

۱- یک خازن مسطح را به باتری وصل کرده تا بار Q_1 پیدا کند و سپس آن را از باتری جدا می‌کنیم. اگر یک قطعه دی‌الکتریک میان صفحات خازن وارد کنیم، کدام گزینه درباره بار، اختلاف پتانسیل و انرژی خازن نسبت به حالت قبل درست است؟

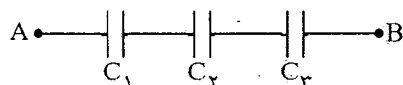
$$\begin{array}{ll} Q_2 > Q_1, V_2 > V_1, W_2 < W_1 & (2) \\ Q_2 < Q_1, V_2 < V_1, W_2 = W_1 & (1) \\ Q_1 = Q_2, V_2 < V_1, W_2 < W_1 & (4) \\ Q_2 = Q_1, V_2 = V_1, W_2 = W_1 & (3) \end{array}$$

وقتی خازن را از باتری جدا می‌کنیم بار روی صفحات خازن ثابت می‌ماند بنابراین $Q_1 = Q_2$.

وقتی دی‌الکتریک را وارد خازن می‌کنیم طبق رابطه $C = \epsilon \cdot \frac{KA}{d}$ چون مقدار K افزایش یافته است پس C افزایش می‌یابد و طبق رابطه $q = CV$ باید V کم شود پس: $V_2 < V_1$.

انرژی ذخیره شده در خازن از رابطه $W = \frac{q^2}{2C}$ بدست می‌آید که چون C افزایش یافته است پس W کم می‌شود بنابراین $W_2 < W_1$. لذا گزینه ۴ جواب صحیح است.

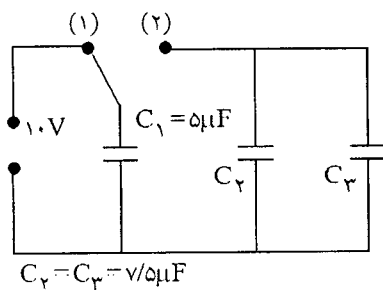
۲- در شکل مقابل $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = 4\mu F$, $C_3 = 8\mu F$ است و هر خازن حداکثر می‌تواند ۲۴ ولت را تحمل کند. بیش‌ترین اختلاف پتانسیلی که می‌توان بین دو نقطه‌ی A و B اعمال کرد تا خازن‌ها دچار فروشکست نشوند، چند ولت است؟



$$\begin{array}{ll} 24 & (1) \\ 30 & (2) \\ 42 & (4) \\ 32 & (3) \end{array}$$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در مدار سری چون بارها با هم برابر است. هر خازنی که کم‌ترین ظرفیت را دارد دارای بیش‌ترین ولتاژ است، پس ۲۴ ولت متعلق به خازن C_1 است و بارها نیز با هم برابرند:

$$\begin{cases} q_1 = 2 \times 24 = 48 \mu C \\ V_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{48}{4} = 12V \Rightarrow V_t = V_1 + V_2 + V_3 = 24 + 12 + 6 = 42V \\ V_3 = \frac{q}{C_3} = \frac{48}{8} = 6V \end{cases}$$



۳- در مدار شکل مقابل خازن‌ها بدون بار هستند، ابتدا کلید را در وضع (۱) قرار داده و پس از شارژ خازن C_1 ، آن را در وضع (۲) قرار می‌دهیم، پس از برقراری تعادل، بار خازن C_1 چند میکروکولن است؟

- (۱) $12/5$ (۲) 25
(۳) 10 (۴) 20

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در وضع ۱ ابتدا بار خازن C_1 را محاسبه می‌کنیم. بعد از قطع کلید، براساس پایستگی بار، خازن C_1 بخشی از بار خود را به C_2 و C_3 می‌دهد تا هم پتانسیل شوند و به کمک ولتاژ جدید خازن‌ها می‌توان بار C_1 را محاسبه نمود.

$$q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow q_1 = 5 \times 10 = 50 \mu C$$

می‌توان خازن‌های C_2 و C_3 را که موازی‌اند یک خازن در نظر گرفت.

$$C_{2,3} = 7/5 + 7/5 = 14/5 \mu F$$

$$q_1 + q_{2,3} = q'_1 + q'_{2,3} \Rightarrow 50 + 0 = V'(15 + 5) \Rightarrow V' = \frac{50}{20} = 2/5$$

$$q'_1 = C_1 V' = 5 \times 2/5 = 10/5 \mu C$$

۴- مساحت سطح مشترک صفحه‌های خازن تختی 600 cm^2 و دی‌الکتریک بین آن هوا می‌باشد. اگر $1/2 \mu C$ بار الکتریکی در آن ذخیره شده باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن چند ولت بر متر است؟

$$\left(\epsilon_0 \approx 8 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2} \right)$$

- (۱) $2/5 \times 10^6$ (۲) $2/5 \times 10^2$ (۳) $2/5 \times 10^{12}$ (۴) $2/5 \times 10^9$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در خازن‌ها داریم:

$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (2)$$

از طرفی ظرفیت خازن تخت از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید:

$$V = \frac{qd}{k\epsilon_0 A}$$

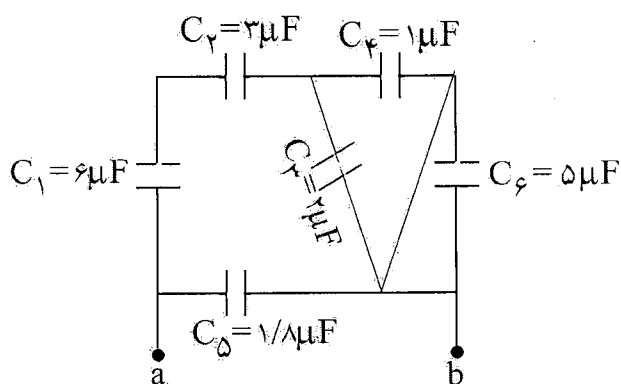
اگر رابطه‌ی (۲) را در (۱) قرار دهیم، داریم:

بزرگی میدان الکتریکی در خازن‌های تخت از رابطه‌ی $E = \frac{V}{d}$ به دست می‌آید. در صورتی که V را از رابطه‌ی (۳) در

این رابطه قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$E = \frac{qd}{k\epsilon_0 A} = \frac{q}{k\epsilon_0 A} \xrightarrow[A = 0.06 \text{ m}^2, k = 1]{q = 1/2 \times 10^{-6} \text{ C}} E = \frac{1/2 \times 10^{-6}}{1 \times 8 \times 10^{-12} \times 0.06} = 2/5 \times 10^6 \frac{V}{m}$$

۵- شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی a و b چند میکروفاراد است؟



(۱) ۲

(۲) ۳

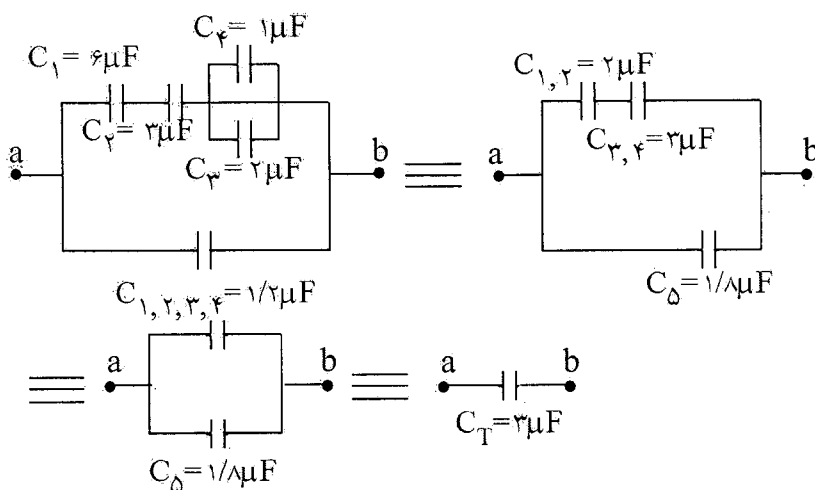
(۳) ۴

(۴) ۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

ابتدا توجه می‌کنیم که دو سر خازن C_6 اتصال کوتاه شده است و این خازن از مدار حذف می‌گردد.

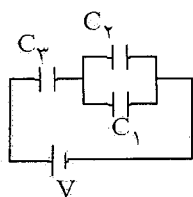
پس مدار را مطابق شکل‌های روبه‌رو در چند مرحله ساده می‌کنیم و با توجه به متوالی یا موازی بودن خازن‌ها، خازن معادل بین دو نقطه‌ی a و b را به دست می‌آوریم:



$$C_{1,2}, C_{3,4} \text{ سری} \Rightarrow C_{1,2,3,4} = 1/2$$

$$\Rightarrow C_{1,2,3,4}, C_5 \text{ موازی} \Rightarrow C_T = 1/2 + 1/8 = 3 \mu F$$

۶- در مدار شکل زیر، خازن‌ها مشابه و دی‌الکتریک بین صفحه‌های آن‌ها از هوا است. اگر فضای بین دو صفحه‌ی خازن C_1 را با یک قطعه شیشه پر کنیم، انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C_3 چگونه تغییر می‌کند؟



(۱) کاهش می‌یابد.

(۲) افزایش می‌یابد.

(۳) ثابت می‌ماند.

(۴) بسته به ظرفیت خازن‌ها، هر سه حالت ممکن است.

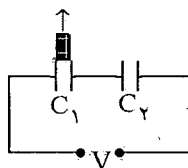
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بنابر رابطه‌ی $C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، با قرار دادن دی‌الکتریک شیشه در بین صفحه‌های خازن

C_1 ، ظرفیت آن افزایش می‌یابد و در نتیجه باعث افزایش ظرفیت معادل کل مدار، C_T ، می‌شود و با توجه به رابطه‌ی $q_T = C_T V_T$ ، مقدار بار کل مدار نیز افزایش می‌یابد. بنابراین بار خازن C_3 که برابر با کل مدار است نیز افزایش

خواهد یافت، لذا بنابر رابطه‌ی $U_3 = \frac{1}{2} \frac{q_3^2}{C_3}$ و با توجه به ثابت بودن ظرفیت خازن C_3 ، مقدار انرژی الکتریکی

ذخیره شده در این خازن نیز افزایش می‌یابد.

۷- در مدار شکل زیر، اگر دی‌الکتریک جامد را از بین صفحه‌های خازن تخت C_1 به‌طور کامل بیرون آوریم، به‌طوری که بین صفحه‌های آن هوا قرار گیرد، بار الکتریکی و انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C_2 ، به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



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

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با خارج کردن دی‌الکتریک بین دو صفحه‌ی خازن تخت C_1 ، طبق رابطه‌ی

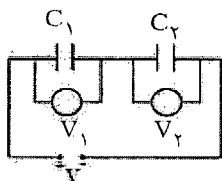
$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$$

با توجه به رابطه‌ی $q_T = C_T V$ ، چون V ثابت است با کاهش C_T ، بار الکتریکی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها یعنی q_T نیز کاهش می‌یابد. چون دو خازن C_1 و C_2 متوالی‌اند، بار الکتریکی ذخیره شده در آن‌ها با بار کل مدار

$$U_2 = \frac{q_2^2}{2C_2}$$

یکسان است و در نتیجه بار ذخیره شده در هر خازن کاهش خواهد یافت. هم‌چنین با توجه به رابطه‌ی $U_2 = \frac{q_2^2}{2C_2}$ چون C_2 ثابت بوده و q_2 کاهش یافته است، انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C_2 نیز کاهش می‌یابد.

۸- در مدار شکل زیر، فضای بین دو صفحه‌ی هریک از خازن‌ها از هوا پر شده است. اگر فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی خازن C_1 را کاهش دهیم، V_1 و V_2 به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



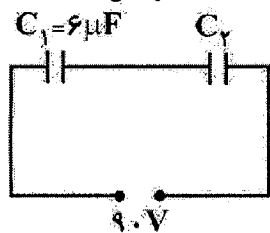
- (۱) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
- (۲) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
- (۳) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
- (۴) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، با کاهش فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی خازن C_1 ، ظرفیت آن افزایش می‌یابد. با افزایش C_1 ، ظرفیت خازن معادل مدار نیز افزایش می‌یابد چون اختلاف پتانسیل دو سر

مدار ثابت است، طبق رابطه‌ی $q_T = C_T V$ ، بار الکتریکی ذخیره شده در کل مدار افزایش می‌یابد. چون خازن‌های C_1 و C_2 به‌صورت متوالی به هم متصل شده‌اند، بار الکتریکی ذخیره شده در هرکدام از آن‌ها با بار کل مدار برابر

است و بنابراین q_1 و q_2 نیز افزایش می‌یابد. چون C_2 ثابت است، با افزایش q_2 طبق رابطه‌ی $q_2 = C_2 V_2$ ، V_2 افزایش می‌یابد و چون $V = V_1 + V_2$ مقدار ثابتی است، با افزایش V_2 مقدار V_1 کاهش می‌یابد.

۹- دو خازن تخت C_1 و C_2 که بین صفحه‌های آن‌ها هوا می‌باشد مطابق شکل زیر به هم بسته شده‌اند، انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C_1 برابر با $2700 \mu J$ است. چنانچه بین صفحه‌های خازن C_2 دی‌الکتریک با ثابت $k = 2$ قرار دهیم. بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_2 چند برابر می‌شود؟



- (۱) ۱
(۲) ۱/۵
(۳) ۲
(۴) ۳

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_1 که برابر با بار ذخیره شده در خازن متوالی C_2 است را به دست می‌آوریم:

$$U_1 = \frac{q_1^2}{2C_1} \Rightarrow 2700 \times 10^{-6} = \frac{q_1^2}{2 \times 6 \times 10^{-6}} \Rightarrow q_1 = 18 \times 10^{-5} C \Rightarrow q_1 = 180 \mu C$$

$$q_T = q_1 = q_2 \Rightarrow q_T = C_T V \Rightarrow 180 = C_T \times 90 \Rightarrow C_T = 2 \mu F$$

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

اگر دی‌الکتریک بین صفحه‌های خازن C_2 قرار گیرد، $C'_2 = kC_2 = 2 \times 3 = 6 \mu F$ و داریم:

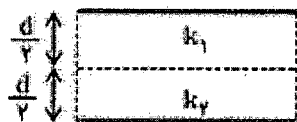
$$C'_2 = C_1 = 6 \mu F \Rightarrow C'_T = \frac{6}{2} = 3 \mu F$$

$$q'_T = C'_T V = 3 \times 90 = 270 \mu C$$

$$\frac{q'_T}{q_T} = \frac{270}{180} = 1/5$$

۱۰- مطابق شکل زیر، خازن تختی را پس از پُر کردن از مولد جدا نموده و فضای بین دو صفحه‌ی آن را که قبلاً خالی بوده است با دو قطعه‌ی دی‌الکتریک با ضخامت یکسان و ثابت‌های $k_1 = 3$ و $k_2 = 6$ به طور کامل پُر می‌کنیم. در این

حالت اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن چند برابر می‌شود؟



$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

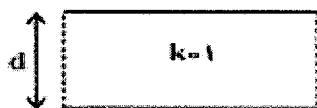
$$\frac{1}{3} \quad (1)$$

$$\frac{1}{6} \quad (4)$$

$$\frac{1}{2} \quad (3)$$

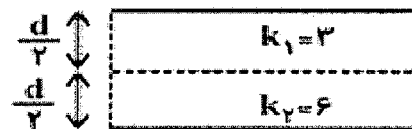
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل، با قرار دادن دی‌الکتریک‌ها بین دو صفحه‌ی خازن، آن را به دو خازن متوالی تبدیل کرده‌ایم. در این حالت، ابتدا ظرفیت خازن معادل را حساب می‌کنیم. ظرفیت خازن در حالت اول برابر است با:

$$C = k \frac{\epsilon_0 A}{d} \xrightarrow{k=1} C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$



ظرفیت خازن در حالت دوم برابر است با:

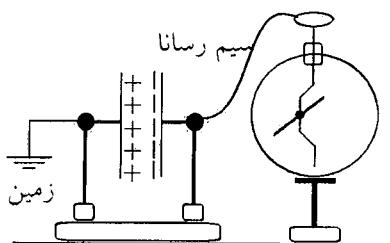
$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \begin{cases} C_1 = 3\epsilon_0 \frac{A}{\frac{d}{2}} = 6\epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow C_1 = 6C \\ C_2 = 6\epsilon_0 \frac{A}{\frac{d}{2}} = 12\epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow C_2 = 12C \end{cases}$$



$$C' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{6C \times 12C}{6C + 12C} \Rightarrow C' = 4C$$

با توجه به این که با جدا کردن خازن از مولد، بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند، می‌توان نوشت:

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow \frac{C}{C'} = \frac{V'}{V} \times \frac{q}{q'} \xrightarrow{q'=q} \frac{C}{4C} = \frac{V'}{V} \Rightarrow \frac{V'}{V} = \frac{1}{4}$$



۱۱- در شکل مقابل اگر دو صفحه‌ی خازن را به هم نزدیک کنیم تغییر زاویه

انحراف عقربه‌های الکتروسکوپ چگونه خواهد بود؟

(۱) تغییر نمی‌کند

(۲) زیاد می‌شود

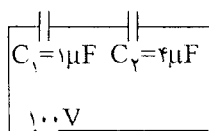
(۳) کم می‌شود

(۴) هر سه حالت ممکن است

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. این تغییر باعث می‌شود که ظرفیت خازن افزایش یابد و چون اختلاف پتانسیل مجموعه

صفحه منفی و الکتروسکوپ نسبت به زمین مقدار ثابتی است، لذا $(C = \frac{Q}{V})$ باید بار روی صفحه منفی خازن

افزایش یابد که این بار از طریق الکتروسکوپ تأمین می‌شود و انحراف عقربه‌های الکتروسکوپ کم می‌شود.



۱۲- در شکل مقابل نسبت انرژی ذخیره شده در خازن C_1 به انرژی ذخیره شده در خازن C_2 کدام است؟

۱۶ (۴)

۴ (۳)

$\frac{1}{4}$ (۲)

$\frac{1}{16}$ (۱)

انرژی ذخیره شده در خازنی به ظرفیت C که بار q در آن ذخیره شده است برابر است با: $W = \frac{q^2}{2C}$ چون خازنها بطور متوالی بسته شده‌اند لذا $q_1 = q_2$ و داریم:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\frac{q_1^2}{2C_1}}{\frac{q_2^2}{2C_2}} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{4}{1} = 4$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۱۳- 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)

$\frac{1}{4}$ (۲)

$\frac{1}{2}$ (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:

۱۴- 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؟

۱۰۰ (۴)

۷۵ (۳)

۱۸ (۲)

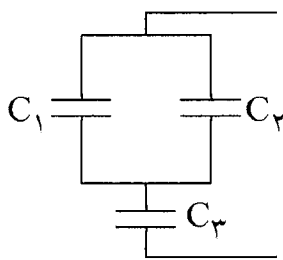
۱۶/۶ (۱)

اگر ظرفیت معادل خازنهای متصل شده را C بنامیم، انرژی ذخیره شده از رابطه $W = \frac{1}{2} CV^2$ بدست می آید 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 باشند. در این حالت، ظرفیت معادل آنها برابر است با:

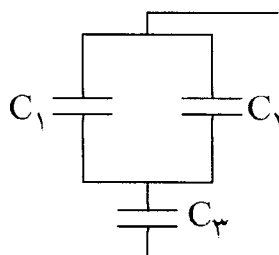
$$C = 4 + 5 + 6 = 15 \mu F \Rightarrow W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 15 \mu \times 100^2 = 750 \mu J = 0.75 mJ$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



۱۵- در شکل $C_1 = 2\mu F$ و $C_2 = 3\mu F$ و $C_3 = 10\mu F$ است. اگر بار الکتریکی خازن C_1 برابر $800\mu C$ باشد، انرژی ذخیره شده در خازن C_3 چند ژول است؟

- (۱) 0.2
(۲) 0.3
(۳) 0.4
(۴) 0.12



دو خازن C_1 و C_2 باهم موازیند پس اختلاف پتانسیل دو سر آنها باهم برابر است:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \Rightarrow \frac{800}{2} = \frac{q_2}{3} \Rightarrow q_2 = 1200\mu C$$

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

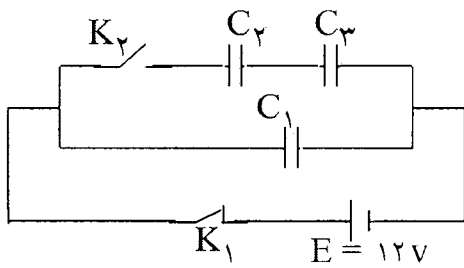
$$q_3 = q_1 + q_2 = 800 + 1200 = 2000\mu C$$

پس انرژی ذخیره شده در خازن C_3 برابر خواهد شد با:

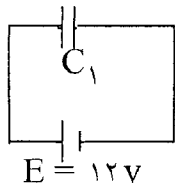
$$W = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{(2 \times 10^3 \times 10^{-6})^2}{2 \times 10 \times 10^{-6}} = \frac{4 \times 10^{-6}}{20 \times 10^{-6}} = 0.2 J$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۱۶- در شکل زیر ظرفیت هریک از خازن‌ها ۱۰ میکروفاراد است. اگر کلید K_1 باز و کلید K_2 را ببندیم چند ژول انرژی در خازن C_1 ذخیره می‌شود؟



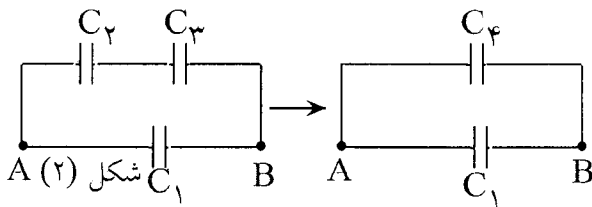
- (۱) 8×10^{-5} (۲) 4×10^{-5}
(۳) 4×10^{-4} (۴) 8×10^{-4}



در حالت اول، کلید K_2 باز و K_1 بسته است، پس فقط C_1 در مدار می‌باشد. بنابراین بار ذخیره شده در آن برابر است با:

$$q_1 = C_1 E = 10 \times 12 = 120 \mu C$$

وقتی K_2 بسته و K_1 باز شود، منبع از مدار جدا شده و مدار به شکل (۲) تبدیل می‌شود.



C_2 با C_3 سری است، پس بار آنها با یکدیگر مساوی است. از طرفی خازن معادل C_2 و C_3 برابر C_4 می‌باشد.

$$\frac{1}{C_4} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow C_4 = 5 \mu F$$

از طرفی طبق قانون بقای بار، مجموع بار ذخیره شده در خازن‌های C_4 (و به طبع C_2 و C_3) برابر با بار اولیه ذخیره شده در خازن C_1 یعنی q_1 است، پس:

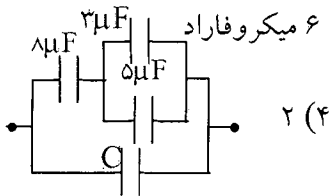
$$\left. \begin{aligned} q_1 &= C_1 V_{AB} = 10 V_{AB} \\ q_2 &= q_3 = q_4 = C_4 V_{AB} = 5 V_{AB} \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_1 + q_4 = 15 V_{AB} \Rightarrow q_1 = 15 V_{AB} \Rightarrow 120 = 15 V_{AB} \Rightarrow V_{AB} = 8 \text{ ولت}$$

$$q_2 = q_4 = C_4 V_{AB} = 5 \times 8 = 40 \mu C$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C_2} = \frac{1}{2} \times \frac{40^2}{10} = 80 \mu J = 8 \times 10^{-5} J \quad \text{پس انرژی ذخیره شده در } C_2 :$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۱۷- در شکل مقابل ظرفیت خازن C چند میکروفاراد باید باشد تا ظرفیت معادل کل خازن‌ها ۶ میکروفاراد شود؟



(۴) ۲

(۳) ۴

(۲) ۶

(۱) ۸

$$C' = 3 + 5 = 8 \mu F$$

ظرفیت معادل دو خازن ۳ و ۵ میکروفارادی برابر است با:

$$\frac{1}{C''} = \frac{1}{C'} + \frac{1}{8} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} \Rightarrow C'' = 4 \mu F$$

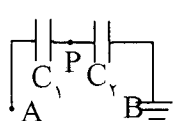
ظرفیت معادل خازن C' و خازن ۸ میکرو فاراد برابر است با:

$$C_{\text{کل}} = C'' + C$$

بنابراین ظرفیت معادل کل برابر است با:

$$6 = 4 + C \Rightarrow C = 2 \mu F$$

پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

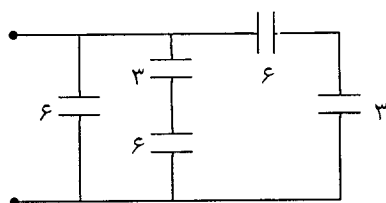


- ۱۸- دو خازن $C_1 = 3\mu F$ و $C_2 = 5\mu F$ مطابق شکل در مداری قرار دارند. اگر پتانسیل نقطه P برابر ۱۲۰ ولت باشد. پتانسیل نقطه A چند ولت است؟ (پتانسیل نقطه B برابر صفر است).
- (۱) ۱۲۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۳۲۰ (۴) ۳۶۰

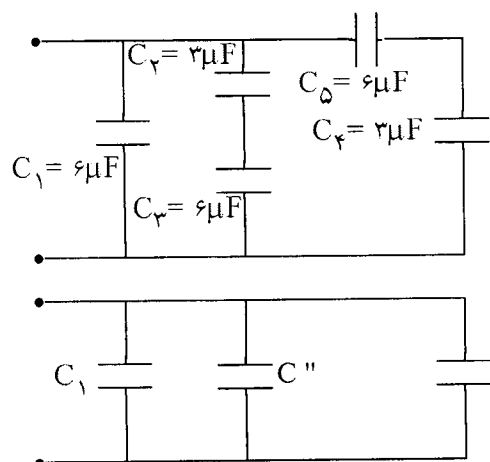
بار هر خازن از رابطه $q = CV$ بدست می‌آید که C ظرفیت و V اختلاف پتانسیل دو سر مدار است. بنابراین با توجه به اینکه بار ذخیره شده در دو خازن متوالی یکسان است می‌توان نوشت:

$$q_1 = q_2 \Rightarrow C_1(V_A - V_P) = C_2(V_P - V_B) \Rightarrow 3(V_A - 120) = 5(120 - 0) \Rightarrow V_A = 320$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.



- ۱۹- ظرفیت معادل خازنهای نشان داده شده در شکل زیر چند میکرو فاراد است؟ همه ظرفیتهای شکل بر حسب میکرو فاراد هستند.
- (۱) ۲/۵۷ (۲) ۷ (۳) ۱۰ (۴) ۱۰/۵



خازنهای C_4 و C_5 متوالی هستند و ظرفیت معادل آنها برابر است

$$C' = \frac{C_4 C_5}{C_4 + C_5} = \frac{3 \times 6}{(3 + 6)} = 2\mu F$$

با:

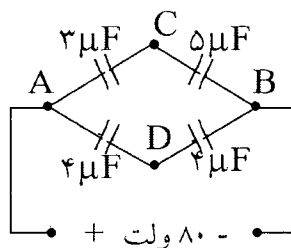
به همین ترتیب خازنهای C_2 و C_3 متوالی هستند و ظرفیت معادل آنها برابر $C'' = 2\mu F$ می‌باشد. خازنهای C_1 و C' و C''

موازی هستند بنابراین ظرفیت معادل آنها بصورت زیر بدست می‌آید:

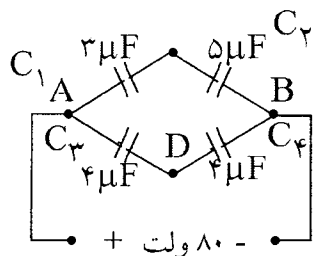
$$C = C_1 + C' + C'' = 6 + 2 + 2 = 10\mu F$$

بنابراین گزینه ۳ جواب صحیح است.

۲۰- در شکل مقابل اختلاف پتانسیل بین دو نقطه C و D چند ولت است؟



- (۱) صفر
(۲) ۱۰
(۳) ۲۰
(۴) ۳۰



$$C' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{15}{8}$$

C' ظرفیت معادل C_۱ و C_۲ برابر است با:

$$C'' = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} = 2 \mu F$$

C'' ظرفیت معادل C_۳ و C_۴ برابر است با:

حال بار ذخیره شده روی هر یک از خازنهای C' و C'' را بدست می‌آوریم.

$$q' = C'V = \frac{15}{8} \times 80 = 150 \mu C, \quad q'' = C''V = 2 \times 80 = 160 \mu C$$

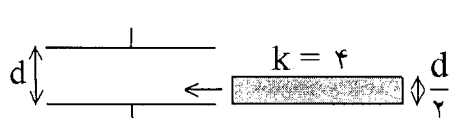
چون دو خازن C_۱ و C_۲ سری‌اند، لذا بار هر یک با بار معادل آنها برابر است، پس:

به همین ترتیب برای دو خازن C_۳ و C_۴ داریم:

حال اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و C و همچنین A و D را بدست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} V_{AC} = V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{150}{3} = 50 \text{ ولت} \\ V_{AD} = V_3 = \frac{q_3}{C_3} = \frac{160}{4} = 40 \text{ ولت} \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{CD} = V_{AC} - V_{AD} \Rightarrow V_{CD} = 50 - 40 = 10 \text{ ولت}$$

پس گزینه ۲ پاسخ درست است.



۲۱- یک خازن هوا مانند شکل در اختیار داریم. یک دی‌الکتریک به قطر $\frac{d}{2}$ و ثابت دی‌الکتریک $k = 4$ را درون آن فرو می‌بریم. ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

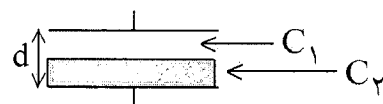
$$\frac{3}{2} (4)$$

$$\frac{8}{5} (3)$$

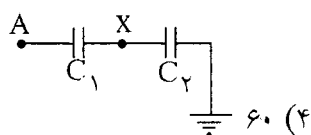
$$4 (2)$$

$$2 (1)$$

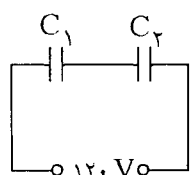
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. $C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \Rightarrow \left(C_1 = \epsilon \cdot \frac{A}{\frac{d}{2}} = 2C, \quad C_2 = k\epsilon \cdot \frac{A}{\frac{d}{2}} = 8C \right)$



خازن‌های جدید با یکدیگر سری هستند: چون C_۱ و C_۲ سری هستند. $C' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2C \times 8C}{2C + 8C} = \frac{1}{6}C$



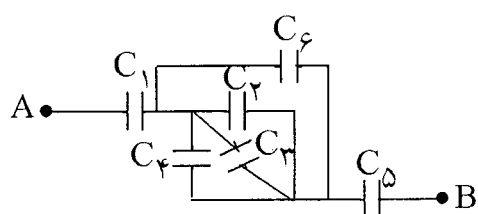
۲۲- در شکل مقابل پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی X چند ولت است؟
 ($V = 0$ زمین و $C_1 = 2\mu F$ ، $C_2 = 4\mu F$ ، $V_A = 120V$)
 (۱) صفر (۲) ۴۰ (۳) ۸۰ (۴) ۶۰



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اختلاف پتانسیل بین نقطه‌ی A و زمین ۱۲۰ ولت است و دو خازن بین این دو نقطه بصورت متوالی به هم بسته شده‌اند.

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2 \times 4}{2 + 4} = \frac{4}{3} \Rightarrow q_T = C_T \cdot V = \frac{4}{3} \times 120 = 160 = q_2$$

$$V_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{160}{4} = 40V \Rightarrow V_X - V_{\text{زمین}} = 40V \Rightarrow V_X = 40V$$



۲۳- در مدار شکل مقابل، ظرفیت معادل بین A و B چند میکروفاراد است؟
 ($C_1 = C_5 = 60\mu F$ ، $C_2 = C_6 = 10\mu F$ ، $C_3 = C_4 = 20\mu F$)

- (۱) ۱۵ (۲) ۴۵
 (۳) ۳۰ (۴) ۲۰

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

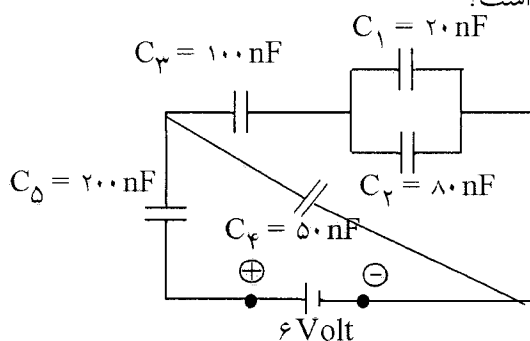
$$C_5 \text{ سری } (C_6 \text{ موازی } C_4 \text{ موازی } C_3 \text{ موازی } C_2) \text{ سری } C_1$$

$$C_t = 60 \text{ سری } (10 + 20 + 20 + 10) \text{ سری } 60$$

$$C_t = 60 \text{ سری } 60 = \frac{60}{3} = 20\mu F$$

۲۴- در مدار نشان داده شده در شکل، بار خازن شماره ۱ چند نانوکولن است؟

- (۱) ۲۰
(۲) ۴۰
(۳) ۱۰۰
(۴) ۵۰۰



گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 20 + 80 = 100 \text{ (nF)}$$

$$\frac{1}{C_{123}} = \frac{1}{C_{12}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{1}{50} \Rightarrow C_{123} = 50 \text{ (nF)}$$

$$C_{1234} = C_{123} + C_4 = 50 + 50 = 100 \text{ (nF)}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_{1234}} + \frac{1}{C_D} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} = \frac{3}{200} \Rightarrow C_T = \frac{200}{3} \text{ (nF)}$$

$$q_T = C_T V_T = \frac{200}{3} \times 6 = 400 \text{ (nC)}$$

$$q_{1234} = q_T = 400 \text{ (nC)}, \quad V_{1234} = \frac{q_{1234}}{C_{1234}} = \frac{400}{100} = 4 \text{ (V)}$$

$$V_{123} = V_{1234} = 4 \text{ (V)}, \quad q_{123} = C_{123} V_{123} = 50 \times 4 = 200 \text{ (nC)}$$

$$q_{12} = q_{123} = 200 \text{ (nC)}, \quad V_{12} = \frac{q_{12}}{C_{12}} = \frac{200}{100} = 2 \text{ (V)}$$

$$V_1 = V_{12} = 2 \text{ (V)}, \quad q_1 = C_1 V_1 = 20 \times 2 = 40 \text{ (nC)}$$

۲۵- دو خازن $C_1 = 3 \mu\text{F}$ و C_2 را به یکدیگر وصل می‌کنیم و ولتاژ 100 V را به دو سر مجموعه‌ی آن‌ها می‌بندیم. اگر

انرژی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها برابر ۲۵ میلی ژول شود، ظرفیت C_2 چند میکروفاراد است؟

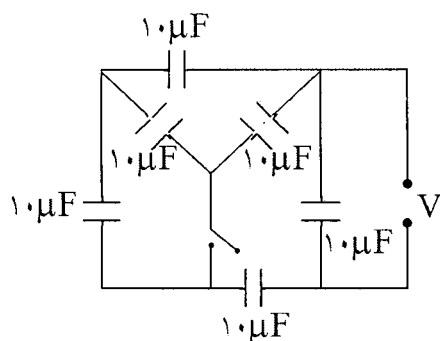
- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۶
(۴) ۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$U_T = \frac{1}{2} C_T V_T^2 \rightarrow 25 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} C_T \times (100)^2 \rightarrow C_T = 50 \times 10^{-6} \text{ F} = 50 \mu\text{F}$$

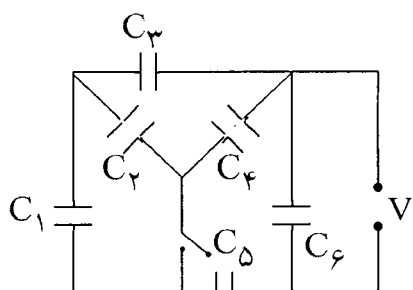
$$\text{چون } C_T > C_1 \Rightarrow C_2, C_1 \Rightarrow C_T = C_1 + C_2 \rightarrow 50 = 3 + C_2 \rightarrow C_2 = 47 \mu\text{F}$$

۲۶- در مدار روبه‌رو، ظرفیت معادل خازن‌ها بعد از بستن کلید، چند برابر ظرفیت معادل، قبل از بستن کلید است؟



- (۱) $\frac{15}{11}$
 (۲) $\frac{15}{4}$
 (۳) $\frac{7}{4}$
 (۴) $\frac{13}{11}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در شکل روبه‌رو ظرفیت هر خازن $10\mu F$ است. ظرفیت معادل قبل از بستن کلید به این صورت حساب می‌شود که C_1 با C_4 متوالی است و معادل آن دو، $5\mu F$ می‌شود، نتیجه با C_3 موازی است و معادل آن‌ها $15\mu F$ می‌شود این خازن 15 میکروفارادی با C_1 و C_5 متوالی است که نتیجه‌ی نهایی این 5 خازن به‌صورت زیر حساب می‌شود.



$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{15} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \Rightarrow C\lambda' = \frac{15}{4}\mu F$$

این خازن $\frac{15}{4}\mu F$ با C_6 موازی است و معادل در حالت کلید باز برابر خواهد شد با:

$$C = C' + C_6 = \frac{15}{4} + 10 = \frac{55}{4}\mu F$$

و اگر کلید را ببندیم، C_1 و C_2 موازی می‌شود که معادل آن دو برابر $20\mu F$ می‌شود. این خازن با C_3 متوالی می‌شود

که معادل این خازن برابر با $\frac{20 \times 10}{30} = \frac{20}{3}\mu F$ می‌شود. این ظرفیت $\frac{20}{3}\mu F$ با C_4 موازی است بنابراین معادل این 4

خازن برابر با $\frac{20}{3} + 10 = \frac{50}{3}\mu F$ خواهد شد و این ظرفیت با C_5 متوالی است و نتیجه‌ی کلی 5 خازن نیز مانند

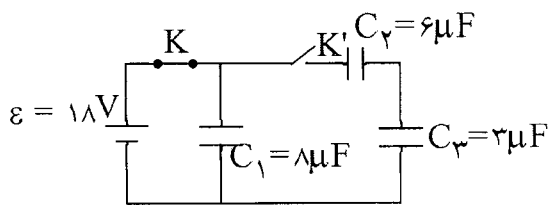
حالت قبل با C_6 متوالی است و اگر این موارد را اعمال کنیم ظرفیت معادل حالت بسته بودن کلید برابر با $\frac{65}{4}\mu F$

$$\frac{C_{\text{بعد از بستن کلید}}}{C_{\text{قبل از بستن کلید}}} = \frac{\frac{65}{4}}{\frac{55}{4}} = \frac{65}{55} = \frac{13}{11}$$

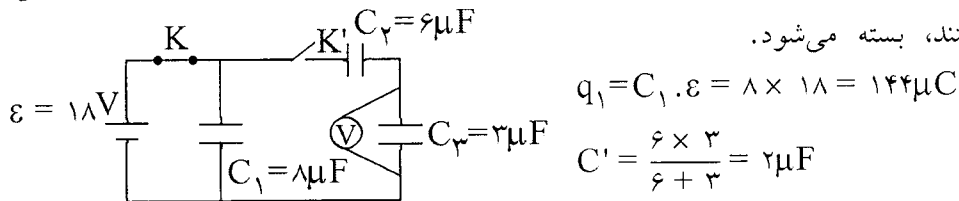
می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

۲۷- در مدار شکل مقابل C_2 و C_3 خالی از بار هستند. کلید K را باز کرده و کلید K' را می‌بندیم. پس از تعادل، ولت‌سنج (اختلاف پتانسیل دو سر C_3) چند ولت را نشان می‌دهد؟

- (۱) $14/4$ (۲) $4/8$
(۳) $9/6$ (۴) $8/4$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. خازن C_1 توسط مولد شارژ (پُر) می‌شود و سپس از مولد جدا شده و به خازن‌های خالی C_2 و C_3 که سری هستند، بسته می‌شود.



$$q_1 = C_1 \cdot \varepsilon = 8 \times 18 = 144 \mu C$$

$$C' = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 \mu F$$

$$V = \frac{q_1}{C_1 + C'} = \frac{144}{8 + 2} = 14/4 (V) \Rightarrow V_1 = 14/4 (V), V_2 + V_3 = 14/4 (V)$$

حالا هم ولتاژ خازن C_1 به $14/4 (V)$ رسیده و هم ولتاژ مجموعه‌ی C_2 و C_3 که سری هستند و چون ظرفیت C_3 دو برابر ظرفیت C_2 است، مقدار $14/4 (V)$ به نسبت عکس ظرفیت بین C_2 و C_3 تقسیم می‌شود.

$$V_2 + V_3 = 14/4 \Rightarrow V_3 = 9/6 (V)$$

نکته: در اتصال خازن‌های شارژ شده، چنانچه خازن‌های C_1 و C_2 را به ترتیب با مولدهای V_1 و V_2 پر کنیم و سپس از مولدها جدا کرده و خازن‌ها را به هم وصل کنیم ولتاژ هر دو خازن یکسان می‌شود که عبارتست از:

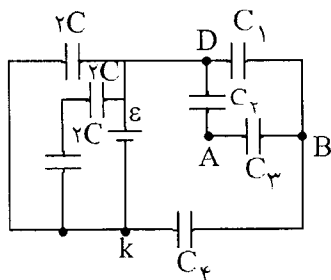
$$V = \left| \frac{C_1 V_1 \pm C_2 V_2}{C_1 + C_2} \right|$$

که در رابطه‌ی فوق علامت + در صورت کسر مربوط به اتصال صفحات همنام و علامت منفی مربوط به اتصال صفحات ناهمنام می‌باشد. در حالت خاصی که خازن شارژ شده‌ی C_1 را به خازن خالی C_2 وصل کنیم ولتاژ هر دو خازن

$$V = \frac{q_1 \pm 0}{C_1 + C_2}$$

برابر می‌شود که می‌توان نوشت (V) و عبارتست از:

آنچه مهم است این که، پس از اتصال هر خازن با ولتاژ جدیدی که به دست آورده‌ایم پر می‌شود.



۲۸- 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.

$$C_2, C_3: \text{سری} \Rightarrow C_{2,3} = \frac{2C}{2} = C$$

$$C_1, C_{2,3}: \text{موازی} \Rightarrow C_{1,2,3} = 5C + C = 6C$$

$$q_4 = q_{1,2,3} \Rightarrow C_1, 2, 3 \times V_{1,2,3} = C_4 V_4 \Rightarrow 6C \times V_{1,2,3}$$

$$= 3C \times V_4 \Rightarrow V_4 = 2V_{1,2,3}$$

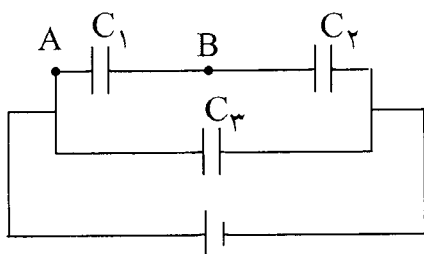
از طرفی جمع اختلاف پتانسیل خازن‌های ۶C و ۳C باید ۳۰ ولت شود، بنابراین:

$$V_4 = 20V, V_{1,2,3} = 10V \Rightarrow V_1 = 10V, V_{2,3} = 10V$$

با توجه به این‌که دو خازن C_3 و C_4 دارای ظرفیت یکسان هستند، ولتاژ ۱۰V بین آن‌ها به‌طور مساوی تقسیم

می‌شود، پس:

$$V_{AB} = V_3 = 5(V)$$



۲۹- در شکل زیر، ظرفیت خازن‌ها $C_1 = 2\mu F$ و $C_2 = 3\mu F$ و $C_3 = 4\mu F$

است. اگر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B، ۳۰۰ ولت باشد، بار خازن C_3 چند میکروکولن است؟

- (۱) ۸۰۰
(۲) ۹۰۰
(۳) ۲۰۰۰
(۴) ۱۲۰۰

از آنجاکه دو خازن C_1 و C_2 متوالی هستند، دارای بارهای برابرند:

$$q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 2 \times 300 = 3 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 200V$$

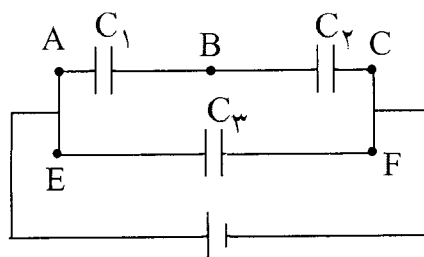
$$V_{AB} + V_{BC} = V_{AC} \Rightarrow V_{AC} = 300 + 200 = 500V$$

چون دو خازن متوالی C_1 و C_2 با خازن C_3 موازی است، $V_{AC} = V_{EF}$

است، پس:

$$q_3 = C_3 V_3 \Rightarrow q_3 = 4 \times 500 = 2000\mu C$$

بنابراین گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.



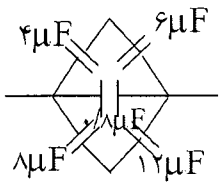
۳۰- ظرفیت معادل خازنهای مقابل چند میکروفاراد است؟

۱۰ (۱)

۲۰ (۲)

۷/۲ (۳)

۸ (۴)



گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

ظرفیت معادل خازن های $8\mu F$, $12\mu F$

$$C_t = \frac{2}{4} + \frac{0}{8} + \frac{4}{8} = 8\mu F$$

ظرفیت معادل خازن های $6\mu F$, $4\mu F$

