

۱- چون خازن C_1 و C_2 سری هستند پس بارهای مساوی دارند:

$$q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 4 \times 60 = 6 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 40V$$

اختلاف پتانسیل دو سر منبع برابر اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه خازن C_1 و C_2 است:

$$V = V_1 + V_2 = 40 + 60 = 100V$$

گزینه ۳ صحیح است.

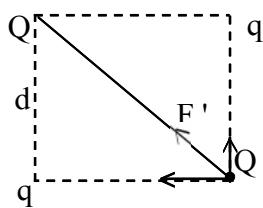
۲- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. چون خازن را از منبع تغذیه جدا می کنیم پس بار روی صفحات آن ثابت می ماند.

ظرفیت خازن از رابطه $C = \epsilon \cdot \frac{kA}{d}$ بدست می آید و چون فاصله صفحات خازن (d) را زیاد کرده ایم. بنابراین

ظرفیت خازن کم می شود. 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 می یابد.

۳- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. شدت میدان الکتریکی در فاصله ی r از بار q از رابطه ی $E = \frac{Kq}{r^2}$ به دست می آید:

$$\left. \begin{array}{l} r' = 2r \\ q' = 3q \\ E' = \frac{Kq'}{r'^2} \end{array} \right\} \Rightarrow E' = \frac{K(3q)}{(2r)^2} \Rightarrow \frac{3Kq}{4r^2} \Rightarrow E' = \frac{3}{4}E$$



۴- بارهای q و Q باید مختلف‌العلامه باشند تا برآیند نیروهای وارد بر بار Q صفر شود (با توجه به شکل). برآیند دو نیروی F برابر است با:

$$(F')^2 = F^2 + F^2 + 2FF \cos \theta = 2F^2 + 0 \Rightarrow F' = \sqrt{2}F = \sqrt{2} \frac{kqQ}{d^2}, \quad F'' = \frac{kQQ}{(\sqrt{2}d)^2} = \frac{kQQ}{2d^2}$$

$$F' = F'' \Rightarrow \frac{\sqrt{2}kqQ}{d^2} = \frac{kQQ}{2d^2} \Rightarrow \frac{Q}{q} = 2\sqrt{2}$$

چون q و Q مختلف‌العلامه هستند پس $\frac{Q}{q} = -2\sqrt{2}$ بنابراین گزینه ۴ جواب صحیح است.

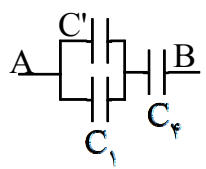
۵- شدت میدان الکتریکی بین دو صفحه موازی که دارای اختلاف پتانسیل V و فاصله d از یکدیگر هستند از رابطه

$$E = \frac{V}{d} \quad \text{بدست می آید. پس:}$$

$$E = \frac{200}{4 \times 10^{-3}} = 50000 \text{ N/C}$$

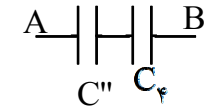
پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

۶- ظرفیت معادل C_2 و C_3 که متوالی هستند از رابطه $\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ بدست می آید پس:



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

ظرفیت معادل دو خازن موازی C' و C_1 بصورت زیر بدست می آید:



$$C'' = C' + C_1 = 2 + 2 = 4\mu F$$

و بالاخره ظرفیت معادل بین دو نقطه A و B برابر است با:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C''} + \frac{1}{C_4} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow C = 2\mu F$$

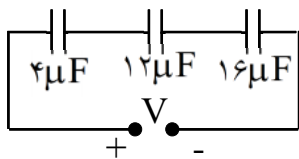
پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۷- بار هر خازن از رابطه $q = CV$ بدست می آید 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 می توان نوشت:

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

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۸- نیروی وارد بر بار q در میدان الکتریکی $\vec{E}$ از رابطه $\vec{F} = \vec{E} \cdot q$ بدست می آید لذا باتوجه به منفی بودن بار الکترون می توان دریافت که بردار $\vec{F}$ با بردار $\vec{E}$ مختلف الجهد خواهند بود. پس گزینه ۳ جواب صحیح است.



۹- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است.

چون خازنها متوالی هستند بنابراین بار الکتریکی کل با بار الکتریکی ذخیره شده در تک تک خازنها برابر است بنابراین برای انرژی ذخیره شده ی کل و انرژی ذخیره شده در

خازن $12\mu F$ می توانیم بنویسیم:

$$\left. \begin{aligned} \frac{W}{W_{12}} &= \frac{\frac{1}{2}q^2}{\frac{1}{2}C_{12}} = \frac{W}{W_{12}} = \frac{C_{12}}{C} \\ \frac{1}{C} &= \frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{16} \Rightarrow C = \frac{48}{19}\mu F \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{0.38}{W_{12}} = \frac{12}{\frac{48}{19}} \Rightarrow W_{12} = 0.08\mu J$$

۱۰- اگر دو بار q_1 و q_2 در فاصله r از یکدیگر قرار بگیرند طبق قانون کولن نیروی بین آنها

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$$

خواهد بود پس در این مسئله:

در حالت دوم: $Q' = (Q - x)$ و $Q'' = (Q + x)$ ، که x درصدی از Q است که از یکی برداشته و به دیگری اضافه می‌شود بنابراین نیروی بین دو بار در حالت دوم برابر است با:

$$F' = \frac{kQ'Q''}{r^2} = \frac{k(Q - x)(Q + x)}{r^2}$$

از آنجائیکه $F' = \frac{15}{16}F$:

$$\frac{15}{16} \left(\frac{kQ^2}{r^2} \right) = \frac{k(Q^2 - x^2)}{r^2} \Rightarrow \frac{15}{16}Q^2 = Q^2 - x^2 \Rightarrow \frac{x}{Q} = \frac{1}{4} \Rightarrow x = \frac{1}{4}Q = 0.25Q$$

بنابراین گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۱۱- نیرویی که دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله r به هم وارد می‌کنند طبق قانون کولن برابر است با:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$$

$$q_1 \quad r \quad q_2$$

در حالت اول: $\left. \begin{matrix} q_1 = q \\ q_2 = q \end{matrix} \right\} \Rightarrow 640 = \frac{kq^2}{r^2} \quad (I)$

در حالت دوم: $\left. \begin{matrix} q_1 = q - 2 \\ q_2 = q + 2 \end{matrix} \right\} \Rightarrow 600 = \frac{k(q - 2)(q + 2)}{r^2} = \frac{k(q^2 - 4)}{r^2} \quad (II)$

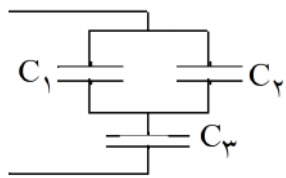
$$\frac{640}{600} = \frac{kq^2}{k(q^2 - 4)} \Rightarrow 16q^2 - 64 = 15q^2 \Rightarrow q = 8 \mu C$$

از تقسیم روابط (I) و (II) برهم داریم:

بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۲- ظرفیت خازن از رابطه $C = \epsilon \cdot k \frac{A}{d}$ 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.



$$q_1 = C_1 V_1 \Rightarrow 800 = 2V_1 \Rightarrow V_1 = 400 \text{ V} \quad -13$$

چون دو خازن C_1 و C_2 موازی هستند پس:

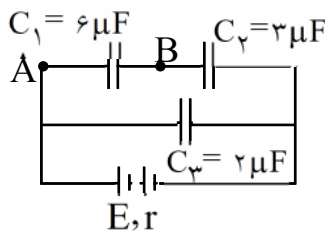
$$V_1 = V_2 = 400 \text{ V}$$

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

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

$$q_3 = C_3 V_3 \Rightarrow 2000 = 10 V_3 \Rightarrow V_3 = 200 \text{ V}$$

بنابراین گزینه ۱ جواب صحیح است.

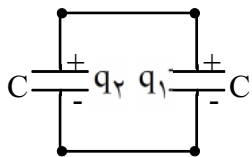


$$q_3 = C_3 V_3 \Rightarrow 300 = 2V_3 \Rightarrow V_3 = 150 \text{ V} \quad -14$$

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

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

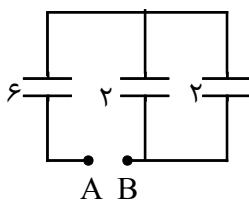
بنابراین گزینه ۱ جواب صحیح است.



۱۵- فرض کنیم پس از برقراری تعادل، بار خازنها q_1 و q_2 باشد، در اینصورت:

$$\left. \begin{aligned} q_1 + q_2 &= q \\ V_1 &= V_2 \Rightarrow \frac{q_1}{C} = \frac{q_2}{C} \Rightarrow q_1 = q_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow q_1 = q_2 = \frac{q}{2}$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.



۱۶- خازنهای ۳ و ۶ میکرو فارادی بطور متوالی بسته شده‌اند پس ظرفیت معادل آنها برابر است با:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \Rightarrow C' = 2 \mu\text{F}$$

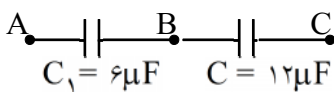
ظرفیت معادل دو خازن C' که بطور موازی بسته شده‌اند، برابر است با:

$$C'' = C' + C = 2 + 2 = 4 \mu\text{F}$$

بنابراین ظرفیت معادل کل مدار برابر با ظرفیت معادل دو خازن متوالی C'' و ۶ میکروفارادی است و برابر است با:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{6} + \frac{1}{C''} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} \Rightarrow C = 2/3 \mu\text{F}$$

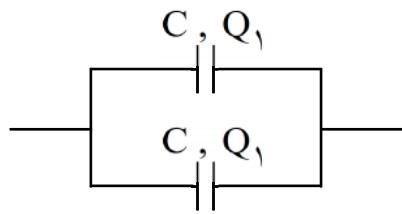
بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



۱۷- خازن معادل دو خازن C_2 و C_3 برابر با $C = C_2 + C_3 = 12 \mu\text{F}$ می‌باشد.

$$q_1 = q \Rightarrow C_1 V_{AB} = C V_{BC} \Rightarrow 6 \times 100 = 12 V_{BC} \Rightarrow V_{BC} = 50 \text{ V}$$

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.



۱۸- در خازن شارژ شده (پر شده) انرژی ذخیره شده که به اندازه $W_1 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ است

که در آن Q بار ذخیره شده در خازن و C ظرفیت خازن است. بعد از اینکه دو سر خازن شارژ شده را به دو سر خازن بدون بار وصل می‌کنیم، مقداری از بارها به خازن خالی منتقل می‌شود و مقداری انرژی در این خازن ذخیره می‌گردد. بنابراین در این حالت، دو خازن داریم که بصورت موازی بسته شده‌اند و خازن معادل و بار کل آن بصورت زیر است:

$$C = C_1 + C_2 = 2C \quad \text{خازن معادل}$$

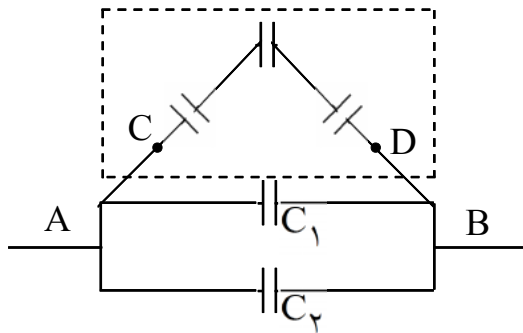
$$Q = Q_1 + Q_2 \quad \text{بار کل خازنها}$$

$$W_2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{4} \frac{Q^2}{C}$$

بنابراین برای انرژی ذخیره شده در مجموعه داریم:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{\frac{1}{4} \frac{Q^2}{C}}{\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{1}{2}$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



۱۹- در شکل روبرو در محدوده CD سه خازن با ظرفیت یکسان ۳

میکروفاراد با هم بصورت سری بسته شده‌اند، بنابراین ظرفیت معادل آنها عبارتست از:

$$\frac{1}{C_{CD}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C} \Rightarrow C_{CD} = \frac{C}{3} = 1 \mu F$$

ظرفیت معادل کل سیستم، از موازی شدن خازن C_{CD} با دو خازن یکسان C_1 و C_2 بدست می‌آید، پس:

$$C_{AB} = C_{CD} + C_1 + C_2 = 1 + 3 + 3 = 7 \mu F$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۲۰- مجموع ولتاژ دو سر خازن C_1 (یعنی V_1) و ولتاژ دو سر خازن C_2 (یعنی V_2) برابر با نیروی محرکه کل مدار است، یعنی:

$$V_1 + V_2 = E$$

از طرفی، اگر کلید بسته شود، دو سر خازن C_2 اتصال کوتاه شده، از مدار خارج می‌گردد، بنابراین V_2 برابر با صفر می‌شود، در این صورت:

$$V_1 + V_2 = E \Rightarrow V_1 + 0 = E \Rightarrow V_1 = E$$

یعنی V_1 از حالت قبلی خود بیشتر می‌شود. می‌دانیم مقدار بار ذخیره شده در یک خازن از رابطه $q = CV$ بدست می‌آید که چون C ثابت است و V افزایش پیدا کرده، پس مقدار بار ذخیره شده در خازن C_1 نیز افزایش می‌یابد. پس گزینه ۴ پاسخ صحیح است.