نام دبیر : مهندس مهدی باباخانی

عنوان آزمون : هومورک۵ ساکن

۱ چه تعداد از موارد زیر درست است؟

الف) نوع نیروی الکتریکی بین صفحات همهٔ خازن‌های بادار، از نوع جاذبه است.

ب) برای تمام خازن‌ها می‌توان ظرفیت را از رابطهٔ $C = \frac{Q}{V}$ به دست آورد.

پ) دی‌الکتریک‌ها بر دو نوع‌اند: ۱) قطبی و رسانا ۲) غیرقطبی و نارسانا.

ت) ظرفیت همهٔ خازن‌ها از رابطهٔ $C = \kappa\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}$ به دست میآید.

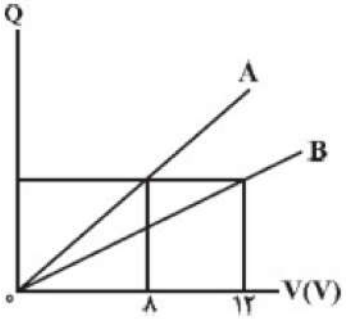
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲ مساحت هریک از صفحه‌های خازن تختی $۰/۹\text{cm}^{۲}$ و عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۱۰ فضای بین دو صفحهٔ خازن را به طور کامل پر کرده است. اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل $۲۰V$ وصل کنیم، ۱۸۰ پیکوکولن بار الکتریکی بر روی هریک از صفحه‌های آن ذخیره می‌شود. ضخامت مادهٔ دی‌الکتریک چند میلی‌متر است؟

$$\left(\varepsilon_{\circ} = ۹\times۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m}\right)$$

۱) $۰/۹$ ۲) ۹ ۳) $۲/۷$ ۴) $۰/۸۱$

۳ نمودار بار الکتریکی ذخیره شده برحسب ولتاژ دو سر خازن‌های مجزای A و B مطابق شکل زیر است. اگر دی‌الکتریک خازن B که ثابت آن برابر با ۲ است، را برداشته، مساحت هریک صفحه‌های آن‌را ۲۰ درصد افزایش و فاصله‌ی بین صفحات آن‌را ۲۰ درصد کاهش دهیم، ظرفیت جدید خازن B چند برابر ظرفیت خازن A است؟ (ثابت دی‌الکتریک هوا را یک درنظر بگیرید.)



۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۴ در یک سلول عصبی، تعداد یون‌های مثبت لازم (با فرض آن‌که هر یون یک بار یونیده باشد) برای آن‌که میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $۴/۸\frac{\text{MV}}{m}$ داخل غشا ایجاد شود، کدام است؟ (فرض کنید غشا دارای ثابت دی‌الکتریک $\kappa = ۳$، ضخامت $۱۰\,\text{nm}$ و مساحت سطح $۱۰۰\mu\text{m}^{۲}$ است، $\varepsilon_{\circ} = ۱۰^{-۱۱}\frac{F}{m}$ و $e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ می‌باشد.)

۱) ۳×۱۰^{۴} ۲) ۳×۱۰^{۶} ۳) ۹×۱۰^{۴} ۴) ۹×۱۰^{۶}

۵ حداکثر ولتاژی که می‌توان به دو سر یک خازن تخت که فاصله‌ی بین دو صفحات آن به طور کامل با یک دی‌الکتریک با ضخامت $۱/۲\text{mm}$ پر شده است، اعمال کرد تا فرو ریزش الکتریکی رخ ندهد برابر با ۶۰۰۰V می‌باشد. بیشینه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده در خازن تختی به ظرفیت $۵۰\mu\text{F}$ که از همان دی‌الکتریک با ضخامت $۳/۶\text{mm}$ پر شده است چند کولن باشد تا دی‌الکتریک نسوزد؟

۱) ۰/۹ ۲) ۹×۱۰^{-۲} ۳) ۳×۱۰^{-۶} ۴) ۰/۰۳

۶ بار الکتریکی ذخیره شده در خازنی به ظرفیت $۴\mu\text{F}$ برابر با Q است. اگر $+۲\text{mC}$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی مثبت خازن جدا کرده و به صفحه‌ی منفی آن منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در آن ۱J تغییر می‌کند. بار اولیه‌ی ذخیره شده در خازن چند میلی‌کولن است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۰/۵ ۴) ۱

۷ اگر برای انتقال $۴\mu\text{C}$ بار الکتریکی از یکی از صفحات خازن تختی به ظرفیت $۸۰\mu\text{F}$ به صفحه‌ی دیگر آن، $۹۶\mu\text{J}$ کار لازم باشد، بار الکتریکی اولیه‌ی این خازن قبل از انتقال این بار تقریباً چند میلی‌کولن بوده است؟

۱) ۱۹۰ ۲) ۱۹ ۳) ۱/۹ ۴) ۱۹۰۰

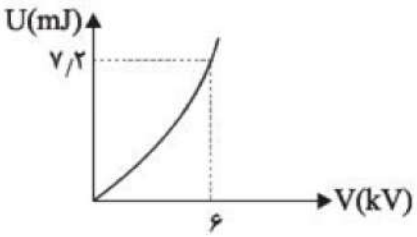
۸ ظرفیت خازنی $۱۰\mu\text{F}$ و بار الکتریکی ذخیره شده در آن $۱۲\,\text{mC}$ است. چند میلی‌کولن بار منفی از صفحهٔ مثبت جدا کرده و به صفحهٔ منفی منتقل کنیم تا انرژی ذخیره شده در خازن $۱۲۵۰\,\text{mJ}$ افزایش یابد؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

۹ خازن تختی که دی‌الکتریک بین صفحات آن هوا است، به یک مولد متصل است و انرژی ذخیره شده در آن U است. اگر فضای بین صفحات خازن را ابتدا با دی‌الکتریکی با ثابت ۲ به طور کامل پُر کنیم، سپس خازن را از مولد جدا کرده و در انتها دی‌الکتریک را از آن خارج کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن U'' می‌شود. نسبت $\frac{U''}{U}$ کدام است؟

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

۱۰ نمودار انرژی الکتریکی ذخیره شده در یک خازن برحسب ولتاژ دو سر آن مطابق شکل زیر است. ظرفیت این خازن چند پیکوفاراد است



۱) ۰/۴ ۲) ۴ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

۱۱ خازن تختی را پس از شارژ شدن از باتری جدا کرده‌ایم. ظرفیت این خازن $۱۸\mu\text{F}$ و بار ذخیره‌شده در آن $۲۰\mu\text{F}$ است. چند درصد بار منفی را از چه صفحه‌ای جدا کنیم و به صفحه‌ی دیگر اضافه کنیم تا انرژی ذخیره‌شده در خازن $۴\mu\text{F}$ کاهش یابد؟

۱) ۲۰ - از منفی به مثبت ۲) ۲۰ - از مثبت به منفی

۳) ۸۰ - از مثبت به منفی ۴) ۸۰ - از منفی به مثبت

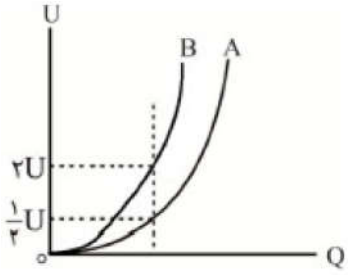
۱۲ مدار یک فلش عکاسی انرژی الکتریکی با ولتاژ ۲۰۰V را در یک خازن $۴۵۰\mu\text{F}$ ذخیره می‌کند. اگر تقریباً همهٔ این انرژی در مدت $۰/۵\,\text{ms}$ توسط خازن آزاد شود، توان متوسط خروجی فلش چند کیلووات است؟

۱) ۴/۵ ۲) ۱۸ ۳) $۴/۵\times۱۰^{۳}$ ۴) ۱۸×۱۰^{۳}

۱۳ صفحات یک خازن تخت را پس از باردار شدن از باتری جدا می‌کنیم. اگر فاصله‌ی بین دو صفحه را ۲۰ درصد افزایش دهیم، انرژی ذخیره‌شده در خازن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ثابت می‌ماند.
۲) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۱۴ نمودار تغییرات انرژی ذخیره شده برحسب بار الکتریکی در دو خازن تخت A و B با مساحت صفحه‌های یکسان که با دی‌الکتریک‌های هم ضخامتی پر شده‌اند، به صورت شکل مقابل است. اگر ضریب دی‌الکتریک خازن B، ۱۲ باشد، ضریب دی‌الکتریک خازن A کدام است؟



۱) ۳
۲) ۲۴
۳) ۴۸
۴) ۶

۱۵ با چرخش یکی از صفحه‌های یک خازن تخت، مساحتی از صفحه‌ها که روبروی هم است را نصف می‌کنیم و اختلاف پتانسیل میان دو صفحه را ۴۰ درصد کاهش می‌دهیم. انرژی الکتریکی ذخیره‌شده در خازن چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۶۴
۲) ۳۶
۳) ۱۸
۴) ۸۲

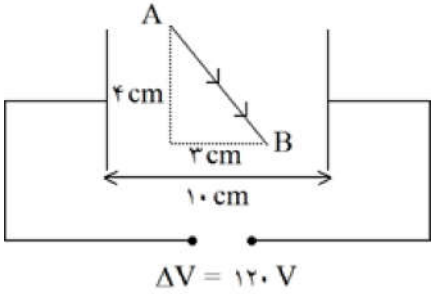
۱۶ ظرفیت خازنی $۱۲\mu F$ و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی آن $V_۱$ است. اگر $-۶\mu C$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی آن به صفحه‌ی مثبت انتقال دهیم، انرژی ذخیره شده در آن $۲۸/۵\mu J$ کاهش می‌یابد. $V_۱$ چند ولت است؟

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

۱۷ مساحت سطح مقطع مشترک صفحات خازن تختی برابر با A، فاصله‌ی عایق میان صفحات آن برابر با d و ثابت دی‌الکتریکی آن برابر با κ است. اگر این خازن را به یک باتری با اختلاف پتانسیل الکتریکی V متصل کنیم، اندازه‌ی نیرویی که هر یک از صفحات خازن به دیگری وارد می‌کند، برابر کدام گزینه است؟

۱) $\frac{\kappa A\varepsilon_۰ V^۲}{d^۲}$
۲) $\frac{\kappa A\varepsilon_۰ V^۲}{۲d^۲}$
۳) $\frac{۲\kappa A\varepsilon_۰ V^۲}{d^۲}$
۴) $\frac{۴\kappa A\varepsilon_۰ V^۲}{۳d^۲}$

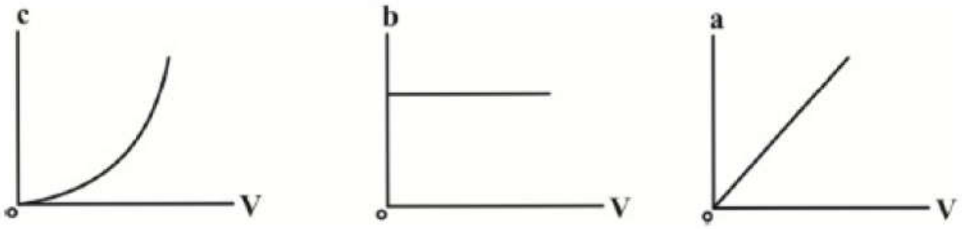
۱۸ مطابق شکل دو صفحه رسانای موازی را به منبع ولتاژ $۱۲۰V$ وصل کرده‌ایم. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را به دست آورید.



۱۹ ذره‌ی باردار q به جرم یک گرم در فضای بین دو صفحه‌ی رسانای افقی که فاصله‌ی آن‌ها از هم $۲\,\mathrm{cm}$ و دارای بارهای الکتریکی مثبت و منفی با اندازه‌ی یکسان هستند، به حالت معلق قرار دارد. اگر جهت میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحه‌ها به سمت پایین و اندازه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن‌ها برابر با ۵۰۰ ولت باشد، بار q برحست میکروکولن کدام است؟ $\left(g = ۱۰\,\frac{N}{\mathrm{kg}}\right)$

۱) $+۰/۴$ ۲) $-۰/۴$ ۳) $+۴۰$ ۴) -۴۰

۲۰ تغییرات کمیت‌های a، b و c مربوط به یک خازن برحسب اختلاف پتانسیل دو سر آن رسم شده است. a، b و c به‌ترتیب از راست به چپ، چه کمیت‌هایی می‌توانند باشند؟ (ساختار خازن تغییری نمی‌کند.)



۱) بار الکتریکی - میدان الکتریکی - انرژی پتانسیل الکتریکی

۲) میدان الکتریکی - بار الکتریکی - انرژی پتانسیل الکتریکی

۳) انرژی پتانسیل الکتریکی - ظرفیت خازن - بار الکتریکی

۴) میدان الکتریکی - ظرفیت خازن - انرژی پتانسیل الکتریکی

۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. عبارت‌های الف و ب درست هستند. بررسی عبارات نادرست:

پ) دی‌الکتریک‌ها بر دو نوع‌اند:

۱) قطبی مانند آب ۲) غیرقطبی مانند بنزن اما همهٔ آن‌ها باید نارسانا باشند.

ت) این رابطه فقط برای خازن‌های تخت برقرار است و برای خازن‌های دیگر مثل کروی و استوانه‌ای، صادق نیست، اما در همهٔ خازن‌ها می‌توان از رابطهٔ $\frac{Q}{V}$، ظرفیت خازن را یافت.

۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون V و q معلوم‌اند، ابتدا با استفاده از رابطهٔ $C=\frac{q}{V}$، ظرفیت خازن را به دست میآوریم. دقت کنید، پیکو = $۱۰^{-۱۲}$ است.

$$C=\frac{q}{V}\xrightarrow[V=۲۰V]{q=۱۸۰\text{pC}=۱۸۰\times۱۰^{-۱۲}C} C=\frac{۱۸۰\times۱۰^{-۱۲}}{۲۰}\Rightarrow C=۹\times۱۰^{-۱۲}F$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ $C=\kappa\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}$، فاصلهٔ بین دو صفحهٔ خازن را که برابر ضخامت دی‌الکتریک است، حساب می‌کنیم.

$$C=\kappa\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}\xrightarrow[\varepsilon_{۰}=۹\times۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m},C=۹\times۱۰^{-۱۲}F]{\kappa=۱۰\ ,\ A=۰/۹\text{cm}^{۲}\times۱۰^{-۴}=۹\times۱۰^{-۵}m^{۲}}$$

$$۹\times۱۰^{-۱۲}=۱۰\times۹\times۱۰^{-۱۲}\times\frac{۹\times۱۰^{-۵}}{d}\Rightarrow d=۹\times۱۰^{-۴}m\xrightarrow{۱m=۱۰^{۳}\text{mm}} d=۰/۹\ \text{mm}$$

۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار، نسبت ظرفیت این دو خازن در حالت اول برابر است با:

$$Q=\text{CV}\Rightarrow\frac{Q_B}{Q_A}=\frac{C_B}{C_A}\times\frac{V_B}{V_A}\Rightarrow ۱=\frac{C_B}{C_A}\times\frac{۱۲}{۸}\Rightarrow\frac{C_B}{C_A}=\frac{۲}{۳}\ (۱)$$

مساحت هریک از صفحات خازن B، ۲۰ درصد افزایش یافته و مقدار آن ۱/۲ مقدار اولیه می‌شود. فاصله‌ی بین صفحات آن نیز ۲۰ درصد کاهش یافته و مقدار آن ۰/۸ مقدار اولیه می‌شود، از طرفی، دی‌الکتریک بین صفحات آن‌را نیز خارج می‌کنیم تا بین صفحات آن هوا قرار گیرد. با اعمال این تغییرات در خازن B، داریم:

$$C=\text{k}\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}\Rightarrow\frac{C'_B}{C_B}=\frac{k'}{k}\times\frac{A'}{A}\times\frac{d}{d'}\Rightarrow\frac{C'_B}{C_B}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۱/۲A}{A}\times\frac{d}{۰/۸d}\Rightarrow\frac{C'_B}{C_B}=\frac{۳}{۴}\ (۲)$$

و در انتها برای مقایسه‌ی ظرفیت نهایی خازن B و ظرفیت خازن A داریم:

$$\xrightarrow{(۱),(۲)}\frac{C'_B}{C_A}=\frac{\frac{۳}{۴}C_B}{C_A}=\frac{۳}{۴}\times\frac{۲}{۳}=\frac{۱}{۲}$$

۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هر نورون را می‌توان مثل یک خازن تخت مدل‌سازی کرد که در آن میدان الکتریکی یک‌نواخت ایجاد شود، در نتیجه داریم:

$$V=\text{Ed}=۴/۸\times۱۰^{۶}\times۱۰\times۱۰^{-۹}=۴/۸\times۱۰^{-۲}V$$

$$C=\kappa\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}=۳\times۱۰^{-۱۱}\times\frac{۱۰۰\times۱۰^{-۱۲}}{۱۰\times۱۰^{-۹}}=۳\times۱۰^{-۱۳}F$$

$$Q=\text{CV}\xrightarrow{Q=\text{ne}}\text{ne}=\text{CV}\Rightarrow n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}=۳\times۱۰^{-۱۳}\times۴/۸\times۱۰^{-۲}\Rightarrow n=۹\times۱۰^{۴}$$

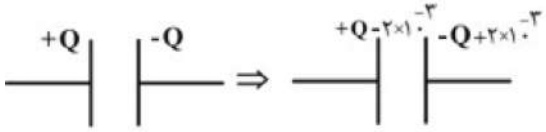
۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا قدرت دی‌الکتریک را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{فروریزش}} = E_{\text{فروریزش}} \times d \xrightarrow{V_{\text{فروریزش}}=۶۰۰۰\text{V}=۶\text{kV}} E_{\text{فروریزش}} = \frac{۶}{۱/۲} = ۵\ \frac{\text{kV}}{\text{mm}}$$

$$q = \text{CV} \xrightarrow{V=\text{Ed}} q = \text{CEd} \xrightarrow[d=۳/۶\ \text{mm},C=۵۰\mu\text{F}]{E_{\text{فروریزش}}=۵\ \frac{\text{kV}}{\text{mm}}=۵۰۰۰\ \frac{V}{\text{mm}}}$$

$$q_{\text{بیشینه}} = ۵۰\times۱۰^{-۶} \times ۵۰۰۰ \times ۳/۶ = ۰/۹\ C$$

۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که $+۲\text{mC}$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی مثبت یک خازن باردار جدا کرده و به صفحه‌ی منفی آن منتقل می‌کنیم، اندازه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده در خازن ۲mC کاهش می‌یابد و بنابراین انرژی ذخیره شده در خازن کاهش خواهد یافت.



با استفاده از رابطه‌ی ذخیره شده در خازن می‌توان نوشت:

$$U = \frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C} \Rightarrow \Delta\text{U} = \frac{۱}{۲\text{C}}\left(Q_۲^{\ ۲} - Q_۱^{\ ۲}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta\text{U} = \frac{۱}{۲\text{C}}(Q_۲ - Q_۱)(Q_۲ + Q_۱) \xrightarrow[Q_۲=Q_۱-۲\times۱۰^{-۳}]{U_۲-U_۱=-۱\text{J}}$$

$$\Rightarrow -۱ = \frac{۱}{۲\times۴\times۱۰^{-۶}} \times (-۲\times۱۰^{-۳})(Q_۱ - ۲\times۱۰^{-۳} + Q_۱)$$

$$\Rightarrow ۴\times۱۰^{-۳} = ۲Q_۱ - ۲\times۱۰^{-۳} \Rightarrow Q_۱ = ۳\times۱۰^{-۳}\ C = ۳\text{mC}$$

۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون کار انجام می‌شود و انرژی مصرف می‌شود، بنابراین انرژی خازن پس از انتقال بار افزایش می‌یابد، بنابراین:

$$U_۲ - U_۱ = ۹۶\mu\text{J}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_۲^{\ ۲}}{۲C} - \frac{Q_۱^{\ ۲}}{۲C} = ۹۶ \xrightarrow[Q_۲=Q_۱+۴]{C=۸۰\mu\text{F}} \frac{(Q_۱ + ۴)^۲}{۱۶۰} - \frac{Q_۱^{\ ۲}}{۱۶۰} = ۹۶$$

$$\Rightarrow (Q_۱ + ۴)^۲ - Q_۱^{\ ۲} = ۹۶\times۱۶۰ = ۱۵۳۶۰$$

$$\Rightarrow Q_۱^{\ ۲} + ۸Q_۱ + ۱۶ - Q_۱^{\ ۲} = ۱۵۳۶۰ \Rightarrow ۸Q_۱ = ۱۵۳۴۴ \Rightarrow Q_۱ = ۱۹۱۸\ \mu\text{C} \approx ۱/۹\ \text{mC}$$

۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا ظرفیت خازن را برحسب میلی‌فاراد محاسبه می‌کنیم:

$$C = ۱۰\mu\text{F} \times \frac{۱۰^{-۶}\,F}{۱\,\mu\text{F}} \times \frac{۱\ \text{mF}}{۱۰^{-۳}\,F} = ۱۰^{-۲}\ \text{mF}$$

بار اولیهٔ خازن $Q_۱ = ۱۲\ \text{mC}$ است. اگر Q' را از صفحهٔ مثبت به منفی منتقل کنیم، بار نهایی خازن برابر $Q_۲ = ۱۲ + Q'\,(\text{mC})$ خواهد شد. طبق رابطهٔ انرژی خازن داریم:

$$U = \frac{Q^۲}{۲C} \Rightarrow \Delta U = \frac{۱}{۲C}\left(Q_۲^{\,۲} - Q_۱^{\,۲}\right) \xrightarrow[Q_۲=(۱۲+Q')\ \text{mC}]{\Delta U = ۱۲۵۰\ \text{mJ}}$$

$$۱۲۵۰ = \frac{۱}{۲\times۱۰^{-۲}}\left((۱۲+Q')^۲ - ۱۲^۲\right) \Rightarrow ۱۲۵۰\times۲\times۱۰^{-۲} = Q'(۲۴+Q')$$

$$\Rightarrow Q'(۲۴+Q') = ۲۵ \Rightarrow Q'^۲ + ۲۴Q' - ۲۵ = ۰ \Rightarrow (Q'+۲۵)(Q'-۱) = ۰ \Rightarrow \begin{cases} Q' = -۲۵\ \text{mC} & \text{غ ق ق} \\ Q' = ۱\ \text{mC} & \text{ق ق} \end{cases}$$

۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در حالت اول که خازن به مولد متصل است و دی‌الکتریک را بین صفحات آن قرار می‌دهیم، داریم:

$$U = \frac{۱}{۲}\text{CV}^۲ \xrightarrow{C\ \text{دو برابر}} \frac{U'}{U} = ۲$$

در حالتی‌که خازن از مولد جدا می‌شود و دی‌الکتریک را از بین صفحات آن خارج می‌کنیم، داریم:

$$U = \frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C} \xrightarrow{C\ \text{نصف می شود}} \frac{U''}{U'} = ۲ \Rightarrow U'' = ۲\times۲U \Rightarrow U'' = ۴U$$

۱۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

انرژی ذخیره شده در خازن از رابطهٔ $U = \frac{۱}{۲}\text{CV}^۲$ به‌دست می‌آید:

$$۷/۲\times۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲}\times C\times۳۶\times۱۰^{۶} \Rightarrow C = ۰/۴\times۱۰^{-۹}\,F = ۴\times۱۰^{-۱۰}\,F = ۴۰۰\text{pF}$$

۱۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای کاهش انرژی خازن باید بار الکتریکی روی صفحات خازن کاهش یابد، بنابراین باید بار منفی را از صفحه‌ی منفی خازن برداشت و به صفحه‌ی مثبت خازن منتقل کرد تا بار خازن کم شود، بنابراین:

$$U_۱ - U_۲ = ۴$$

$$\Rightarrow \frac{Q_۱^{\,۲}}{۲\text{C}} - \frac{Q_۲^{\,۲}}{۲\text{C}} = ۴ \Rightarrow \frac{(۲۰)^۲}{۲\times۱۸} - \frac{Q_۲^{\,۲}}{۲\times۱۸} = ۴$$

$$\Rightarrow \frac{Q_۲^{\,۲}}{۳۶} = \frac{۲۰۰}{۱۸} - ۴ = \frac{۱۲۸}{۱۸} \Rightarrow Q_۲^{\,۲} = ۲۵۶ \Rightarrow Q_۲ = ۱۶\mu\text{C}$$

بنابراین:

$$\frac{\Delta Q}{Q_۱}\times۱۰۰ = \frac{۱۶-۲۰}{۲۰}\times۱۰۰ = -\frac{۲}{۱۰}\times۱۰۰ = \%-۲۰$$

۱۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$U=\frac{۱}{۲}\mathrm{cv}^{۲}=\frac{۱}{۲}\times۴۵۰\times۱۰^{-۶}\times۴\times۱۰^{۴}=۹J$$

$$P=\frac{U}{t}=\frac{۹}{\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۳}}=۱۸\times۱۰^{-۳}w=۱۸\,\mathrm{kW}$$

۱۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هنگامی که یک خازن را از باتری جدا می‌کنیم، بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند و تغییرات انرژی آن با تغییرات ظرفیت رابطه‌ی عکس خواهد داشت.

$$\begin{cases}U=\frac{q^{۲}}{۲\mathrm{C}}\xrightarrow{q\text{ ثابت}}\frac{U_{۲}}{U_{۱}}=\frac{C_{۱}}{C_{۲}}\\ C=\mathrm{k}\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}\Rightarrow\frac{C_{۱}}{C_{۲}}=\frac{d_{۲}}{d_{۱}}\end{cases}\Rightarrow\frac{U_{۲}}{U_{۱}}=\frac{d_{۲}}{d_{۱}}\Rightarrow\frac{\Delta\mathrm{U}}{U_{۱}}=\frac{\Delta\mathrm{d}}{d_{۱}}$$

با توجه به رابطه‌ی بالا اگر فاصله‌ی بین صفحات یک خازن تخت را ۲۰ درصد افزایش دهیم، انرژی ذخیره‌شده در خازن هم ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.

۱۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به کمک رابطه $U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}$ و توجه به نمودار، $C_A=۴C_B$ است. از طرف دیگر ظرفیت خازن تخت (مسطح) از رابطه $C=\kappa\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}$ به دست می‌آید:

$$\frac{C_A}{C_B}=\frac{k_A}{k_B}\Rightarrow۴=\frac{k_A}{۱۲}\Rightarrow k_A=۴۸$$

۱۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

به کمک $C=\mathrm{k}\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}$ و $U=\frac{۱}{۲}\,\mathrm{CV}^{۲}$، داریم:

$$\frac{C_{۲}}{C_{۱}}=\frac{A_{۲}}{A_{۱}}\xrightarrow{A_{۲}=\frac{۱}{۲}A_{۱}}C_{۲}=\frac{۱}{۲}C_{۱}\quad(I)$$

$$\frac{U_{۲}}{U_{۱}}=\frac{C_{۲}}{C_{۱}}\times\left(\frac{V_{۲}}{V_{۱}}\right)^{۲}\xrightarrow{(I)}\frac{U_{۲}}{۱۰۰}=\frac{۱}{۲}\times\left(\frac{۶۰}{۱۰۰}\right)^{۲}\rightarrow U_{۲}=۱۸\rightarrow$$

انرژی خازن ۸۲ درصد کاهش یافته است.

۱۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر باری منفی را از صفحه‌ی منفی خازن جدا کرده و به صفحه‌ی مثبت انتقال دهیم، در واقع بار و انرژی ذخیره شده‌ی خازن را کاهش داده‌ایم.

$$U=\frac{q_{۲}}{۲C}\Rightarrow U_{۲}-U_{۱}=-۲۸/۵\Rightarrow\frac{q_{۲}^{۲}}{۲C}-\frac{q_{۱}^{۲}}{۲C}=-۲۸/۵\Rightarrow\frac{(q_{۱}-۶)^{۲}}{۲(۱۲)}-\frac{q_{۱}^{۲}}{۲(۱۲)}=-۲۸/۵$$

$$\Rightarrow q_{۱}=۶۰\mu\mathrm{F}$$

اکنون برای اختلاف پتانسیل دو سر خازن در حالت اول، داریم:

$$V_{۱}=\frac{q_{۱}}{C}=\frac{۶۰}{۱۲}=۵V$$

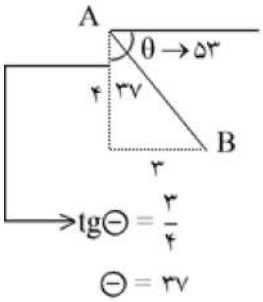
۱۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. میدان الکتریکی میان صفحات خازن برابر $E=\frac{V}{d}$ است. چون بار الکتریکی ذخیره‌شده روی صفحات مثبت و منفی خازن هم اندازه است، بنابراین میدان الکتریکی هر یک از صفحات برابر $\frac{E}{۲}=\frac{V}{۲\mathrm{d}}$ است که مجموع آن‌ها همان E می‌شود. از طرفی قدرمطلق بار ذخیره‌شده روی هر صفحه‌ی خازن برابر با $Q=\mathrm{CV}$ است، بنابراین:

$$F=\frac{E}{۲}|Q|=\frac{V}{۲\mathrm{d}}\times\mathrm{CV}\xrightarrow{C=\kappa\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}}F=\frac{\kappa\mathrm{A}\varepsilon_{۰}V^{۲}}{۲\mathrm{d}^{۲}}$$

۱۸ ابتدا اندازه میدان بین دو صفحه را به دست میآوریم:

$$E=\frac{\Delta\mathrm{V}}{d}=\frac{۱۲۰}{\frac{۱۰}{۱۰۰}}=۱۲۰۰\frac{N}{C}$$

سپس زاویه بین راستای میدان و جابه‌جایی را به دست میآوریم:



زاویه بین راستای میدان و جابه‌جایی

جابه‌جایی A تا B برابر است با:

$$\mathrm{AB}=\sqrt{۳^{۲}+۴^{۲}}=۵$$

$$\Delta\mathrm{V}=\mathrm{Ed}\,\mathrm{Cos}\,\theta=۱۲۰۰\times\frac{۵}{۱۰۰}\times\frac{۶}{۱۰}=\frac{۳۶۰۰۰}{۱۰۰۰}=۳۶V$$

۱۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ذره به حالت معلق قرار دارد، یعنی برایند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است، در نتیجه مطابق شکل برای خنثی کردن نیروی گرانش $(m\vec{g})$، جهت نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد و چون جهت میدان الکتریکی بین دو صفحه به سمت پایین است، پس علامت بار q باید منفی باشد، بر این اساس داریم:

$$\left|\vec{F}\right| = \left|m\vec{g}\right|$$

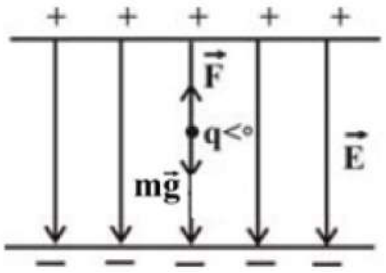
$$\Rightarrow E|q| = \mathrm{mg}$$

$$\Rightarrow \frac{V}{d}|q| = \mathrm{mg}$$

$$\Rightarrow |q| = \frac{\mathrm{mgd}}{V}$$

$$\Rightarrow |q| = \frac{(۱\times۱۰^{-۳})\times۱۰\times(۲\times۱۰^{-۲})}{۵۰۰} = \frac{۲}{۵}\times۱۰^{-۶}(C) = ۰/۴\mu\mathrm{C}$$

$$\xrightarrow{q<۰} q = -۰/۴\mu\mathrm{C}$$



۲۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق نمودار کمیت $a \propto \mathrm{V}$ و ثابت $b =$ و $c \propto \mathrm{V}^{۲}$ است.

بررسی رابطه‌ی کمیت‌های داده شده با تغییر اختلاف پتانسیل الکتریکی:

تغییر بار: $Q = \mathrm{CV} \Rightarrow Q \propto \mathrm{V}$

تغییر میدان: $E = \frac{V}{d} \Rightarrow E \propto \mathrm{V}$

تغییر انرژی پتانسیل: $U = \frac{۱}{۲}\mathrm{CV}^{۲} \Rightarrow U \propto \mathrm{V}^{۲}$

تغییر ظرفیت خازن: چون ظرفیت خازن تنها تابع مشخصات ساختاری خازن می‌باشد، ظرفیت خازن ثابت می‌ماند.

C = ثابت

۱	۱	**۲**	۳	۴
۲	**۱**	۲	۳	۴
۳	۱	**۲**	۳	۴
۴	۱	۲	**۳**	۴
۵	**۱**	۲	۳	۴
۶	۱	**۲**	۳	۴
۷	۱	۲	**۳**	۴
۸	۱	**۲**	۳	۴
۹	۱	۲	۳	**۴**
۱۰	۱	۲	۳	**۴**
۱۱	**۱**	۲	۳	۴
۱۲	۱	**۲**	۳	۴
۱۳	۱	**۲**	۳	۴
۱۴	۱	۲	**۳**	۴
۱۵	۱	۲	۳	**۴**
۱۶	**۱**	۲	۳	۴
۱۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۹	۱	**۲**	۳	۴
۲۰	۱	۲	۳	**۴**