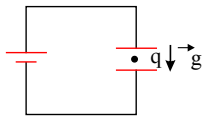


۱. در شکل زیر بار الکتریکی نقطه‌ای  $q$  بین دو صفحه‌ی خازن تخت در حال تعادل است. اگر فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن را افزایش



دهیم، در این صورت کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد بار  $q$  صحیح است؟

- (۱) با شتاب کوچک‌تر از  $g$  به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند.
- (۲) با شتاب کوچک‌تر از  $g$  به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند.
- (۳) با شتاب بزرگ‌تر از  $g$  به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند.
- (۴) در جای خود ثابت می‌ماند.

-قلم چی- ۱۳۹۶

۲. خازن مسطحی را پس از پر شدن، از باتری جدا می‌کنیم، اگر بدون اتصال صفحات آن، دو صفحه را از هم دور کنیم، ظرفیت و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه به ترتیب (از راست به چپ) چگونه تغییر می‌کنند؟

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

-سراسری- ۱۳۸۳

۳. ضریب دی‌الکتریک خازنی  $\kappa = 2$  است. اگر دی‌الکتریک آن را برداشته و فاصله بین دو صفحه آن را هم دو برابر کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

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

-سنجش- ۱۳۹۴

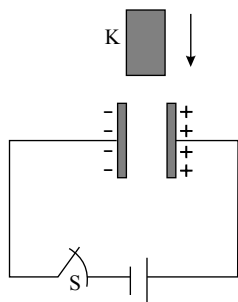
۴. دو صفحه‌ی مربع شکل فلزی به ضلع  $60 \text{ cm}$  موازی یکدیگر و در فاصله‌ی  $5 \text{ mm}$  از هم قرار دارند. اگر به یکی از آن‌ها بار  $20 \text{ nC}$  نانوکولن و به دیگری بار  $20 \text{ nC}$  نانوکولن بدهیم و فاصله‌ی بین آن‌ها خالی باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند نیوتن بر

کولن می‌شود؟ ( $\pi = 3$ ) ،  $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$  و میدان بین صفحات را یکنواخت در نظر بگیرید.)

- (۱)  $6 \times 10^3$
- (۲)  $2.4 \times 10^2$
- (۳)  $1.5 \times 10^3$
- (۴)  $3 \times 10^2$

-گزینه ۲- ۱۳۹۲

۵. در مدار شکل مقابل، پس از شارژ شدن خازن، کلید  $S$  را قطع می‌کنیم و سپس دی‌الکتریک را بین صفحات آن قرار می‌دهیم. کدام



-گزینه ۲-۱۳۹۷

گزینه درست است؟

- (۱) ظرفیت خازن کم می‌شود.
- (۲) ولتاژ خازن ثابت است.
- (۳) انرژی خازن ثابت است.
- (۴) بار خازن ثابت است.

۶. در یک غشاء یک یاخته (سلول) عضلانی انسان  $6.9 \times 10^5$  یون  $K^+$  (پتاسیم) و در طرف دیگر، به همان تعداد یون  $Cl^-$  (کلر) قرار می‌گیرد. در این صورت بین دو طرف غشاء، اختلاف پتانسیل  $85mV$  ایجاد می‌شود که می‌توان آن را مشابه یک خازن در نظر گرفت. اگر مساحت غشاء سلولی  $6 \times 10^{-6} cm^2$  و ثابت دی‌الکتریک آن ۳ باشد، مرتبه بزرگی ضخامت این غشاء بر حسب

سانتی‌متر کدام است؟  $(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}, e = 1.6 \times 10^{-19} C)$

- (۱)  $10^{-3}$
- (۲)  $10^{-6}$
- (۳)  $10^{-9}$
- (۴)  $10^{-12}$

-گزینه ۲-۱۳۹۷

۷. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازنی را ۳ برابر کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات آن  $20nC$  افزایش می‌یابد. بار اولیه خازن چند نانوکولن بوده است؟ (پدیده فروشکست رخ نمی‌دهد).

- (۱) ۵
- (۲) ۱۰
- (۳) ۱۵
- (۴) ۲۰

-قلم چی-۱۳۹۷

۸. فضای بین صفحه‌های یک خازن تخت از دی‌الکتریکی با ثابت  $\kappa$  پر شده و بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات آن

$10 \frac{N}{C}$  است. اگر چگالی سطحی بار الکتریکی صفحه‌های خازن  $18 \times 10^{-2} \frac{C}{m^2}$  باشد، ثابت  $\kappa$  کدام است؟

$(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m})$

- (۱) ۴
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) ۶

-قلم چی-۱۳۹۷



۹. یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است تا باردار شود. پس از مدتی، در حالی که باتری هم چنان به خازن متصل است، دی‌الکتریک بین صفحه‌های آن را خارج می‌کنیم. در این حالت و به ترتیب از راست به چپ، بار الکتریکی و انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن چگونه تغییر می‌کنند؟

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

-قلم چی-۱۳۹۷

۱۰. فاصله بین صفحات یک خازن تخت، با هوا پر شده است. اگر فاصله بین صفحات خازن را ۶ میلی‌متر افزایش داده و آن را به طور کامل با دی‌الکتریک میکا پر کنیم، ظرفیت خازن ۳ برابر ظرفیت اولیه می‌شود. فاصله اولیه صفحات خازن چند میلی‌متر بوده است؟

$$(5 = \text{میکا } k)$$

- (۱) ۴٫۵
- (۲) ۶
- (۳) ۷٫۵
- (۴) ۹

-قلم چی-۱۳۹۷

۱۱. دو صفحه خازن تختی که دارای بار الکتریکی ۱۳ میلی‌کولن است را به هم وصل می‌کنیم. در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود و انرژی در مدت ۱٫۰ میلی‌ثانیه با توان ۱۶۹ کیلووات آزاد می‌شود. ظرفیت این خازن چند میکروفاراد بوده است؟

- (۱) ۱۳
- (۲) ۵
- (۳) ۱٫۳
- (۴) ۰٫۵

-قلم چی-۱۳۹۷

۱۲. خازن تختی به یک باتری با نیروی محرکه ۱۲ ولت متصل است. در همین حالت، تمام فضای خالی بین دو صفحه خازن را با دی‌الکتریکی با ثابت ۳٫۵ به طور کامل پر می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن و بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات آن، به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

- (۱)  $\frac{2}{7}$ ، ۳٫۵
- (۲) ۳٫۵،  $\frac{2}{7}$
- (۳) ۱٫۳، ۳٫۵
- (۴) ۳٫۵، ۱

-قلم چی-۱۳۹۷

۱۳. خازنی را که بین صفحه‌های آن دی‌الکتریک با ثابت ۵ قرار دارد، توسط یک باتری شارژ کرده‌ایم و سپس باتری را از آن جدا می‌کنیم. در این حالت اگر دی‌الکتریک بین صفحات این خازن را برداریم، .....  
 (۱) میدان الکتریکی میان صفحات خازن ۵ برابر می‌شود.  
 (۲) اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن ۲٫۵ برابر می‌شود.  
 (۳) بار الکتریکی روی صفحات خازن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد.  
 (۴) ظرفیت خازن  $\frac{1}{10}$  برابر می‌شود.

-گزینه ۲-۱۳۹۷

۱۴. هنگامی که بار خازنی را  $100nC$  زیاد می‌کنیم، اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن ۵ برابر می‌شود. بار اولیه خازن چند نانوکولن ( $nC$ ) است؟  
 (۱) ۲۰  
 (۲) ۲۵  
 (۳) ۳۵  
 (۴) ۴۰

-گزینه ۲-۱۳۹۷

۱۵. فاصله بین صفحات خازنی را ۴ برابر و ولتاژ دو سر آن را نصف می‌کنیم. بار الکتریکی روی صفحات خازن چند برابر می‌شود؟  
 (۱)  $\frac{1}{4}$   
 (۲)  $\frac{1}{8}$   
 (۳) ۴  
 (۴) ۸

-گزینه ۲-۱۳۹۷

۱۶. اگر اندازه چگالی سطحی بار روی هر صفحه خازن  $\frac{C}{m^2} \times 10^{-8}$  باشد، میدان الکتریکی بین صفحات آن چند ولت بر متر است؟  $(\kappa = 1, \epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m})$   
 (۱) ۴۰۰۰  
 (۲) ۲۰۰۰  
 (۳)  $5 \times 10^{-4}$   
 (۴)  $2,5 \times 10^{-4}$

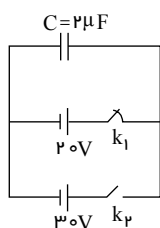
-گزینه ۲-۱۳۹۷

۱۷. میدان الکتریکی بین صفحات خازن تختی با ظرفیت  $6nF$  برابر  $\frac{N}{C} \times 10^3$  است. اگر فاصله بین صفحات خازن  $2,5mm$  باشد، بار ذخیره شده در خازن چند نانوکولن خواهد بود؟

- (۱) ۵۴
- (۲) ۶۰
- (۳) ۶۶
- (۴) ۷۲

-گزینه ۲- ۱۳۹۷

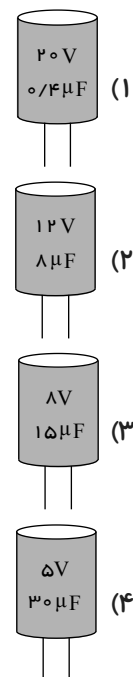
۱۸. در شکل مقابل، ابتدا کلید  $k_1$  وصل و کلید  $k_2$  قطع است. اگر  $k_1$  را قطع و  $k_2$  را وصل کنیم، چند میکروژول به انرژی خازن افزوده می شود؟



- (۱) ۱۰۰
- (۲) ۴۰۰
- (۳) ۵۰۰
- (۴) ۹۰۰

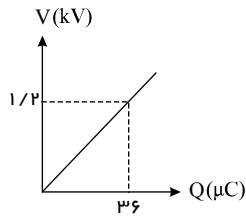
-گزینه ۲- ۱۳۹۷

۱۹. یک منبع تغذیه با ولتاژ صفر تا  $10V$  قابل تنظیم است. آن را جداگانه به هر یک از خازن های زیر وصل می کنیم. در کدام خازن انرژی بیشتری می توان ذخیره نمود؟ (ولتاژ قابل تحمل و ظرفیت هر خازن روی آن نوشته شده است).



-گزینه ۲- ۱۳۹۷

۲۰. شکل مقابل، نمودار تغییرات ولتاژ بر حسب بار روی یک خازن را نشان می‌دهد. اگر بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل برای این خازن  $2kV$  باشد، بیشترین انرژی که می‌توان در این خازن ذخیره کرد، چند میلی‌ژول است؟



-گزینه ۲-۱۳۹۷

(۱) ۲۱٫۶

(۲) ۴۳٫۲

(۳) ۳۰

(۴) ۶۰

۲۱. بار  $2\mu C$  از نزدیکی صفحه مثبت خازن تختی به ظرفیت  $C = 1\mu F$  که به باتری متصل است تا نزدیکی صفحه دیگر آن جابه‌جا می‌شود و در این جابه‌جایی اندازه کار میدان الکتریکی برابر با  $10\mu J$  می‌باشد. اگر پتانسیل الکتریکی پایانه مثبت باتری  $20V$  باشد، به ترتیب از راست به چپ، پتانسیل الکتریکی پایانه منفی آن چند ولت و اندازه بار الکتریکی ذخیره شده بر روی صفحات خازن چند میکروکولن است؟

(۱) ۵ و ۱۵

(۲) ۵ و ۱۰

(۳) ۲۵- و ۱۰

(۴) ۱۵- و ۵

-قلم چی-۱۳۹۷

۲۲. اگر فاصله بین صفحات خازن تختی که به مولدی متصل است را  $\frac{1}{4}$  حالت اولیه کنیم، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در خازن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

(۱)  $\frac{1}{4}$  و  $\frac{1}{4}$

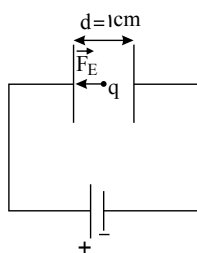
(۲)  $\frac{1}{4}$  و ۴

(۳) ۴ و  $\frac{1}{4}$

(۴) ۴ و ۴

-قلم چی-۱۳۹۷

۲۳. در شکل زیر، یک ذره با بار  $q$  در میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه یک خازن تخت به ظرفیت  $C = 2\mu F$  و متصل به باتری قرار داده می‌شود. فاصله بین دو صفحه خازن برابر با  $d = 1cm$ ، دی‌الکتریک بین صفحات آن هواست و اندازه بار الکتریکی ذخیره شده بر روی صفحات خازن  $20\mu C$  است. اگر نیروی الکتریکی وارد بر بار  $q$  از سوی میدان الکتریکی به سمت چپ و اندازه آن برابر با  $10N$  باشد، بار  $q$  چند میکروکولن است؟



-قلم چی-۱۳۹۷

(۱) ۱

(۲) -۱

(۳) ۱۰

(۴) -۱۰



۲۴. در خازنی تخت که دی‌الکتریک آن هواست، مساحت هر کدام از صفحات آن برابر با  $40 \text{ cm}^2$  و فاصله آن‌ها از یک‌دیگر  $4 \text{ cm}$  است، بار الکتریکی  $Q$  را ذخیره کرده‌ایم. اگر یک ذره باردار به جرم  $20 \text{ mg}$  و بار الکتریکی  $q = +10 \mu\text{C}$  را از مجاورت صفحه مثبت این خازن رها سازیم، این ذره با تندی  $50 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  به صفحه مقابل می‌رسد. مقدار بار ذخیره شده در خازن ( $Q$ ) چند میلی‌کولن

است؟ (از نیروی وزن و هر گونه اتلاف انرژی صرف‌نظر شود و  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$ )

(۱) ۱٫۲

(۲) ۰٫۲۲

(۳) ۲٫۲

(۴) ۲۲

-قلم چی-۱۳۹۷

۲۵. دو سر خازن تختی با دی‌الکتریک هوا به اختلاف پتانسیل  $200 \text{ V}$  متصل است و در آن  $1.8 \text{ J}$  انرژی الکتریکی ذخیره شده است. اگر در این حالت فضای بین صفحات خازن را به‌طور کامل با عایقی با ثابت دی‌الکتریک  $\kappa = 2$  پر کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند میلی‌کولن می‌شود؟

(۱) ۳۶

(۲) ۷۲

(۳) ۳۶۰

(۴) ۷۲۰

-قلم چی-۱۳۹۷

۲۶. خازنی با دی‌الکتریک هوا از دو صفحه رسانای موازی هر یک به مساحت  $40 \text{ cm}^2$  و به فاصله  $1 \text{ mm}$  از هم تشکیل شده است و اختلاف پتانسیل دو سر آن  $600 \text{ V}$  است. ظرفیت خازن بر حسب فاراد و بار خازن بر حسب کولن به ترتیب از راست به چپ کدام

است؟  $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2})$

(۱)  $2.16 \times 10^{-8}$  ،  $3.6 \times 10^{-11}$

(۲)  $3.6 \times 10^{-11}$  ،  $2.16 \times 10^{-8}$

(۳)  $2.16 \times 10^{-9}$  ،  $3.6 \times 10^{-10}$

(۴)  $3.6 \times 10^{-10}$  ،  $2.16 \times 10^{-9}$

-قلم چی-۱۳۹۷

۲۷. فاصله بین صفحه‌های خازن تختی  $2 \text{ cm}$  است. آن‌را به اختلاف پتانسیل  $50 \text{ V}$  متصل کرده و پس از شارژ شدن، جدا می‌کنیم. اگر فضای بین صفحات آن را به‌طور کامل با دی‌الکتریک قطبی با ثابت  $\kappa = 4$  پر کنیم، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

(۲) ۷۵ درصد کاهش می‌یابد.

(۳) ۷۵ درصد افزایش می‌یابد.

(۴) تغییر نمی‌کند.

-قلم چی-۱۳۹۷



۲۸. با افزایش اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازنی از  $15V$  به  $22V$ ، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن به مقدار  $140 \mu C$  نسبت به قبل افزایش می‌یابد. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۰٫۵
- (۲) ۲۰
- (۳) ۴۰
- (۴) ۱۰

-قلم چی-۱۳۹۷

۲۹. خازنی با دی‌الکتریک هوا ( $\kappa = 1$ ) از دو صفحه موازی هر یک به مساحت  $40 \text{ cm}^2$  و به فاصله  $1 \text{ mm}$  از هم تشکیل شده است و اختلاف پتانسیل دوسر آن  $600$  ولت است. ظرفیت خازن بر حسب فاراد و بار ذخیره شده در آن بر حسب کولن به ترتیب از راست به

چپ کدام است؟  $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2})$

- (۱)  $2,16 \times 10^{-8}, 3,6 \times 10^{-11}$
- (۲)  $3,6 \times 10^{-11}, 2,16 \times 10^{-8}$
- (۳)  $2,16 \times 10^{-9}, 3,6 \times 10^{-11}$
- (۴)  $3,6 \times 10^{-10}, 2,16 \times 10^{-8}$

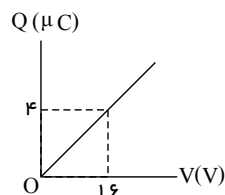
-قلم چی-۱۳۹۷

۳۰. خازن تخت پُر شده را که بین صفحات آن هوا است، از باتری جدا کرده و عایقی با ثابت دی‌الکتریک  $\kappa$ ، به طور کامل وارد فضای بین صفحات خازن می‌کنیم. به ترتیب از راست به چپ ظرفیت خازن، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن و ولتاژ دو سر خازن چگونه تغییر می‌کند؟

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

-قلم چی-۱۳۹۷

۳۱. در شکل زیر، نمودار بار الکتریکی ذخیره شده در یک خازن بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آن نشان داده شده است. به ازای ولتاژ  $40V$  چند میکروژول انرژی الکتریکی در این خازن ذخیره می‌شود؟ (فرض کنید پدیده فروشکست رخ نمی‌دهد)



- (۱) ۵
- (۲) ۳۲
- (۳) ۸۰
- (۴) ۲۰۰

-قلم چی-۱۳۹۷



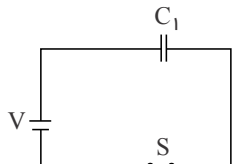
۳۲. یک خازن تخت که دی الکتریک آن هواست، به یک باتری بسته شده تا بردار شود. بدون جدا کردن خازن از باتری، فاصله بین صفحه‌های آن را سه برابر می‌کنیم. در این حالت کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟
- (۱) انرژی خازن تغییر نمی‌کند.
  - (۲) ظرفیت خازن سه برابر می‌شود.
  - (۳) بزرگی میدان الکتریکی میان صفحه‌های خازن تغییر نمی‌کند.
  - (۴) بار الکتریکی روی صفحه‌های خازن  $\frac{1}{3}$  برابر می‌شود.

-قلم چی- ۱۳۹۷

۳۳. تغییرات ایجاد شده در کدام گزینه، ظرفیت خازن را نصف خواهد کرد؟
- (۱) فاصله بین دو صفحه خازن را نصف کنیم.
  - (۲) مساحت صفحه‌های خازن را دو برابر کنیم.
  - (۳) فاصله بین صفحات را دو برابر و مساحت صفحه‌ها را چهار برابر کنیم.
  - (۴) مساحت صفحه‌ها را سه برابر و فاصله صفحات را شش برابر کنیم.

-گزینه ۲- ۱۳۹۷

۳۴. مطابق شکل، خازنی با ظرفیت  $C_1$  به مولدی متصل و انرژی خازن  $U_1$  است. در حالی که کلید  $S$  بسته است، فاصله بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم، در این صورت انرژی خازن  $U_2$  می‌شود. اگر کلید  $S$  را باز کنیم و فاصله بین صفحات خازن را به حالت اولیه برگردانیم، انرژی خازن  $U_3$  خواهد شد. نسبت  $\frac{U_3}{U_1}$  و  $\frac{U_2}{U_1}$  از راست به چپ کدام است؟



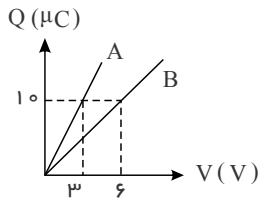
- (۱)  $\frac{1}{4}$  و  $\frac{1}{2}$
- (۲) ۱ و ۱
- (۳)  $\frac{1}{4}$  و ۲
- (۴) ۱ و  $\frac{1}{2}$

-گزینه ۲- ۱۳۹۷

۳۵. ظرفیت خازن تختی  $20 \mu F$ ، بار الکتریکی آن  $20 \mu C$  و فاصله صفحه‌های آن از یکدیگر  $1 mm$  است. اندازه میدان الکتریکی بکینواخت بین دو صفحه خازن چند واحد  $SI$  است؟
- (۱) ۴۰
  - (۲) ۱
  - (۳) ۱۰۰۰
  - (۴) ۱۰۰۰۰

-قلم چی- ۱۳۹۷

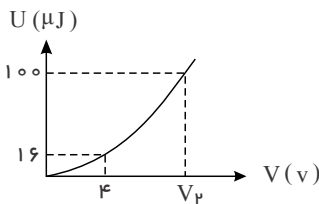
۳۶. نمودار بار الکتریکی ذخیره شده در دو خازن مجزای  $A$  و  $B$  که بین صفحات هر دوی آنها هوا است، بر حسب ولتاژ اعمال شده به دو سر آنها مطابق شکل زیر است. در کدام یک از گزینه‌های زیر، ظرفیت دو خازن یکسان می‌شوند؟



-قلم چی- ۱۳۹۷

- (۱) دی‌الکتریکی با ثابت  $\epsilon$  را به‌طور کامل وارد خازن  $A$  کنیم.
- (۲) دی‌الکتریکی با ثابت  $\epsilon$  را به‌طور کامل وارد خازن  $B$  کنیم.
- (۳) طول هر ضلع از صفحات خازن  $A$  را دو برابر کنیم.
- (۴) طول هر ضلع از صفحات خازن  $B$  را دو برابر کنیم.

۳۷. نمودار تغییرات انرژی الکتریکی ذخیره شده در یک خازن بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آن، مطابق شکل زیر است.  $V_p$  چند ولت است؟

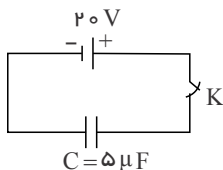


-قلم چی- ۱۳۹۷

ولت است؟

- (۱) ۱۰
- (۲)  $10\sqrt{2}$
- (۳) ۵
- (۴)  $5\sqrt{2}$

۳۸. مطابق شکل روبه‌رو، خازنی در یک مدار الکتریکی قرار گرفته است. بار روی صفحه مثبت خازن و انرژی ذخیره شده در خازن



-گزینه ۲- ۱۳۹۷

کدام است؟

- (۱)  $1mJ, 50\mu C$
- (۲)  $0.5mJ, 50\mu C$
- (۳)  $1mJ, 100\mu C$
- (۴)  $0.5mJ, 100\mu C$

۳۹. خازن تختی را پس از شارژ از مولد جدا می‌کنیم و فاصله بین صفحات آن را ۳ برابر می‌کنیم. با اعمال این تغییرات ...

(۱) ظرفیت خازن و بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات خازن  $\frac{2}{3}$  برابر می‌شوند.

(۲) ظرفیت خازن و انرژی ذخیره شده در خازن  $\frac{2}{3}$  برابر می‌شوند.

(۳) انرژی ذخیره شده در خازن ۳ برابر می‌شود و بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات خازن تغییر نمی‌کند.

(۴) بار ذخیره شده در خازن تغییری نمی‌کند و میدان الکتریکی بین صفحات خازن  $\frac{2}{3}$  برابر می‌شود.

-قلم چی- ۱۳۹۷

۴۰. مطابق شکل (الف)، دو صفحه یک خازن تخت به مساحت  $A$  در فاصله  $d$  از یکدیگر قرار دارند و دی‌الکتریک بین آن‌ها هوا است. مطابق شکل (ب)، صفحه زیرین را طوری جابه‌جا می‌کنیم که در خازن جدید، نصف سطح صفحه‌ها در مقابل هم قرار گیرند و فاصله دو

صفحه از یکدیگر برابر با  $\frac{2}{3}d$  مقدار قبلی شود. ظرفیت خازن جدید چند برابر ظرفیت خازن اولیه است؟



-قلم چی-۱۳۹۷

۴۱. به طور همزمان، اختلاف پتانسیل دو سر خازنی که ظرفیت اولیه آن  $4\mu F$  است را  $6V$  افزایش و فاصله بین صفحات آن را  $20\%$  درصد کاهش می‌دهیم. در این صورت، اندازه میدان الکتریکی بین صفحات خازن  $50\%$  درصد افزایش می‌یابد. بار الکتریکی نهایی خازن چند میکروکولن می‌شود؟

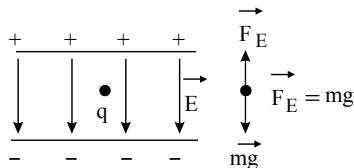
- (۱)  $120$   
 (۲)  $144$   
 (۳)  $150$   
 (۴)  $180$

-قلم چی-۱۳۹۷

۱. گزینه ۱ با توجه به اتصال پایانه های باتری صفحه ی بالای خازن مثبت و پایینی منفی است، بنابراین خطوط میدان از بالا به پایین رسم می شود از آن جایی که  $q$  در حالت تعادل قرار گرفته است، نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا بتواند نیروی وزن را خنثی کند از طرفی رابطه ی  $E = \frac{V}{d}$ ، با افزایش فاصله ی دو صفحه ی خازن و ثابت ماندن اختلاف پتانسیل بین دو صفحه، بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه ی خازن کاهش می یابد. سؤال به دنبال شتاب ذره است که طبق رابطه ی نیوتن شتاب به نیرو وابسته است یعنی:

$$\sum F = mg \rightarrow FE - mg = ma \rightarrow E|q| - mg = ma$$

$$a = \frac{E|q| - mg}{m} = \frac{E|q|}{m} - g$$



در ابتدا چون بار ساکن بوده  $a = 0$  یعنی  $\frac{E|q|}{m} = g$ ، حال با افزایش فاصله ی صفحات، میدان  $E$  کاهش پیدا کرده در نتیجه

$\frac{E|q|}{m} < g$  شده و شتاب برابر می شود با یک عدد منفی  $a = \frac{E|q|}{m} - g$  که باعث می شود بار به سمت پایین شروع به حرکت کند.

البته می توانستیم ساده تر به قضیه نگاه کنیم. در حالت عادی ذره به سمت پایین سقوط می کند که الان میدان خازن بار را معلق نگه داشته حال واضح است که میدان ضعیف بشود ذره به سمت پایین حرکت می کند.

خیلی سخت

### ۲. گزینه ۳

نکته: اگر خازن از باتری جدا شود بار ذخیره شده در آن ثابت می ماند و هر تغییری از ظرفیت خازن باعث ایجاد همان تغییر بطور معکوس در ولتاژ خازن می شود.

در این قسمت با افزایش  $d$  طبق رابطه  $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ،  $C$  کم می شود و همین طور با ثابت بودن  $q$  در رابطه  $C = \frac{q}{V}$ ، با کاهش  $C$ ، ولتاژ زیاد می شود. ( $\downarrow C = \frac{q}{V \uparrow}$ )

آسان

۳. گزینه ۲ نکته: همیشه در حرکت های خودبه خودی، انرژی پتانسیل جسم کم می شود (مثلا وقتی شما رو به حال خودتون بگذارن هر چی انرژی ذخیره شده دارین می ترکونین!!)

و همیشه هرگاه حرکت اجباری و غیر خودبه خودی باشد انرژی پتانسیل افزایش پیدا می کند.

با برداشتن دی الکتریک، ظرفیت خازن نصف می شود، و با دو برابر شدن فاصله بین صفحات خازن، ظرفیت نصف شده، دوباره نصف می گردد.

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2} \times \frac{d_1}{2d_1} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{4}$$

آسان

### ۴. گزینه ۱

روش اول: می توانیم با ترکیب سه رابطه  $C = \frac{k \epsilon_0 A}{d}$ ،  $V = \frac{q}{C}$ ،  $E = \frac{V}{d}$  به رابطه  $E = \frac{q}{\epsilon_0 A}$  برسیم. آنگاه داریم:

$$\Rightarrow E = \frac{q}{\epsilon_0 A} \xrightarrow{\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}} E = \frac{4\pi k q}{A} = \frac{4 \times 9 \times 10^9 \times 3 \times 20 \times 10^{-9}}{(0.6)^2} = \frac{4 \times 9 \times 3 \times 20}{36 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

روش دوم: ابتدا ظرفیت خازن را محاسبه می‌کنیم:

$$C = \epsilon_0 k \frac{A}{d} \quad A = 60 \times 60 = 3600 \text{ cm}^2 = 3600 \times 10^{-4} \quad \rightarrow C = \frac{\epsilon_0 \times 1 \times 3600 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}} = 72 \epsilon_0$$

هوا  $k=1$  ,  $d=5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3}$

از طرفی سوال  $\epsilon_0$  رو نداده ولی در عوض  $k$  رو داده. می‌دونیم  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  پس:

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \times k} = \frac{1}{4 \times 3 \times 9 \times 10^9} = \frac{10^{-9}}{108} \Rightarrow C = 72 \epsilon_0 = 72 \times \frac{10^{-9}}{108} = \frac{2}{3} \times 10^{-9} (F)$$

حال از رابطه  $C = \frac{q}{V}$  ابتدا ولتاژ رو بدست می‌آوریم و در رابطه  $E = \frac{V}{d}$  میدان رو بدست میاریم:

$$C = \frac{q}{V} \rightarrow \frac{2}{3} \times 10^{-9} = \frac{20 \times 10^{-2}}{V} \Rightarrow V = 30$$

$$\rightarrow E = \frac{V}{d} = \frac{30}{5 \times 10^{-3}} = 6 \times 10^3 \frac{N}{C}$$

سخت-

۵. گزینه ۴ با توجه به رابطه  $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$  و اینکه  $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$  است، ظرفیت خازن زیاد می‌شود.

بار خازن نمی‌تواند جابه‌جا شود، چون خازن از مولد جدا شده است.

ولتاژ خازن با زیاد شدن ظرفیت آن کاهش می‌یابد.  $(V = \frac{Q}{C})$

انرژی خازن با افزایش ظرفیت آن کاهش می‌یابد.  $(U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C})$

متوسط

۶. گزینه ۲ ابتدا با توجه به تعداد یون‌ها ( $n$ ) بار غشا را بدست می‌آوریم:

$$n = 6,9 \times 10^5 \times 1,6 \times 10^{-19} = 6,9 \times 1,6 \times 10^{-14} (e)$$

از طرفی طبق رابطه  $C = \frac{q}{V}$  و رابطه  $C = \frac{\sum_0 kA}{d}$  داریم:

$$\frac{\sum_0 kA}{d} = \frac{q}{V} \rightarrow \frac{1,85 \times 10^{-12} \times 6 \times 10^{-6} \times 10^{-4}}{d} = \frac{6,9 \times 1,6 \times 10^{-14}}{85 \times 10^{-3}}$$

حال اگر اعداد رو به مرتبه بزرگی تبدیل کنیم خواهیم داشت:

$$\frac{10 \times 10^{-12} \times 10 \times 10^{-6} \times 10^{-4}}{d} = \frac{10 \times 1 \times 10^{-14}}{10^2 \times 10^{-3}} \Rightarrow d = 10^{-8} \text{ m} = 10^{-6} \text{ cm}$$

پس مرتبه بزرگی  $10^{-6} \text{ cm}$  است.

سخت-

۷. گزینه ۲ ظرفیت خازن فقط تابع عوامل ساختمانی می‌باشد، در نتیجه با تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر خازن، ظرفیت خازن ثابت

می‌ماند.

$$C_1 = C_2 \Rightarrow \frac{Q_2}{V_2} = \frac{Q_1}{V_1} \quad Q_2 = (Q_1 + 20)nC \quad \frac{Q_1 + 20}{3V_1} = \frac{Q_1}{V_1} \Rightarrow Q_1 + 20 = 3Q_1 \Rightarrow Q_1 = 10nC$$

متوسط

۸. گزینه ۲ برای به دست آوردن ثابت دی‌الکتریک باید از رابطه‌های زیر استفاده کنیم:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad \left. \begin{array}{l} C = \frac{Q}{V} \\ Q = \sigma A \\ C = \frac{\sigma A}{d} \end{array} \right\} \Rightarrow \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} = \frac{\sigma A}{d} \Rightarrow \kappa \times 9 \times 10^{-12} = \frac{18 \times 10^{-2}}{10} \rightarrow k = 2$$



۹. گزینه ۴ چون خازن به باتری متصل است، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است. اما با خارج کردن دی الکتریک از بین صفحه‌های

خازن، بنا به رابطه  $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، ظرفیت آن کاهش می‌یابد. با کاهش ظرفیت و ثابت بودن اختلاف پتانسیل، طبق رابطه  $Q = CV$

بار الکتریکی روی صفحات خازن کاهش و طبق رابطه  $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن نیز کاهش می‌یابد.

-آسان

۱۰. گزینه ۴ با استفاده از رابطه ظرفیت خازن‌های تخت ( $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ) و نوشتن رابطه مقایسه‌ای آن داریم:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{k_2 = k_{\text{میکا}} = 5, k_1 = k_{\text{هوا}} = 1} 3 = \frac{5}{1} \times \frac{d_1}{d_1 + 6} \Rightarrow 3d_1 + 18 = 5d_1 \Rightarrow d_1 = 9 \text{ mm}$$

-متوسط

۱۱. گزینه ۲ با توجه به تعریف توان و انرژی ذخیره شده در خازن داریم:

$$\begin{cases} U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = P \cdot t \Rightarrow C = \frac{1}{2} \frac{q^2}{Pt} \\ U = P \cdot t \end{cases}$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{2} \times \frac{(13 \times 10^{-3})^2}{169 \times 10^3 \times 0.1 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-6} \text{ F} = 5 \mu\text{F}$$

-متوسط

۱۲. گزینه ۳ در حالت اول دی الکتریک بین صفحات، هوا بوده و ضریب دی الکتریک آن برابر با ۱ می‌باشد. بنابراین مطابق رابطه

زیر، با تغییر دی الکتریک، ظرفیت خازن  $3/5$  برابر می‌شود.

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2 \epsilon_0 \frac{A}{d}}{k_1 \epsilon_0 \frac{A}{d}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} = 3/5$$

با توجه به این که در هر دو حالت، خازن به یک باتری متصل است، ولتاژ دو سر خازن ثابت و برابر نیروی محرکه باتری می‌باشد.

حال مطابق رابطه زیر با مقایسه انرژی در دو حالت مشاهده می‌شود که انرژی خازن نیز  $3/5$  برابر می‌شود.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2} C_2 V^2}{\frac{1}{2} C_1 V^2} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} = 3/5$$

با توجه به رابطه زیر و با ثابت بودن اختلاف پتانسیل دو سر خازن و فاصله بین صفحات، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن

تغییری نمی‌کند.

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{|\Delta V_2|}{d_2}}{\frac{|\Delta V_1|}{d_1}} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = 1$$

-متوسط

۱۳. گزینه ۱ وقتی دی الکتریک بین صفحات خازن را برمی‌داریم، طبق رابطه  $C = \kappa C_0$ ، ظرفیت آن  $1/5$  حالت قبل می‌شود.

$$C_2 = \frac{1}{5} C_1 \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1}{5} \frac{Q_1}{V_1} \xrightarrow{Q_1 = Q_2} V_2 = 5V_1$$

$$E_1 = \frac{V}{d_1} \xrightarrow{d_2 = d_1} E_2 = \frac{5V_1}{d_1} = 5E_1$$

-متوسط



۱۴. گزینه ۲

$$\frac{V_2}{V_1} = 5 \Rightarrow \frac{\frac{Q_2}{C}}{\frac{Q_1}{C}} = 5 \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = 5 \Rightarrow \frac{Q_1 + 100}{Q_1} = 5 \Rightarrow \frac{Q_1 + 100}{Q_1} = 5 \Rightarrow 4Q_1 = 100 \Rightarrow Q_1 = 25nC$$

-متوسط

۱۵. گزینه ۲

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{\kappa\epsilon_0 A}{d_2}}{\frac{\kappa\epsilon_0 A}{d_1}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{d_1}{4d_1} = \frac{1}{4}$$

$$Q = CV \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2 V_2}{C_1 V_1} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

-متوسط

۱۶. گزینه ۲

$$E = \frac{V}{d} = \frac{\frac{Q}{C}}{d} = \frac{Q}{\kappa\epsilon_0 \frac{A}{d} \cdot d} = \frac{Q}{\kappa\epsilon_0 A} = \frac{\sigma}{\kappa\epsilon_0} = \frac{1,8 \times 10^{-8}}{1 \times 9 \times 10^{-12}} = 2000 \frac{V}{m}$$

-سخت

۱۷. گزینه ۴ میدان بین صفحات خازن یکنواخت است، لذا:

$$|\Delta V| = Ed = 4,8 \times 10^3 \times 2,5 \times 10^{-3} = 12V$$

$$Q = CV = (6nC) \times (12V) = 72nC$$

-سخت

۱۸. گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 20^2 = 400 \mu J \\ U_2 &= \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 30^2 = 900 \mu J \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_2 - U_1 = 900 - 400 = 500 \mu J$$

-متوسط

۱۹. گزینه ۳

ولتاژ متصل به مولد را در هر حالت طوری انتخاب می‌کنیم که از ولتاژ قابل تحمل بیشتر نباشد تا خازن فروریزش نکند.

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

$$1) U = \frac{1}{2} \times 0,4 \times 10^2 = 20 \mu J$$

$$2) U = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^2 = 400 \mu J$$

$$3) U = \frac{1}{2} \times 15 \times 8^2 = 480 \mu J$$

$$4) U = \frac{1}{2} \times 30 \times 5^2 = 375 \mu J$$

-متوسط

۲۰. گزینه ۴

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{36 \mu C}{1200 V} = 0,03 \mu F = 30 nF$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times (30 \times 10^{-9}) \times (2 \times 10^3)^2 = 60 \times 10^{-3} J = 60 mJ$$

-متوسط



۲۱. گزینه ۴ ابتدا طبق رابطه  $\Delta U = -W_{\text{میدان}}$  و  $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$  داریم:

$$\Delta U = -W_{\text{میدان}} = -10 \mu J$$

$$\rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-10 \mu J}{2 \mu C} = -5V \rightarrow V_- - V_+ = -5 \rightarrow 20 - V_- = 5 \Rightarrow V_- = 15$$

از طرفی هم برای بار صفحات خازن داریم  $q = CV$  که  $V$  همان  $\Delta V$  صفحات است، پس:

متوسط

۲۲. گزینه ۴ اگر خازنی به مولد متصل باشد، اختلاف پتانسیل آن همواره ثابت می‌ماند. ( $V$  ثابت)

از طرفی طبق رابطه  $C = \frac{\epsilon_0 k A}{d}$ ،  $C$  با  $(c \times \frac{1}{d})$  با  $\frac{1}{4}$  شدن فاصله صفحات، ظرفیت خازن ۴ برابر می‌شود. (یعنی  $C_2 = 4C_1$ )

حال برای مقایسه بار انرژی خواهیم داشت:

$$q = CV \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} = 4$$

$$u = \frac{1}{2} cV^2 \xrightarrow{\text{ثابت } V} \frac{u_2}{u_1} = \frac{C_2}{C_1} = 4$$

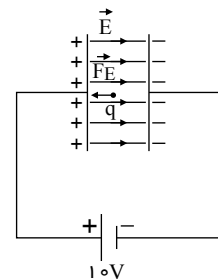
متوسط

۲۳. گزینه ۴ با توجه به قطب‌های باتری جهت میدان بین صفحات از چپ به راست است و چون جهت نیروی وارد بر بار در خلاف

جهت میدان است (یعنی از راست به چپ است) پس نوع بار منفی است (ردّ گزینه‌های ۱ و ۳)

از طرفی می‌دانیم  $F = Eq$  و همینطور برای صفحات خازن داریم  $E = \frac{V}{d}$ ، پس:

$$F = Eq \rightarrow F = \frac{V}{d} \times q$$



از طرفی هم می‌دانیم برای ولتاژ خازن می‌توان نوشت:

$$C = \frac{q}{V} \rightarrow 2 = \frac{20}{V} \Rightarrow V = 10V$$

$$F = \frac{V}{d} q \Rightarrow 0.1 = \frac{10}{0.01} \times q \Rightarrow q = 10^{-5} C = 10 \mu C \xrightarrow{\text{بار منفی است}} q = -10 \mu C$$

پس:

تذکر: در رابطه  $F = Eq$ ، منظور از  $q$  باری است که بین صفحات قرار گرفته و از طرف میدان صفحات به آن نیرو وارد می‌شود.

اما در رابطه  $C = \frac{q}{V}$  منظور از  $q$  بار موجود در صفحات خازن است.

سخت

۲۴. گزینه ۲ طبق قضیه کار و انرژی می‌دانیم: تغییر انرژی پتانسیل بار برابر منفی تغییر انرژی جنبشی آن است بنابراین داریم:

$$\Delta U = -\Delta K = -|K_2 - K_1| \left\{ \begin{array}{l} K = \frac{1}{2} mV^2 \\ V_1 = 0, V_2 = 50 km/s = 50000 m/s \\ m = 20 mg = 20 \times 10^{-3} g = 20 \times 10^{-6} kg \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \Delta U = -\left(0 - \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times (50000)^2\right) = +25000 J$$

حال طبق رابطه  $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ ، اختلاف پتانسیل صفحات را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta V = \frac{25000}{10 \times 10^{-6}} = 25 \times 10^8 (V)$$

سپس به کمک رابطه  $C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d}$  ظرفیت را بدست آورده و با جایگذاری در رابطه  $q = CV$  بار خازن محاسبه می‌شود.

$$C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d} = \frac{8.8 \times 10^{-12} \times 1 \times 40 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-2}} = 8.8 \times 10^{-14} F$$

$$\rightarrow q = CV = 8.8 \times 10^{-14} \times 25 \times 10^8 = 22 \times 10^{-5} C = 22 \times 10^{-2} mC \Rightarrow q = 0.22 mC$$

-سخت

۲۵. گزینه ۱ چون دو سر خازن به یک اختلاف پتانسیل ثابت وصل است. ( $V$  ثابت) طبق رابطه  $U = \frac{1}{2} CV^2$  داریم:

$$U \propto C \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1}$$

از طرفی هم طبق رابطه  $C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d}$  با گذاشتن دی‌الکتریک با ضریب  $\kappa = 2$  ظرفیت خازن دو برابر می‌شود، پس  $C_2 = 2C_1$  در نتیجه:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \rightarrow \frac{U_2}{1.8} = \frac{2C_1}{C_1} \rightarrow U_2 = 3.6 J$$

از طرفی هم طبق رابطه  $U = \frac{1}{2} qV$  می‌توانیم بار خازن را محاسبه کنیم:

$$U = \frac{1}{2} qV \rightarrow 3.6 = \frac{1}{2} \times q \times 200 \Rightarrow q = 0.036 C = 36 mC$$

-متوسط

۲۶. گزینه ۱ طبق رابطه  $C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d}$  برای ظرفیت خازن خواهیم داشت:

$$C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d} = \frac{9 \times 10^{-12} \times 1 \times 40 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 36 \times 10^{-12} F = 3.6 \times 10^{-11} F$$

$$q = CV = 3.6 \times 10^{-11} \times 600 = 2.16 \times 10^{-8} C$$

همینطور برای بار خازن خواهیم داشت:

-متوسط

۲۷. گزینه ۲

$$E_0 = \frac{V_0}{d} \Rightarrow E_0 = \frac{50}{2 \times 10^{-2}} = 2500 \frac{V}{m}$$

میدان الکتریکی اولیه بین صفحات این خازن برابر است با:

اگر دی‌الکتریک قطبی با ثابت  $\kappa = 4$  را وارد فضای بین صفحات این خازن کنیم ( $C \propto \kappa$ ) ظرفیت آن ۴ برابر می‌شود ولی چون خازن از مولد جدا شده بار آن ثابت می‌ماند.

$$V = \frac{Q}{C} \xrightarrow{Q=Q_0, C=4C_0} V = \frac{1}{4} V_0 = \frac{1}{4} \times 50 = 12.5 V$$

$$E = \frac{V}{d} = \frac{12.5}{2 \times 10^{-2}} = 625 \frac{V}{m}$$

$$\text{درصد تغییرات میدان} = \frac{E - E_0}{E_0} \times 100 = \frac{625 - 2500}{2500} \times 100 = -75\%$$

یعنی بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن ۷۵ درصد کاهش می‌یابد.

-متوسط

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 22 - 15 = 7V$$



$$\begin{cases} Q_1 = CV_1 \\ Q_2 = CV_2 \end{cases} \Rightarrow Q_2 - Q_1 = C(V_2 - V_1) \Rightarrow \Delta Q = C\Delta V$$

$$\Rightarrow C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \xrightarrow{\Delta V=7V, \Delta Q=140\mu C} C = \frac{140}{7} = 20\mu F$$

متوسط

۲۹. گزینه ۱ ابتدا طبق رابطه ظرفیت خازن با توجه به عوامل ساختمانی آن، داریم:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow{\kappa=1, \epsilon_0=9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}, A=40cm^2=40 \times 10^{-4}m^2, d=1mm=10^{-3}m}$$

$$C = \frac{1 \times 9 \times 10^{-12} \times 40 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 36 \times 10^{-12} = 3,6 \times 10^{-11} F$$

حال بار ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$Q = CV \xrightarrow{C=3,6 \times 10^{-11} F, V=600V} Q = 3,6 \times 10^{-11} \times 600 = 2,16 \times 10^{-8} C$$

متوسط

۳۰. گزینه ۳ ظرفیت خازن از رابطه  $C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$  محاسبه می شود و طبق این رابطه ظرفیت خازن با ثابت دی الکتریک رابطه مستقیم دارد ( $C \propto \kappa$ ). ثابت دی الکتریک هوا برابر یک و ثابت سایر دی الکتریک ها بیشتر از یک است، بنابراین با وارد کردن عایق

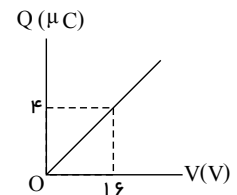
دی الکتریک بین صفحات خازن، ظرفیت آن افزایش خواهد یافت. وقتی خازن پر شده را از مولد جدا می کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در آن ثابت می ماند و برای ولتاژ خازن می توان نوشت:

$$V = \frac{Q}{C} \xrightarrow{\begin{matrix} \text{ثابت } Q \\ \text{افزایش } C \end{matrix}} \downarrow V \text{ کاهش می یابد}$$

متوسط

۳۱. گزینه ۴ می دانیم طبق رابطه  $Q = CV$ ، شیب نمودار  $Q$  بر حسب  $V$  برابر با ظرفیت خازن است. بنابراین ابتدا با محاسبه شیب خط، ظرفیت خازن را به دست می آوریم:

$$C = \text{شیب خط} = \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \frac{4-0}{16-0} \Rightarrow C = \frac{1}{4} \mu F$$



اکنون با استفاده از رابطه  $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، انرژی ذخیره شده در خازن را حساب می کنیم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{C=\frac{1}{4}\mu F, V=40V} U = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times 1600 \Rightarrow U = 200\mu J$$

متوسط

۳۲. گزینه ۴ وقتی خازن به باتری وصل باشد، اختلاف پتانسیل میان صفحه های آن ثابت می ماند، اما وقتی فاصله بین دو صفحه خازن

سه برابر شود، طبق رابطه  $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن،  $\frac{1}{3}$  برابر خواهد شد. بنابراین با دانستن تغییرات  $V$  و  $C$  به بررسی گزینه ها می پردازیم:

گزینه «۱» نادرست - چون  $V$  ثابت و  $C$ ،  $\frac{1}{3}$  برابر شده است، طبق رابطه  $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، انرژی خازن نیز،  $\frac{1}{3}$  برابر می شود.

گزینه «۲» نادرست - ظرفیت  $\frac{1}{3}$  برابر می‌شود.

گزینه «۳» نادرست - طبق رابطه  $E = \frac{V}{d}$ ، چون  $V$  ثابت و  $d$  سه برابر شده است، بزرگی میدان الکتریکی،  $\frac{1}{3}$  برابر می‌شود.



گزینه ۴ درست - چون  $V$  ثابت و  $C$  برابر شده است، طبق رابطه  $Q = CV$ ، بار الکتریکی نیز  $\frac{1}{3}$  برابر می شود.

متوسط

۳۳. گزینه ۴ طبق رابطه  $C = \frac{\epsilon_0 kA}{d}$ ، ظرفیت خازن با فاصله صفحات رابطه عکس ( $C \propto \frac{1}{d}$ ) و با مساحت صفحات رابطه مستقیم دارد. ( $C \propto A$ )

با این توصیف تنها گزینه ۴ باعث می شد که ظرفیت خازن دو برابر بشه.

آسان

۳۴. گزینه ۱ می دانیم وقتی صفحات خازن به مولد وصل است ولتاژ صفحات ثابت می ماند ( $V$  ثابت). از طرفی هم طبق رابطه

$C = \frac{\epsilon_0 kA}{d}$ ، با دو برابر کردن فاصله صفحات ( $d_2 = 2d_1$ )، ظرفیت خازن نصف می شه ( $C_2 = \frac{1}{2}C_1$ )، حال چون ولتاژ خازن

ثابت است از رابطه  $u = \frac{1}{2}CV^2$  برای مقایسه انرژی خازن ها استفاده می کنیم:

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2}$$

در مرحله بعد چون خازن از مولد جدا شده بار صفحات ثابت می ماند (ثابت  $q$ ) و با نصف کردن فاصله صفحات ظرفیت خازن دو برابر

می شود (یعنی  $C_3 = 2C_2$ )، طبق رابطه  $u = \frac{q^2}{2C}$  چون بار ثابت است داریم:

$$\frac{u_3}{u_2} = \frac{C_2}{C_3} = \frac{1}{2}$$

سوال نسبت  $\frac{u_3}{u_1}$  رو خواسته، پس:

$$\frac{u_3}{u_1} = \frac{u_3}{u_2} \times \frac{u_2}{u_1} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

سخت

۳۵. گزینه ۳ طبق رابطه  $E = \frac{V}{d}$  برای محاسبه میدان ( $E$ ) لازم است پتانسیل ( $V$ ) و فاصله صفحات ( $d$ ) را بدانیم که برای محاسبه پتانسیل از رابطه  $q = CV$  کمک می گیریم:

$$q = CV \Rightarrow 20 = 20 \times V \Rightarrow V = 1V$$

$$E = \frac{V}{d} = \frac{1}{1 \times 10^{-3}} = 10^3 = 1000 \left(\frac{V}{m}\right)$$

تذکر: حواسمون به تبدیل واحد  $mm$  به  $m$  برای کمیت  $d$  باشه و غیر این صورت گزینه ۲ رو می زنیم!

متوسط

۳۶. گزینه ۲ طبق نمودار داریم:

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow \begin{cases} CA = \frac{10}{3} \\ CB = \frac{10}{6} \end{cases} \Rightarrow CA = 2CB$$

یعنی ظرفیت خازن  $A$ ، ۲ برابر خازن  $B$  است.

برای یکسان شدن ظرفیت ها باید ظرفیت خازن  $2B$  افزایش یابد (۲ برابر شود) یا باید ظرفیت خازن  $A$  کاهش یابد (نصف شود) که

طبق رابطه  $C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d}$ ، تنها گزینه ۲ درست است

متوسط

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{100}{16} = \left(\frac{V_2}{4}\right)^2 \xrightarrow{\text{رادیکال}} \frac{10}{4} = \frac{V_2}{4} \Rightarrow V_2 = 10(V)$$

آسان-

۳۸. گزینه ۳ بار صفحات خازن (چه صفحه مثبت و چه صفحه منفی) از رابطه  $q = CV$  قابل محاسبه است:

$$q = CV = 5\mu F \times 20V = 100\mu C$$

از طرفی هم انرژی خازن برابر خواهد بود با:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} 5\mu \times 20^2 = 1000\mu J = 1mJ$$

آسان-

۳۹. گزینه ۳ وقتی خازنی از مولد جدا شود. بار صفحات آن ثابت خواهد ماند. از طرفی طبق رابطه  $C = \frac{\epsilon_0 \kappa A}{d}$  با ۳ برابر کردن

$$\text{فاصله صفحات } (d_2 = 3d_1) \text{ ظرفیت خازن } \frac{1}{3} \text{ برابر می‌شود } (C_2 = \frac{1}{3} C_1)$$

حالا بریم سراغ گزینه‌ها:

گزینه ۱: ظرفیت  $\frac{1}{3}$  می‌شود، اما میدان تغییر نمی‌کند (چون:  $E = \frac{V}{d}$ ) با  $\frac{1}{3}$  شدن ظرفیت طبق رابطه  $(C = \frac{q}{V})$ ، ولتاژ  $3(V)$  برابر می‌شود. پس هم  $d$  و هم  $3V$ ، برابر می‌شوند و  $E$  ثابت می‌ماند.

گزینه ۲: طبق رابطه  $U = \frac{q^2}{2C}$  با  $\frac{1}{3}$  برابر شدن ظرفیت، انرژی  $(U)$ ، ۳ برابر می‌شود.

گزینه ۳: با توجه به توضیحات قبل، کاملاً درسته!

گزینه ۴: بار  $(q)$  و میدان  $(E)$  هر دو ثابت می‌مانند.

سخت-

۴۰. گزینه ۲ در رابطه  $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$ ،  $A$  برابر با سطحی از صفحات خازن است که در مقابل هم قرار دارند، بنابراین داریم:

$$\frac{C'}{C} = \frac{k'}{k} \cdot \frac{A'}{A} \cdot \frac{d}{d'} = 1 \times \frac{1}{2} \times \frac{d}{\frac{2}{3}d} = \frac{3}{4}$$

متوسط-

۴۱. گزینه ۴ طبق رابطه زیر، اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $1,2$  برابر می‌شود.

$$V = Ed \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{E_2}{E_1} \times \frac{d_2}{d_1} \xrightarrow{E_2 = 1,5E_1, d_2 = 0,8d_1} \frac{V_2}{V_1} = 1,5 \times 0,8 = 1,2 \quad (1)$$

از طرفی، ولتاژ ۶ ولت افزایش پیدا کرده است. بنابراین:

$$V_2 - V_1 = 6 \xrightarrow{(1)} 1,2V_1 - V_1 = 6 \rightarrow 0,2V_1 = 6 \rightarrow V_1 = 30(V) \xrightarrow{(1)} V_2 = 1,2V_1 = 36(V)$$

طبق رابطه زیر، ظرفیت خازن در حالت جدید برابر است با:

$$C = \kappa\epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{4} = \frac{d_1}{0,8d_1} \Rightarrow C_2 = 5\mu F$$

$$Q_2 = C_2 V_2 \Rightarrow Q_2 = 5 \times 36 = 180\mu C$$

سخت-