دو نقطه‌ی A , B چند ولت است؟



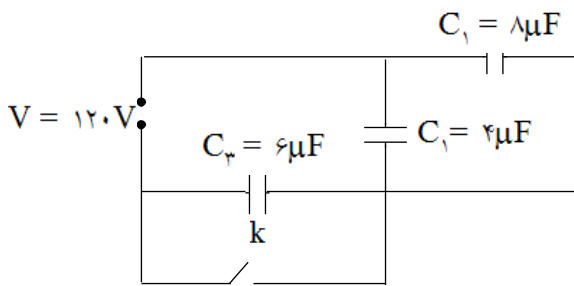
- (۱) ۱۱۰
- (۲) ۱۲۰
- (۳) ۲۲۰
- (۴) ۲۵۰

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ظرفیت معادل دو خازن موازی هم برابر  $6\mu F = 4 + 2$  است. بنابراین ظرفیت معادل

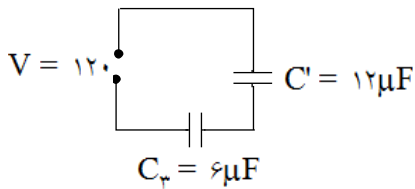
کل مدار برابر با  $C = \frac{6 \times 5}{6 + 5} = \frac{30}{11}\mu F$  است. بار الکتریکی کل نیز با همان  $600\mu C$  است. پس:

$$V = \frac{q}{c} = \frac{600}{\frac{30}{11}} = 220$$

۹۲- در مدار روبه‌رو اگر کلید را ببندیم، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازن  $C_1$  چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) ۴۰ ولت کاهش می‌یابد /
- (۲) ۴۰ ولت افزایش می‌یابد /
- (۳) ۸۰ ولت کاهش می‌یابد /
- (۴) ۸۰ ولت افزایش می‌یابد /



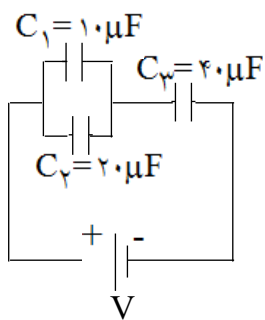
گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. خازن‌های  $۸\mu F$ ،  $۴\mu F$  موازی می‌باشند معادل آن دو  $۱۲\mu F$  است. دو خازن ۱۲ و ۶ میکروفارادی سری می‌باشند اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $۱۲\mu F$  برابر است با:  $V' = \frac{1}{3} \times ۱۲۰ = ۴۰V$

اگر کلید K بسته شود اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C'$  یا  $C_1$  و  $C_p$  هر یک برابر ۱۲۰ ولت می‌شوند.

افزایش اختلاف پتانسیل  $\Delta V = ۱۲۰ - ۴۰ = ۸۰V$

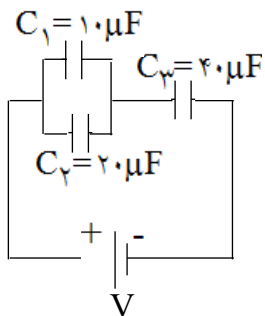
(توضیح: می‌باید در شکل  $C_1 = ۸\mu F$  و  $C_p = ۴\mu F$  باشد که هر دو  $C_1$  تایپ شده. اما چون این دو خازن موازی اند اختلاف پتانسیل دو سر آنها برابر است بنابراین اختلاف پتانسیل هر دوی آنها به یک اندازه تغییر می‌کند.)

۹۳- در شکل زیر اگر بار ذخیره شده در خازن  $۱۰\mu F$  برابر ۲۰ میکروکولن باشد، انرژی ذخیره شده در خازن  $۴۰$  میکروفارادی چند ژول است؟



- (۱)  $4/5 \times 10^{-6}$
- (۲)  $4 \times 10^{-5}$
- (۳)  $4/5 \times 10^{-5}$
- (۴)  $4 \times 10^{-6}$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

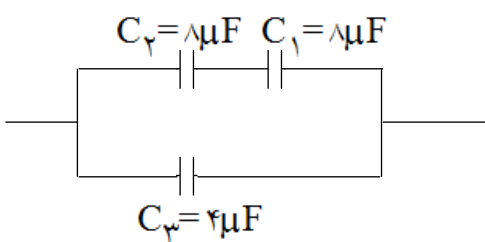


$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \Rightarrow \frac{20}{10} = \frac{q_2}{20} \Rightarrow q_2 = 40 \mu C$$

$$q_{1,2} = q_3 = 60 \mu C$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(60 \times 10^{-6})^2}{40 \times 10^{-6}} = 4/5 \times 10^{-5} J$$

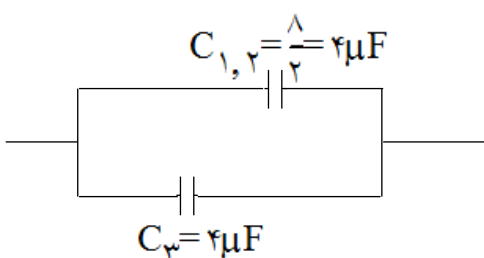
۹۴- در شکل داده شده اگر بار الکتریکی ذخیره شده در خازن  $C_1 = ۸\mu F$  برابر ۱۰ میکروکولن باشد، بار الکتریکی ذخیره شده



در خازن  $C_3 = ۴\mu F$  چند میکروکولن است؟

- (۱) ۱۰
- (۲) ۲۰
- (۳) ۴
- (۴) ۵

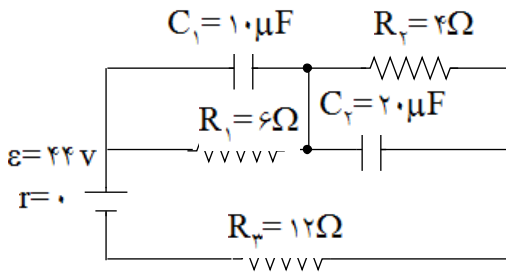
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.



$$q_1 = q_2 = q_{1,2} = 10 \mu C$$

$$\left. \begin{matrix} V_{1,2} = V_3 \\ C_{1,2} = C_3 \end{matrix} \right\} \Rightarrow q_3 = q_{1,2} = 10 \mu C$$

۹۵- در مدار روبه‌رو، انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها چند ژول است؟



- (۱) صفر  
 (۲)  $6/4 \times 10^{-4}$   
 (۳)  $7/2 \times 10^{-4}$   
 (۴)  $1/36 \times 10^{-3}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

چون از خازن‌ها جریانی عبور نمی‌کند، آن‌ها را از مدار حذف می‌کنیم، در نتیجه داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{44}{(6 + 4 + 12) + 0} = 2A$$

$$V_1 = R_1 I = 6 \times 2 = 12V, \quad V_2 = R_2 I = 4 \times 2 = 8V$$

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times 12^2 = 72 \times 10^{-5} J$$

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times 8^2 = 64 \times 10^{-5} J \Rightarrow U = U_1 + U_2 = 136 \times 10^{-5} J = 1/36 \times 10^{-3} J$$

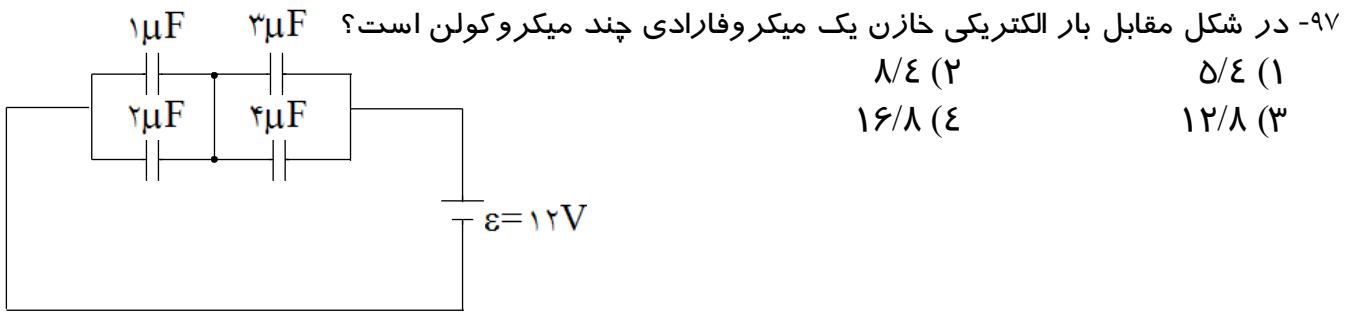
۹۶- ۴ خازن مشابه را یک بار به طور سری و بار دیگر به طور موازی می‌بندیم و در هر بار دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ثابت  $V$  وصل می‌کنیم/ انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها در حالت موازی چند برابر انرژی ذخیره شده در حالت سری است؟

- (۱) ۴  
 (۲) ۱۶  
 (۳)  $\frac{1}{4}$   
 (۴)  $\frac{1}{16}$

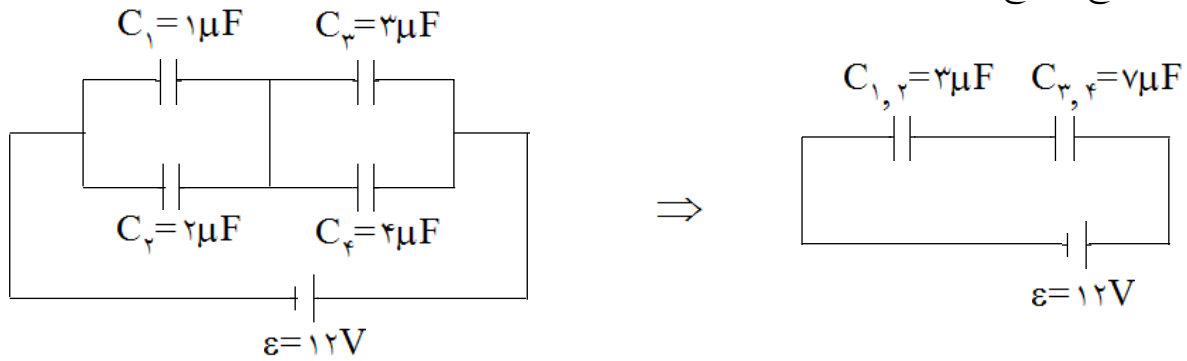
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{nC}{\frac{C}{n}} = n^2 = 16$$





گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



$$q_{1,2} = q_{3,4} \Rightarrow C_{1,2} \times V_{1,2} = C_{3,4} \times V_{3,4} \Rightarrow 3V_{1,2} = 7V_{3,4}$$

$$V_{1,2} + V_{3,4} = 12 \Rightarrow V_{1,2} + \frac{3}{7}V_{1,2} = 12 \Rightarrow \frac{10}{7}V_{1,2} = 12 \Rightarrow V_{1,2} = 8/4V$$

$$q = C_1 V_1 = 1 \times 8/4 = 2 \mu C$$