

۱) یکای فاراد بر حسب یکاهای اصلی در SI در کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

۴ $\frac{A^2 s}{kgm}$

۳ $\frac{A^2 s^4}{kgm^2}$

۲ $\frac{kgm}{A^2 s}$

۱ $\frac{kgm^2}{A^2 s^4}$

۲) خازن تختی را پس از باردار شدن از منبع جدا می‌کنیم. اگر فاصله بین صفحات خازن را افزایش دهیم، چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

- الف) احتمال ایجاد نقش‌های لیچنبرگ کاهش می‌یابد.
ب) میدان الکتریکی بین صفحات خازن ثابت می‌ماند.
ج) انرژی پتانسیل ذخیره شده در خازن افزایش می‌یابد.
د) شیب نمودار بار برحسب ولتاژ دو سر خازن کاهش می‌یابد.

۴ ۰

۳ ۴

۲ ۳

۱ ۲

۳) اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازنی از ۱۰ ولت به ۲۰ ولت افزایش یابد، انرژی ذخیره شده در آن 1200 nJ افزایش می‌یابد. در طی این فرایند بار ذخیره شده در خازن چند کولن افزایش یافته است؟

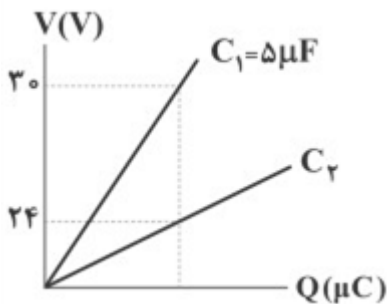
۴ 8×10^{-8}

۳ 12×10^{-5}

۲ 8×10^{-5}

۱ 12×10^{-8}

۴) نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازن‌های تخت C_1 , C_2 برحسب بار ذخیره‌شده روی صفحات آن‌ها، به صورت شکل زیر است. ظرفیت خازن C_2 چند میکروفاراد است؟



۴ $12/5$

۳ $6/25$

۲ $2/5$

۱ $6/5$

۵) کدامیک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- ۱) هنگامی که می‌گوییم بار الکتریکی یک خازن $40 \mu C$ است، یعنی بار یک صفحه‌ی خازن $40 \mu C$ و بار صفحه‌ی دیگر خازن $-40 \mu C$ است.
۲) فاراد، معادل کولن بر ولت است.
۳) یک خازن تا زمانی شارژ می‌شود که پتانسیل الکتریکی دو صفحه‌ی آن برابر شود.
۴) اگر خازن شارژ شده‌ای را از باتری جدا کنیم، تا هنگامی که آن را تخلیه نکنیم، بار ذخیره‌شده روی صفحات آن ثابت می‌ماند.

۶

چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح است؟

- الف) در میدانهای الکتریکی یکنواخت، هنگام جابهجایی عمود بر خطوط میدان، انرژی پتانسیل بار، ثابت است.
 ب) در راستای عمود بر خطوط همپتانسیل، انرژی پتانسیل بار تغییر می‌کند.
 ج) در میدانهای الکتریکی یکنواخت، تغییرات انرژی پتانسیل بار هنگامی که با سرعت ثابت در راستای میدان حرکت می‌کند، در بازه‌های زمانی یکسان، برابر است.
 د) در میدانهای الکتریکی غیریکنواخت، شتاب ناشی از میدان الکتریکی می‌تواند ثابت باشد.

۳ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۷

اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه یک خازن ۸ میکروفارادی، یک ولت تغییر کند، تعداد الکترونهای هر صفحه، چقدر تغییر می‌کند؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

2×10^{13} (۴)

5×10^{13} (۳)

2×10^{19} (۲)

5×10^{19} (۱)

۸

در کدامیک از موارد زیر از خازن استفاده نمی‌شود؟

دستگاه دفیبریلاتور (۲)

صفحه کلید رایانه (۱)

دیوهای گسیل‌کننده نور (LED) (۴)

فلاش دوربین (۳)

۹

چه تعداد از عبارتهای زیر نادرست است؟

- الف) یک خازن تا زمانی شارژ می‌شود که اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه آن با اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر شود.
 ب) یک فاراد، معادل یک کولن $\times$ ولت است.
 ج) ظرفیت یک خازن با بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات آن رابطه مستقیم دارد.
 د) کاهش اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه خازن، باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شود.
 هـ) اگر خازنی به باتری متصل بماند، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت می‌ماند.

۲ (۴)

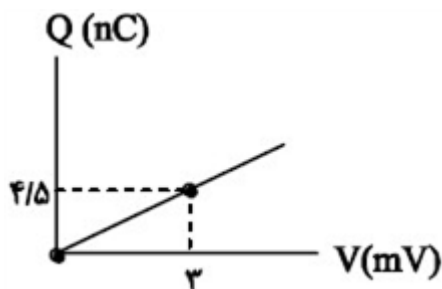
۳ (۳)

۱ (۲)

۴ (۱)

۱۰

نمودار مقدار بار الکتریکی ذخیره شده بر روی صفحه‌های یک خازن تخت که بین صفحه‌های آن هوا وجود دارد، برحسب اختلاف پتانسیل دو سر آن مطابق شکل زیر است. اگر بین صفحه‌های خازن را با دی‌الکتریکی با ثابت $\kappa = 3$ به طور کامل پر کنیم، ظرفیت خازن در این حالت چند میکروفاراد تغییر می‌کند؟



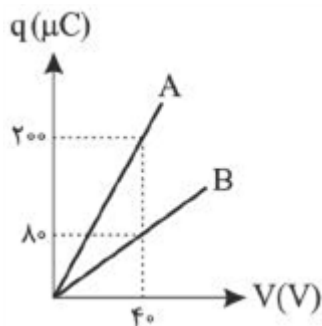
۶ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

۱۱) نمودار زیر بار ذخیره شده در دو خازن A و B برحسب ولتاژ دو سر آن‌ها را نشان می‌دهد. اگر سطح صفحه‌ها و دی‌الکتریک دو خازن یکسان باشد، فاصله صفحه‌های خازن B چند برابر فاصله صفحه‌های خازن A می‌باشد؟



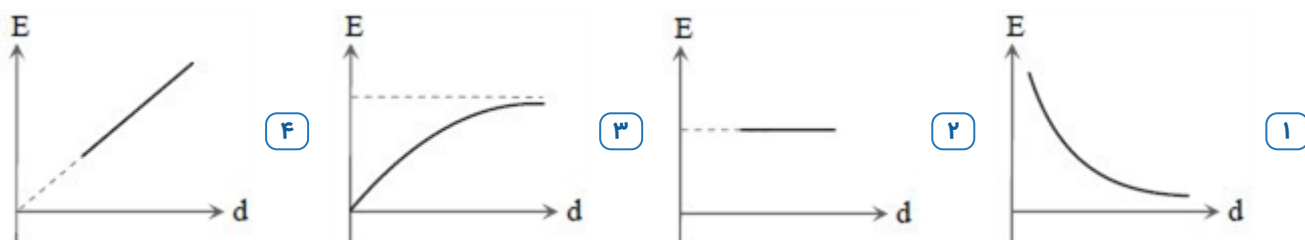
۳ (۴)

۲/۵ (۳)

۲ (۲)

۱/۵ (۱)

۱۲) خازنی تخت را به ولتاژ ثابتی وصل کرده و فاصله‌ی صفحات آن‌را به آرامی تغییر می‌دهیم. نمودار تغییرات میدان الکتریکی برحسب فاصله‌ی دو صفحه کدام گزینه است؟



(۴)

(۳)

(۲)

(۱)

۱۳) فاصله بین صفحات خازن تخت A، $\frac{1}{4}$ برابر فاصله بین صفحات خازن تخت B و مساحت صفحات آن، ۲ برابر مساحت صفحه‌های خازن B است و ظرفیت آن‌ها با هم برابر است. اگر بین صفحات خازن B با میکا به طور کامل پر شده باشد، طبق جدول مقابل، بین صفحات خازن A با چه ماده‌ای پر شده است؟

ماده	ثابت دی‌الکتریک
هوا	۱
پارافین	۲
کاغذ	۴
میکا	۸
آب ناخالص	۱۶

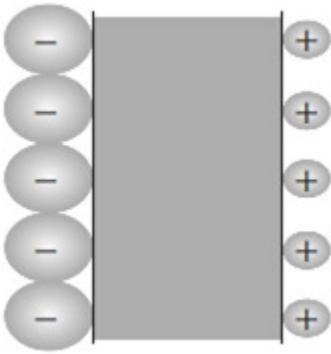
(۴) آب خالص

(۳) کاغذ

(۲) پارافین

(۱) هوا

- ۱۴) یک یاختهٔ عصبی را می‌توان با یک خازن مطابق شکل روبه‌رو مدل‌سازی کرد. اگر غشا دارای ثابت دی‌الکتریکی $\kappa = ۳$ ، ضخامت ۱۰ nm و مساحت $۱۰^{-۱۰} \text{ m}^2$ باشد، ظرفیت یک سلول عصبی و تعداد یون‌های لازم در هر طرف غشاء (با فرض آنکه هر یون یک بار یونیده باشد) ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \text{ C}$)



- ۱) $۱/۴۱ \times ۱۰^{-۱۳}$ و $۲/۶۶ \times ۱۰^{-۱۳}$ ۲) $۱/۴۱ \times ۱۰^{-۱۳}$ و $۲/۶۶ \times ۱۰^{-۱۳}$
 ۳) $۱/۴۱ \times ۱۰^{-۱۳}$ و $۲/۲۶ \times ۱۰^{-۱۳}$ ۴) $۱/۴۱ \times ۱۰^{-۱۳}$ و $۱/۱۶ \times ۱۰^{-۱۳}$

- ۱۵) 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 $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ به دست می‌آید.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

- ۱۶) خازن تختی با ظرفیت C ، که دی‌الکتریک آن هوا است، توسط باتری شارژ و از آن جدا شده است. اگر فاصله‌ی میان

صفحات این خازن را ۳ برابر و مساحت مؤثر صفحات این خازن را $\frac{۱}{۳}$ برابر نماییم و دی‌الکتریکی با ثابت $k = ۶$ را

میان صفحات آن وارد کنیم، به ترتیب (از راست به چپ) بزرگی میدان الکتریکی میان صفحات این خازن و چگالی سطحی بار الکتریکی بر روی هر صفحه‌ی خازن چند برابر می‌شود؟

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

- ۱۷) چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح هستند؟

الف) یک نرون را نمی‌توان با یک خازن مدل‌سازی کرد.

ب) پدیده‌ی فروریزش الکتریکی باعث تشکیل مسیرهای رسانش سرخسی در دی‌الکتریک خازن می‌شود.

ج) در فروریزش الکتریکی، تعدادی از الکترون‌های دی‌الکتریک از اتم‌ها کنده شده و مسیرهای رسانایی را درون دی‌الکتریک ایجاد می‌کنند.

د) بر روی یک خازن معمولاً ظرفیت آن نوشته نمی‌شود.

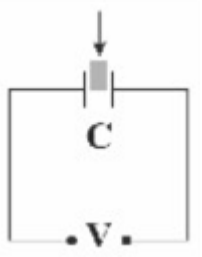
هـ) در یک میکروفون خازنی، با ارتعاش صفحه‌ی متحرک خازن بر اثر صدا، فاصله‌ی صفحه‌های خازن و در نتیجه ظرفیت خازن تغییر می‌کند.

- ۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۸ کدام عبارت درست است؟

- ۱ حضور دی‌الکتریک حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن را افزایش می‌دهد.
- ۲ با افزایش ولتاژ دو سر خازن، الکترون‌های اتم‌های ماده دی‌الکتریک کنده شده و مسیرهای رسانشی ایجاد می‌کنند.
- ۳ خازن‌ها معمولاً با مقدار ظرفیت آن‌ها و اختلاف پتانسیل بیشینه‌ای که می‌توانند تحمل کنند، مشخص می‌شوند.
- ۴ هر سه گزینه درست است.

۱۹ با قرار دادن دی‌الکتریک با ثابت K در بین صفحات خازن تخت C ، کدام کمیت فیزیکی k برابر نمی‌شود؟ (خازن به باتری متصل است.)



- ۱ ظرفیت خازن ۲ بار خازن ۳ ولتاژ دو سر خازن ۴ انرژی خازن
- ۲۰ ۴ ورقه عایق با ضخامت و ثابت دی‌الکتریک شیشه: 0.6 mm و $k = 5$ ، پلاستیک: 1 mm و $k = 8$ ، میکا: 0.5 mm و $k = 7$ و کاغذ پارافینی: 0.2 mm و $k = 3$ داریم. کدام یک را در بین دو صفحه فلزی بگذاریم تا خازن ساخته شده دارای بیش‌ترین ظرفیت باشد؟

- ۱ ورقه شیشه‌ای ۲ ورقه پلاستیکی ۳ ورقه میکا ۴ کاغذ پارافینی
- ۲۱ عایق بین صفحات یک خازن مسطح هواست، اگر بار ذخیره‌شده در خازن معادل با Q باشد و با ثابت نگه داشتن بار فاصله صفحات را دو برابر کنیم، انرژی خازن چند برابر می‌شود؟

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

۲۲ قرار دادن دی‌الکتریک در فضای خالی بین دو صفحه‌ی خازن تخت باردار باعث و می‌شود.

- ۱ قطبیده شدن اتم‌های دی‌الکتریک - تقویت میدان الکتریکی - افزایش ظرفیت خازن
- ۲ تقویت میدان الکتریکی - کاهش ظرفیت خازن - تخلیه‌ی خازن الکتریکی
- ۳ کاهش ظرفیت خازن - افزایش ولتاژ خازن - افزایش بار الکتریکی
- ۴ افزایش بار الکتریکی - قطبیده شدن اتم‌های دی‌الکتریک - ضعیف شدن میدان الکتریکی
- ۲۳ خازن شارژ شده‌ای را از باتری جدا کرده، فاصله‌ی میان دو صفحه‌ی آن را نصف می‌کنیم. کدام صحیح است؟

- ۱ اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه تغییر نمی‌کند.
- ۲ انرژی خازن تغییر نمی‌کند.
- ۳ انرژی خازن دو برابر می‌شود.
- ۴ اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه دو برابر می‌شود.

۲۴) بار الکتریکی نامشخص A بارهای الکتریکی B و C را دفع و بارهای الکتریکی D و E را جذب می‌کند. اگر بار الکتریکی E منفی باشد، چه تعداد از این پنج بار الکتریکی الزاماً مثبت می‌باشد؟

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۵) اگر یکی از صفحات خازن تختی به ظرفیت $36 \mu F$ را از وسط 90° به بیرون خم کنیم و فضای بین دو صفحه را با عایق دی‌الکتریک $k = 4$ پر کنیم، ظرفیت خازن چند μF تغییر می‌کند؟ (در ابتدا بین صفحات خازن هوا بوده است.)

- ۱) ۷۲ ۲) ۳۶ ۳) ۱۰۸ ۴) ۵۴

۲۶) دو سر خازنی با صفحات موازی به باتری وصل است و بین دو صفحه هوا است. اگر در همین حال فاصله بین دو صفحه را ۷۵ درصد کاهش دهیم بار الکتریکی خازن چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱) ۳ برابر می‌شود. ۲) ۴ برابر می‌شود.
۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۷۵ درصد افزایش می‌یابد.

۲۷) فاصله بین صفحات خازن تختی از جنس برنج، با دی‌الکتریک به ثابت ۲ پر شده است. اگر فاصله بین صفحات و مساحت آن‌ها به ترتیب 3 mm و 800 cm^2 باشد، با افزایش دمای $F = 180^\circ$ ، ظرفیت خازن چند pF تغییر می‌کند؟
 $\alpha_{\text{برنج}} = 2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ، $\epsilon_r = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$ و فاصله بین صفحات ثابت می‌ماند.

- ۱) ۰/۹۶ ۲) ۱/۹۲ ۳) ۲/۰۲ ۴) ۴/۰۴

۲۸) فاصله بین صفحات خازنی 5 mm و مساحت هر یک از صفحه‌های آن 40 cm^2 و بین صفحات آن از یک دی‌الکتریک با ثابت ۵ استفاده شده است. اگر فاصله بین صفحات 3 mm کاهش یابد و بین صفحات هوا باشد، در آن صورت ظرفیت خازن چند پیکوفاراد و چگونه تغییر می‌کند؟
 $\epsilon_r = 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$

- ۱) ۳۶، افزایش ۲) ۱۸، افزایش ۳) ۳۶، کاهش ۴) ۱۸، کاهش

۲۹) مساحت سطح مشترک صفحات یک خازن تخت را که بین صفحات آن هواست، ۲۰ درصد افزایش داده و فاصله بین صفحات را نصف می‌کنیم. اگر عایقی به ثابت دی‌الکتریک ۶ بین صفحات خازن قرار دهیم، ظرفیت خازن $67 \mu F$ تغییر می‌کند. ظرفیت اولیه خازن چند میکروفاراد بوده است؟

- ۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۱۰

۳۰) خازن تختی به یک باتری وصل است. اگر در این حالت، فاصله بین صفحات خازن را ۴ برابر کنیم، برا ذخیره شده در خازن $12 \mu C$ تغییر می‌کند. بار نهایی خازن چند میکروکولن است؟

- ۱) ۳۶ ۲) ۲/۴ ۳) ۶۰ ۴) ۴

۳۱) یک خازن تخت پس از شارژ شدن از باتری جدا می‌شود. اگر در این حالت فاصله بین صفحه‌های خازن را دو برابر کنیم، کدامیک از موارد زیر درست است؟

- الف) ظرفیت خازن نصف می‌شود.
ب) اندازه اختلاف پتانسیل دو سر خازن دو برابر می‌شود.
ج) اندازه میدان الکتریکی بین صفحات خازن دو برابر می‌شود.
د) انرژی ذخیره شده در خازن نصف می‌شود.

- ۱) الف - ج ۲) الف - ب ۳) ب - ج - د ۴) الف - د

۳۲ در حالتی که دو سر یک خازن به یک باتری متصل است، فضای خالی بین دو صفحه آن را با عایق کاغذی پر می‌کنیم. کدامیک از موارد ثابت می‌ماند؟

- ۱ بار صفحات
۲ اندازه میدان الکتریکی بین صفحات
۳ انرژی ذخیره شده در خازن
۴ ظرفیت خازن

۳۳ دو صفحه خازن را که به یک باطری متصل است از یکدیگر دور می‌کنیم. چه تغییری ایجاد می‌شود؟

- ۱ بار الکتریکی خازن بیشتر می‌شود.
۲ بار الکتریکی، کمتر می‌شود.
۳ بار الکتریکی خازن ثابت می‌ماند.
۴ ظرفیت خازن بیشتر می‌شود.

۳۴ یک خازن تخت با صفحات مربعی به ضلع A داریم و فاصله بین دو صفحه d است. اگر ابعاد صفحات را نصف کنیم و فاصله دو صفحه را دو برابر و دی‌الکتریک به ضریب ۳ بین صفحات قرار دهیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

- ۱ $\frac{8}{3}$
۲ $\frac{3}{4}$
۳ $\frac{3}{8}$
۴ $\frac{4}{3}$

۳۵ خازن شارژشده‌ای که دی‌الکتریک آن هوا است را از مولد جدا کرده و سپس فاصله صفحات خازن را ۲۰ درصد کم می‌کنیم. میدان الکتریکی میان صفحات خازن و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه

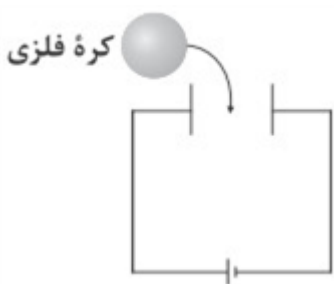
- ۱ ثابت - ثابت
۲ ثابت - ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
۳ ۲۰ درصد کاهش - ثابت می‌ماند.
۴ ۲۵ درصد افزایش - ۲۵ درصد افزایش می‌یابد.

۳۶ کدامیک از عبارتهای زیر، در مورد شارژ شدن خازن نادریست هستند؟
الف) کار انجام‌شده برای جابه‌جایی بارهای الکتریکی به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی بین صفحات خازن ذخیره می‌شود.

ب) اگر خازن شارژشده‌ای را از باتری جدا کنیم، بار الکتریکی ذخیره‌شده روی صفحات خازن، ثابت می‌ماند.
ج) هنگام شارژ شدن خازن، با افزایش بار الکتریکی ذخیره‌شده روی صفحات خازن، ظرفیت آن افزایش می‌یابد.
د) هنگام شارژ شدن خازن با گذشت زمان، برای انتقال بارهای الکتریکی به صفحات خازن، کار کم‌تری انجام می‌شود.

- ۱ «الف»، «ب» و «ج»
۲ «ب» و «ج»
۳ «ج» و «د»
۴ «الف» و «د»

۳۷ مطابق شکل زیر، خازن تختی به یک باتری متصل است. اگر یک کره فلزی را بین صفحات خازن وارد کنیم، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان صفحات خازن و ظرفیت خازن می‌یابد.



- ۱ کاهش - کاهش
۲ ثابت می‌ماند - کاهش
۳ کاهش - افزایش
۴ ثابت می‌ماند - افزایش

۳۸ اگر ولتاژ دو سر خازنی را ۴ برابر و مساحت صفحات خازن را $\frac{1}{4}$ و فاصله صفحات خازن را $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه کنیم، بار الکتریکی روی صفحات چند برابر می‌شود؟

- ۱ ۳
۲ ۶
۳ $\frac{5}{2}$
۴ $\frac{2}{5}$

۳۹) خازن شارژ شده‌ای را از مولد جدا می‌کنیم و در حالتی که بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند، عایقی که بین صفحات خازن را پر کرده، خارج می‌کنیم. اگر ثابت دی‌الکتریک عایق $k = 2$ باشد، ظرفیت اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن و انرژی آن به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

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

۴۰) کدام گزینه درباره‌ی خازن نادرست است؟

- ۱) در حضور میدان الکتریکی، مولکول‌های قطبی می‌کوشند تا خود را در جهت میدان الکتریکی خارجی هم‌ردیف کنند.
 ۲) دی‌الکتریک‌ها دو نوع قطبی و غیرقطبی هستند.
 ۳) وقتی در یک صفحه‌ی خازن بار $+\frac{Q}{4}$ و در صفحه‌ی مقابل بار $-\frac{Q}{4}$ قرار دارد، بار الکتریکی خازن به اندازه‌ی Q است.
 ۴) اگر فاصله‌ی صفحات یک خازن را ۴ برابر و ولتاژ دو سر آن را دو برابر کنیم، ظرفیت آن ۷۵ درصد کاهش می‌یابد.

۴۱) یک خازن تخت به باتری بسته شده است تا باردار شود. اگر فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن را دو برابر کنیم، چه تعداد از موارد زیر درست است؟
 الف) میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود.
 ب) اختلاف پتانسیل بین صفحه‌ها نصف می‌شود.
 ج) ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.
 د) بار روی صفحه‌ها تغییر نمی‌کند.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۲) یک خازن تخت که فاقد دی‌الکتریک است، به یک مولد آرمانی متصل و شارژ شده است. چه تعداد از موارد زیر در مورد آن صحیح است؟
 الف) اگر خازن را از مولد جدا کنیم و درون آن دی‌الکتریک قرار دهیم، میدان الکتریکی درون خازن افزایش می‌یابد.
 ب) اگر خازن را از مولد جدا کنیم و فاصله‌ی بین صفحات آن را افزایش دهیم، انرژی ذخیره شده در خازن افزایش می‌یابد.
 پ) در صورتی که خازن به مولد وصل است، اگر فاصله‌ی بین صفحات آن را کاهش دهیم، انرژی ذخیره شده در خازن کاهش می‌یابد.
 ت) در صورتی که خازن به مولد وصل است، اگر درون آن دی‌الکتریک قرار دهیم، میدان الکتریکی درون خازن ثابت می‌ماند.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۳) خازنی با ظرفیت C را به یک باتری با اختلاف پتانسیل V وصل کرده‌ایم. اگر بدون این که خازن را از باتری جدا کنیم، فاصله‌ی صفحات را دو برابر و دی‌الکتریک با ثابت ۳ را بین صفحات وارد کنیم:

۱) اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن تغییر نمی‌کند و انرژی خازن $\frac{2}{3}$ برابر می‌شود.

۲) بار ذخیره شده در خازن تغییر نمی‌کند و ظرفیت آن $\frac{3}{4}$ برابر می‌شود.

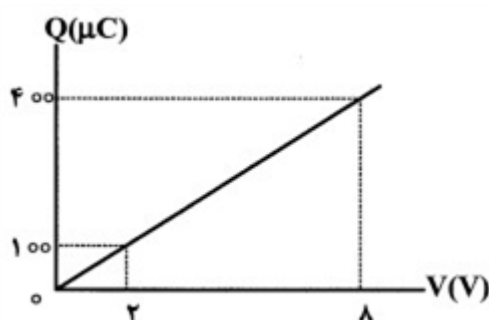
۳) اختلاف پتانسیل دو سر خازن تغییری نمی‌کند و ظرفیت آن $\frac{3}{4}$ برابر می‌شود.

۴) بار ذخیره شده در خازن تغییری نمی‌کند و انرژی خازن ۶ برابر می‌شود.

۴۴ دو صفحهٔ باردار یک خازن تخت را که بین آن‌ها هواست، به ولت‌سنج ایده‌آلی وصل می‌کنیم. با وارد کردن دی‌الکتریک در بین صفحه‌ها، چه اتفاقی می‌افتد؟

- ۱ کاهش اختلاف پتانسیل - افزایش ظرفیت خازن
- ۲ کاهش اختلاف پتانسیل - افزایش بارهای صفحات خازن
- ۳ افزایش اختلاف پتانسیل - کاهش ظرفیت خازن
- ۴ افزایش اختلاف پتانسیل - کاهش بارهای صفحات خازن

۴۵ نمودار بار الکتریکی خازن تختی برحسب ولتاژ بین دو صفحهٔ آن به صورت شکل روبه‌رو است. اگر فاصلهٔ بین صفحات این خازن را نصف کنیم، ظرفیت آن چند میکروفراد می‌شود؟



- ۱ ۱۰
- ۲ ۲۰
- ۳ ۱۰۰
- ۴ ۸۰

۴۶ اگر خازنی تخت را که عایق آن هوا است با مولدی شارژ کنیم، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات آن $8000 \frac{V}{m}$ می‌شود. اگر پس از جدا کردن خازن از مولد با عایقی به ثابت دی‌الکتریک ۵ فضای بین صفحات را پر کنیم، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱ $6400 \frac{V}{m}$ کاهش می‌یابد.
- ۲ $6400 \frac{V}{m}$ افزایش می‌یابد.
- ۳ $1600 \frac{V}{m}$ افزایش می‌یابد.
- ۴ $1600 \frac{V}{m}$ کاهش می‌یابد.

۴۷ صفحه‌های باردار یک خازن تخت بدون دی‌الکتریک که از باتری جدا شده است را به ولت‌سنج وصل می‌کنیم. با وارد کردن یک دی‌الکتریک با ثابت $k = 4$ در بین صفحات، مقداری که ولت‌سنج نشان می‌دهد، $30V$ کاهش می‌یابد. در این حالت، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

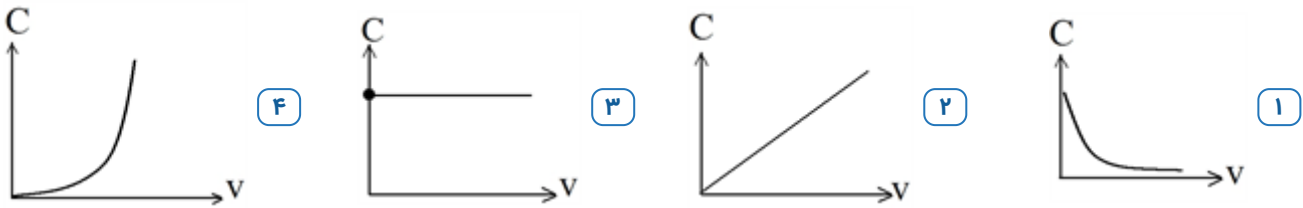
- ۱ ۵
- ۲ ۱۰
- ۳ ۱۵
- ۴ ۲۰

۴۸ کدام گزینه جای خالی عبارت زیر را با توجه به پدیده فروریزش کامل می‌کند؟
«وقتی دی‌الکتریک در میدان الکتریکی قرار می‌گیرد، تأثیر میدان الکتریکی بر اتم باعث می‌شود که ابر الکترونی و هسته میدان الکتریکی جابه‌جا شود.»

- ۱ در جهت - در جهت
- ۲ خلاف جهت - خلاف جهت
- ۳ خلاف جهت - در جهت
- ۴ در جهت - خلاف جهت

۴۹

اختلاف پتانسیل دو سر خازن تختی را از صفر تا مقداری که در آن فروریزش رخ نمی‌دهد، افزایش می‌دهیم. کدام نمودار تغییرات ظرفیت خازن را برحسب اختلاف پتانسیل دو سر آن به درستی نشان می‌دهد؟



۵۰

در ساخت فلاش یک دوربین عکاسی قدیمی، خازنی تخت به کار رفته که از صفحه‌هایی فلزی به مساحت 200 cm^2 ساخته شده که فاصله $0.1 / 0$ میلی‌متری بین آن‌ها از عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۱۵ پر شده است. اگر این خازن با اختلاف پتانسیل الکتریکی ۲۰۰ ولت شارژ شود و سپس در مدت $3 / 0$ ms به طور کامل تخلیه شود، توان خروجی فلاش دوربین چند وات است؟

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

۱۸ (۴)

۳۶۰ (۳)

۳۶ (۲)

۱۸۰ (۱)

۵۱

چه تعداد از گزاره‌های زیر صحیح است؟

الف) حضور دی‌الکتریک در خازن، احتمال فروریزش الکتریکی را افزایش می‌دهد.

ب) فروریزش الکتریکی باعث ایجاد مسیرهای رسانشی سرخس شکلی در دی‌الکتریک می‌شود.

پ) در فروریزش الکتریکی، تعدادی از الکترون‌های اتم‌های ماده دی‌الکتریک کنده شده و مسیرهای رسانایی را درون آن ایجاد می‌کند.

ت) دو خازن مشابه A و B را که توسط دو مولد یکسان باردار شده‌اند، از مولدهایشان جدا می‌کنیم و سپس فاصله بین صفحات خازن B را نصف می‌کنیم. اگر صفحات هر دو خازن را به هم متصل کنیم، جرقه حاصل از خازن B ضعیف‌تر از جرقه حاصل از خازن A می‌شود.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

۵۲

در یک سلول عصبی، تعداد یون‌های مثبت لازم (با فرض آن‌که هر یون یک بار یونیده باشد) برای آن‌که میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $4 / 8 \frac{MV}{m}$ داخل غشا ایجاد شود، کدام است؟ (فرض کنید غشا دارای ثابت دی‌الکتریک

$\kappa = 3$ ، ضخامت 10 nm و مساحت سطح $100 \mu\text{m}^2$ است، $\epsilon_0 = 10^{-11} \frac{F}{m}$ و $e = 1 / 6 \times 10^{-19} C$ می‌باشد).

9×10^6 (۴)

9×10^4 (۳)

3×10^6 (۲)

3×10^4 (۱)

۵۳

کدام گزینه درست است؟

۱) وقتی خازنی به مولد وصل باشد با نصف کردن فاصله بین صفحات خازن، انرژی ذخیره شده ۴ برابر می‌شود.

۲) رسوب‌دهنده‌های الکتروستاتیکی براساس نیروی وزن ذرات، تعادل ایجاد می‌کنند.

۳) وقتی داخل خازن، مسیر رسانا ایجاد شود، می‌گوییم خازن فروریزش کرده است.

۴) وجود دی‌الکتریک باعث کاهش ظرفیت خازن می‌شود.

۵۴

اگر اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی خازن از حد مجاز آن، که معمولاً روی بدنه‌ی خازن می‌نویسند، بیش‌تر شود درون دی‌الکتریک بین دو صفحه‌ی رسانا، پدیده‌ی رخ می‌دهد.

فروریزش الکتریکی (۴)

القای الکتریکی (۳)

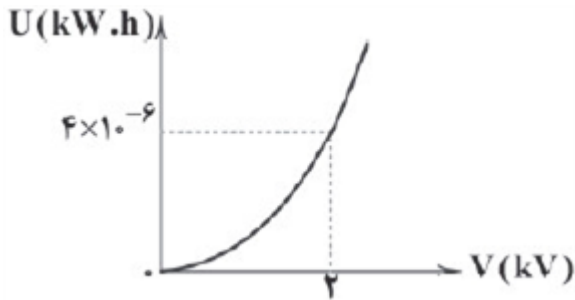
تخلیه شدن خازن (۲)

شارژ شدن خازن (۱)

۵۵ دو سر خازن مسطح بدون دی الکتریکی را به یک باتری متصل می‌کنیم تا کاملاً پر شود. انرژی ذخیره شده در خازن U است. اگر در همین حالت فاصله میان صفحه‌های خازن را (بدون اتصال صفحه‌های آن) $\frac{1}{3}$ برابر کنیم، انرژی ذخیره شده در آن U_1 می‌شود. اما اگر خازن اولیه را از باتری جدا کنیم و سپس فاصله میان صفحه‌های آن را با دی الکتریکی به ضریب ۵ پر کنیم، انرژی ذخیره شده در آن به U_2 می‌رسد. نسبت $\frac{U_2}{U_1}$ کدام است؟

- ۱ $\frac{5}{3}$ ۲ $\frac{3}{5}$ ۳ $\frac{1}{15}$ ۴ ۱۵

۵۶ نمودار انرژی الکتریکی ذخیره شده در یک خازن برحسب ولتاژ دو سر آن، به صورت داده شده است، ظرفیت این خازن چند پیکوفاراد است؟



- ۱ $3/6 \times 10^{-6}$ ۲ $7/2 \times 10^{-6}$ ۳ $3/6 \times 10^{-5}$ ۴ $7/2 \times 10^{-5}$

۵۷ کدامیک از جملات زیر در مورد خازن‌ها نادرست است؟

- ۱ خازن وسیله‌ای است که بار و انرژی الکتریکی را ذخیره می‌کند.
- ۲ خازن‌ها در فلاش دوربین عکاسی، برخی از میکروفون‌ها، برخی از صفحه کلیدهای رایانه، حسگر کیسه‌ی هوای برخی از خودروها و در دستگاه دفیبریلاتور کاربرد دارند.
- ۳ اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو صفحه‌ی یک خازن از حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن کمتر شود، خازن دچار فروریزش الکتریکی می‌شود.
- ۴ ظرفیت یک خازن به اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن بستگی ندارد.

۵۸ کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد خازن‌ها نادرست است؟

- ۱ وجود دی‌الکتریک در خازن، باعث کاهش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن می‌شود.
- ۲ اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو صفحه‌ی خازن به اندازه‌ی کافی زیاد شود، تعدادی از الکترون‌های اتم‌های ماده‌ی دی‌الکتریک توسط میدان الکتریکی بین دو صفحه کنده می‌شود.
- ۳ هنگامی‌که فروریزش الکتریکی در یک خازن رخ می‌دهد، مسیرهای رسانشی سرخسی شکلی در دی‌الکتریک ایجاد می‌شود.
- ۴ فروریزش الکتریکی با ایجاد یک جرقه همراه است و در بیش‌تر مواقع خازن را می‌سوزاند.

۵۹ چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد نقش‌های لیچنبرگ درست است؟

- الف- هنگام فروریزش تشکیل می‌شود.
- ب- هنگامی که دی‌الکتریک رسانا باشد تشکیل می‌شود.
- پ- پس از تشکیل قطعاً خازن می‌سوزد.
- ت- هنگام تشکیل مسیرهای رسانشی در دی‌الکتریک ایجاد می‌شود.

- ۱ صفر ۲ ۱ ۳ ۲ ۴ ۳

۶۰ چه تعداد از جمله‌های زیر صحیح است؟

الف- هرچه ظرفیت خازن بیش‌تر باشد، مقدار پتانسیل فروریزش آن نیز بیش‌تر است.

ب- ثابت دی‌الکتریک‌های مایع معمولاً از ثابت دی‌الکتریک‌های گازی بزرگ‌تر است.

پ- یکای قدرت (استقامت) دی‌الکتریک در SI، ولت بر متر $\left(\frac{V}{m}\right)$ است.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) هیچ‌کدام

۶۱ در خازن تختی که فاصله‌ی بین صفحات آن ۲ cm است، از شیشه‌ای به ضخامت ۲ cm به عنوان دی‌الکتریک استفاده شده است. اگر مساحت صفحات این خازن ۱۰ cm^۲ باشد، حداکثر چند ژول انرژی الکتریکی می‌توان در این خازن ذخیره کرد؟ $\left(\frac{C^2}{Nm^2} = \epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \right)$ ، ثابت دی‌الکتریک شیشه ۲۰ و قدرت دی‌الکتریک آن $50 \frac{kV}{mm}$ است.

- ۱ (۱) ۹۰ (۲) ۴۵ (۳) ۲۲/۵ (۴) ۱۵

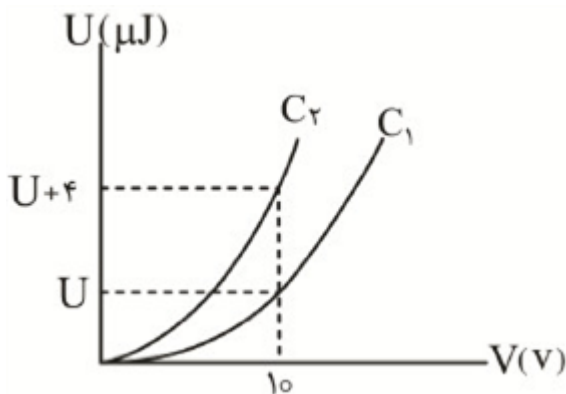
۶۲ حداکثر ولتاژی که می‌توان به دو سر یک خازن تخت که فاصله‌ی بین دو صفحات آن به طور کامل با یک دی‌الکتریک با ضخامت ۱/۲ mm پر شده است، اعمال کرد تا فرو ریزش الکتریکی رخ ندهد برابر با ۶۰۰۰ V می‌باشد. بیشینه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده در خازن تختی به ظرفیت ۵۰ μF که از همان دی‌الکتریک با ضخامت ۳/۶ mm پر شده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

- ۱ (۱) ۰/۹ (۲) 9×10^{-2} (۳) 3×10^{-6} (۴) ۰/۰۳

۶۳ ظرفیت خازنی ۱۲ μF و بار الکتریکی آن q است. اگر $3 \mu C +$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، به انرژی خازن ۸ μJ افزوده می‌شود. q چند میکروکولن بوده است؟

- ۱ (۱) ۱۹۲ (۲) ۲۱/۳ (۳) ۳۰/۵ (۴) ۶۱

۶۴ نمودار انرژی ذخیره شده در یک خازن بر حسب ولتاژ متصل به صفحات آن برای دو خازن C_1 و C_2 مطابق شکل مقابل است. اگر $C_2 = 5C_1$ باشد، ظرفیت خازن C_1 چند پیکوفاراد است؟



- ۱ (۱) 5×10^{-6} (۲) ۵۰ (۳) 2×10^{-4} (۴) 2×10^{-4}

۶۵ دو صفحه خازن تختی به ظرفیت ۵ میکروفاراد را به یک مولد ۱۰ ولتی متصل می‌کنیم و سپس از مولد جدا می‌کنیم. اگر در این حالت 5×10^{13} الکترون را از صفحه مثبت خازن به صفحه منفی آن منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن چند میکروژول تغییر می‌کند؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} C)$

- ۱ (۱) ۱۲۹/۶ (۲) ۸۶/۴ (۳) ۶۴/۸ (۴) ۴۳/۲

۶۶ ظرفیت خازن تختی $6 \mu F$ است. این خازن به مولدی با اختلاف پتانسیل ۷ متصل شده است. اگر اندازه بار الکتریکی ذخیره شده روی هر یک از صفحات آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی ذخیره شده در آن $33 \mu J$ تغییر می‌کند. بار الکتریکی اولیه خازن بر حسب میکروکولن کدام است؟

- ۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۳ ۴) ۶

۶۷ ظرفیت خازن تختی $5/0 nF$ و بار الکتریکی آن $45 nC$ است و بین صفحه‌های این خازن، هوا است. خازن را از باتری جدا و فاصله صفحه‌های آن را ۲ برابر می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن چند نانوژول تغییر می‌کند؟

- ۱) $8/10 \times 10^{-2}$ ۲) $2/025 \times 10^{-2}$ ۳) $2/02 \times 10^{-2}$ ۴) $1/01 \times 10^{-2}$

۶۸ یک خازن که فاصله دو صفحه آن $2/7 mm$ و بین دو صفحه آن هوا است، به دو سر یک باتری وصل است. فاصله بین دو صفحه را چگونه تغییر دهیم تا انرژی خازن، ۸ درصد افزایش پیدا کند؟

- ۱) $0/4$ میلی‌متر افزایش ۲) $0/2$ میلی‌متر افزایش ۳) $0/4$ میلی‌متر کاهش ۴) $0/2$ میلی‌متر کاهش

۶۹ خازن تختی که فاصله صفحات آن $9 mm$ و ثابت دی‌الکتریک آن ۵ می‌باشد. به مولدی متصل است. بدون جدا کردن خازن از مولد، کدامیک از موارد زیر سبب می‌شود؛ انرژی خازن ۵۰ درصد افزایش یابد؟

- ۱) دی‌الکتریک را خارج می‌کنیم و فاصله بین صفحات را $3 mm$ افزایش می‌دهیم.
۲) دی‌الکتریک را خارج می‌کنیم و فاصله بین صفحات را $3 mm$ کاهش می‌دهیم.
۳) فاصله بین صفحات را $3 mm$ افزایش داده و سپس دی‌الکتریک را با ثابت 10 جایگزین می‌کنیم.
۴) فاصله بین صفحات را $3 mm$ کاهش داده و سپس دی‌الکتریک را با ثابت 10 جایگزین می‌کنیم.

۷۰ خازنی را بعد از پر شدن از باتری جدا می‌کنیم. اگر فاصله بین صفحات خازن را دو برابر کنیم و یک دی‌الکتریک با ثابت $5/1$ بین صفحات خازن قرار دهیم. در این حالت کدام موارد زیر نادرست است؟ (در ابتدا در فاصله بین صفحات خازن هوا است.)

الف) ظرفیت خازن ۷۵٪ افزایش می‌یابد.

ب) انرژی خازن $\frac{4}{3}$ برابر می‌شود.

پ) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های خازن $\frac{4}{3}$ برابر می‌شود.

ت) بار الکتریکی میان صفحه‌های خازن $\frac{3}{4}$ برابر می‌شود.

- ۱) ب و پ ۲) الف و ت ۳) ب و ت ۴) پ و ت

۷۱ در رابطه با دی‌الکتریک بین صفحات خازن، کدامیک از موارد زیر نادرست است؟

- ۱) قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات یک خازن، ظرفیت آن را افزایش می‌دهد.
۲) با قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات یک خازن در ولتاژ ثابت، قابلیت ذخیره کردن بار الکتریکی در خازن افزایش می‌یابد.

۳) با قرار دادن دی‌الکتریک (چه قطبی و چه غیرقطبی) بین صفحات یک خازن، قابلیت ذخیره کردن انرژی در خازن در یک ولتاژ ثابت افزایش می‌یابد.

۴) هنگامی که پدیده فرو ریزش الکتریکی در دی‌الکتریک اتفاق می‌افتد، دی‌الکتریک به طور موقت رسانا می‌شود و پس از مدتی به همان حالت اولیه خود برمی‌گردد.

۷۲ ظرفیت خازنی ۱۴ میکروفاراد و بار الکتریکی ذخیره شده در آن q است. $10 J$ انرژی باید مصرف کرد تا 4 mC بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم. بار اولیه خازن چند میلی کولن است؟ (اتلاف انرژی نداریم).

۷۱ (۴)

۳۳ (۳)

۶۷ (۲)

۳۷ (۱)

۷۳ خازن تختی که فاصله صفحات آن 9 mm و ثابت دی الکتریک آن ۵ می باشد، به مولدی متصل است. بدون جدا کردن خازن از مولد، کدامیک از موارد زیر سبب می شود تا انرژی خازن ۵۰ درصد افزایش یابد؟

(۱) دی الکتریک را خارج می کنیم و فاصله میان صفحات را 3 mm افزایش می دهیم.

(۲) دی الکتریک را خارج می کنیم و فاصله میان صفحات را 3 mm کاهش می دهیم.

(۳) فاصله بین صفحات آن را 3 mm افزایش داده و سپس دی الکتریک را با دی الکتریک با ثابت ۱۰ جایگزین کنیم.

(۴) فاصله بین صفحات آن را 3 mm کاهش داده و سپس دی الکتریک را با دی الکتریک با ثابت ۱۰ جایگزین کنیم.

۷۴ خازنی با بار Q و ظرفیت C داریم. اگر ۲۰ درصد از بار یکی از صفحات خازن را برداشته و به دیگری اضافه کنیم، انرژی ذخیره شده در آن به اندازه چند درصد تغییر می کند؟

۴۰ (۴)

۶۴ (۳)

۳۶ (۲)

۲۰ (۱)

۷۵ خازن تختی که عایق آن هوا است به یک باتری وصل و در این حالت انرژی آن U_1 است. اگر بدون جدا کردن از باتری، فاصله بین صفحه های آن را ۴۰ درصد کاهش و سپس آن را از باتری جدا کنیم و فضای بین دو صفحه خازن را با یک دی الکتریک با ثابت $5/1$ پر کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن چند برابر U_1 می شود؟

$\frac{8}{9}$ (۴)

$\frac{10}{9}$ (۳)

$\frac{5}{9}$ (۲)

$\frac{4}{9}$ (۱)

۷۶ انرژی ذخیره شده در خازنی به ظرفیت 10 pF برابر است با 720 pJ . اگر خازن تخت باشد و فاصله دو صفحه آن 1 mm باشد، اندازه میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن چند نیوتن بر کولن است؟

$0/12$ (۴)

$0/144$ (۳)

۱۲۰۰۰ (۲)

۱۴۴۰۰۰ (۱)

۷۷ فاصله صفحات خازن تختی 4 mm و ثابت دی الکتریک آن ۲ می باشد. اگر پس از شارژ شدن خازن همچنان به مولد متصل باشد و دی الکتریک آن را خارج کنیم و فاصله بین صفحات را 1 mm افزایش دهیم، انرژی خازن چند درصد و چگونه تغییر می کند؟

۴۰ درصد افزایش (۴)

۶۰ درصد کاهش (۳)

۴۰ درصد کاهش (۲)

۴۰ درصد افزایش (۱)

۷۸ خازن پُر شده ای را که بین صفحات آن هوا است، از مولد جدا می کنیم. با تغییر در ساختمان خازن، انرژی ذخیره شده در خازن ۴ برابر می شود، در این صورت چند مورد صحیح است؟

(ب) فاصله دو صفحه ای خازن $\frac{1}{4}$ برابر شد.

(الف) فاصله دو صفحه خازن ۴ برابر شد.

(د) دی الکتریک با ضریب ۴ پر شد

(ج) دی الکتریک با ضریب ۲ پر شد

(الف و ج) (۴)

(الف و د) (۳)

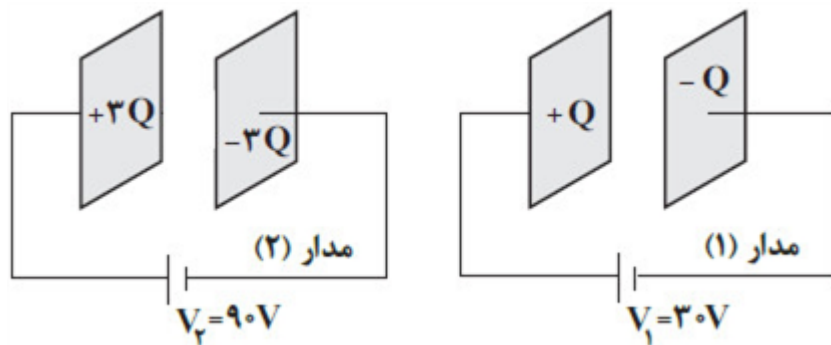
(ب و ج) (۲)

(الف) (۱)

۷۹ در یک خازن تخت، مساحت هر صفحه‌ی خازن 1 cm^2 و فاصله‌ی صفحات آن 3 mm است. دی‌الکتریکی با ضریب ۴ و میدان 10 کیلوولت بر میلی‌متر بین صفحات آن قرار می‌دهیم. در صورت فروریزش الکتريکی دی‌الکتریکی داخل این خازن چند میکروژول تخلیه خواهد شد؟ $\left(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m}\right)$

- ۱) $4\text{ }\mu\text{J}$ ۲) $54\text{ }\mu\text{J}$ ۳) $9\text{ }\mu\text{J}$ ۴) $12\text{ }\mu\text{J}$

۸۰ انرژی ذخیره شده در خازن مدار ۲، 12 mJ بیشتر از انرژی ذخیره شده در همان خازن، در مدار ۱ است. در این حالت، بار ذخیره شده در خازن مدار ۲، چند میکروکولن بیشتر از بار ذخیره شده در خازن مدار ۱ است؟

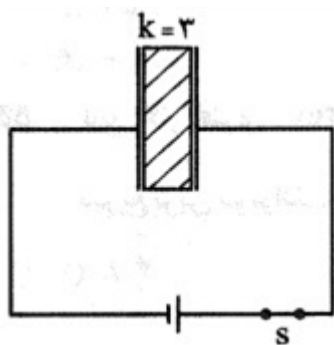


- ۱) 100 ۲) 10^{-4} ۳) 200 ۴) 2×10^{-4}

۸۱ فاصله دو صفحه یک خازن تخت از یکدیگر 7 میلی‌متر است و بین آن‌ها هوا وجود دارد. در حالی‌که دو سر این خازن به دو سر یک باتری متصل است، فاصله بین دو صفحه آن را چند میلی‌متر و چگونه تغییر دهیم تا انرژی ذخیره شده در خازن 40% درصد افزایش پیدا کند؟

- ۱) 5 ، کاهش ۲) 5 ، افزایش ۳) 2 ، کاهش ۴) 2 ، افزایش

۸۲ در شکل زیر خازن باردار و دارای انرژی الکتريکی U_1 است. ابتدا کلید S را باز کرده و سپس دی‌الکتریک را خارج می‌کنیم و فاصله صفحات را 25% کاهش می‌دهیم. انرژی خازن در این حالت U_2 می‌شود. $\frac{U_2}{U_1}$ چقدر است؟



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

۸۳ دو صفحه خازن تخت باردار را به هم وصل می‌کنیم؛ در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم، ولی فاصله آن‌ها را 2 برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، جرقه حاصل نسبت به قبل چه تغییری می‌کند؟

- ۱) کوچک‌تر می‌شود. ۲) تغییری نمی‌کند. ۳) بزرگ‌تر می‌شود. ۴) هر سه گزینه درست است.

۸۴

خازنی به یک باتری با اختلاف پتانسیل V وصل شده است. اگر خازن را از باتری جدا کنیم و $\frac{2}{3}$ انرژی آن را تخلیه کنیم. اختلاف پتانسیل دو سر آن چند برابر V می‌شود؟

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

۸۵

بار ذخیره شده در خازنی برابر Q است. اگر 5×10^{13} الکترون از صفحه مثبت به صفحه منفی منتقل شود، انرژی ذخیره شده در خازن ۶۹ درصد تغییر می‌کند. بار خازن چند میکروکولن است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- ۱ ۴۰ ۲ $\frac{80}{3}$ ۳ $\frac{40}{3}$ ۴ ۲۰

۸۶

ظرفیت یک خازن $2 \mu F$ است. در صورتی که V_1 را ۳۰ ولت افزایش دهیم با الکتریکی صفحات خازن $84 \mu C$ می‌شود. در این صورت انرژی اولیه خازن چند μJ است؟

- ۱ ۱۴۴ ۲ ۲۸۸ ۳ ۴۵۰ ۴ ۹۰۰

۸۷

خازنی را از باتری جدا می‌کنیم و فاصله صفحات خازن را دو برابر می‌کنیم و دی‌الکتریک با ثابت $k = 6$ میان صفحات قرار می‌دهیم. در این صورت: (در ابتدا میان صفحات هوا وجود داشت)

- ۱ بار صفحات خازن $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود. ۲ میدان الکتریکی بین صفحات خازن $\frac{1}{6}$ برابر می‌شود. ۳ اختلاف پتانسیل صفحات خازن ۶ برابر شده است. ۴ انرژی خازن سه برابر می‌شود.

۸۸

دی‌الکتریک یک خازن 32 نانوفارادی، هوا است. این خازن را با اختلاف پتانسیل V شارژ می‌کنیم و سپس آن را از باتری جدا کرده و فضای بین دو صفحه را با دی‌الکتریک به ثابت ۴ به طور کامل پر می‌کنیم. اگر با این کار انرژی خازن $8 nJ$ تغییر کند، V چند ولت بوده است؟

- ۱ $\frac{\sqrt{2}}{3}$ ۲ $\sqrt{\frac{2}{3}}$ ۳ $\frac{2}{\sqrt{63}}$ ۴ $\sqrt{\frac{2}{63}}$

۸۹

چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

- الف) حضور دی‌الکتریک بین صفحه‌های خازن باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شود.
ب) حضور دی‌الکتریک بین صفحه‌های خازن باعث افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن می‌شود.
پ) میدان الکتریکی هم درون رسانای خنثی منزوی صفر است، هم درون رسانای باردار منزوی
ت) اگر یک رسانای خنثی منزوی را درون میدان الکتریکی خارجی قرار دهیم، میدان الکتریکی درون آن صفر می‌شود.
ث) در یک رسانای باردار پتانسیل نقاط نوک تیز بیشتر از پتانسیل نقاط هموار است.

- ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴ ۵

۹۰

اختلاف پتانسیل دو سر خازن شارژ شده‌ای به ظرفیت $5/1$ میکروفاراد که از مولد جدا شده است برابر ۸ ولت است. اگر از صفحه مثبت خازن تعداد 5×10^{13} الکترون به صفحه منفی خازن منتقل کنیم فاصله بین صفحات خازن را چند برابر نماییم تا انرژی ذخیره شده در خازن تغییر نکند؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$ و فاصله بین صفحات خازن هوا است).

- ۱ $\frac{9}{25}$ ۲ $\frac{25}{9}$ ۳ $\frac{1}{9}$ ۴ ۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای سازگاری یکاها کافی است فرمول محاسبه کمیت را نوشته و به جای هر کمیت یکای مربوط به آن را در رابطه جاگذاری کنیم.

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

یکای فاراد برای محاسبه ظرفیت خازن استفاده می شود که داریم:

$$\Delta q = I \Delta t \Rightarrow C = As$$

برای محاسبه بار الکتریکی داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V = \frac{J}{C} = \frac{\frac{kgm^2}{s^2}}{As} = \frac{kgm^2}{As^2}$$

برای محاسبه اختلاف پتانسیل داریم:

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta V} \Rightarrow F = \frac{C}{V} = \frac{As}{\left(\frac{kgm^2}{As^2}\right)} \Rightarrow F = \frac{A^2 s^2}{kgm^2}$$

پس برای فاراد خواهیم داشت:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

الف) میدان الکتریکی باعث کند شدن تعدادی از الکترون های اتم ماده دی الکتریک می شود و این موجب ایجاد نقش های لیچنبرگ خواهد شد. با توجه به ثابت ماندن میدان الکتریکی (مورد ب) تأثیری در احتمال ایجاد نقش های لیچنبرگ مشاهده نخواهد شد.

ب) با توجه به افزایش فاصله بین صفحات خازن و جدا بودن خازن از منبع الکتریکی داریم (فرض می کنیم فاصله صفحات n برابر شده که n می تواند هر عدد حقیقی بزرگ تر از یک باشد):

$$\left. \begin{array}{l} d' = nd \\ Q: \text{ثابت} \end{array} \right\} \Rightarrow C' = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d'} = \frac{C}{n} \Rightarrow V' = \frac{Q}{C'} = \frac{nQ}{C} = nV$$

$$\Rightarrow E' = \frac{V'}{d'} = \frac{nV}{nd} = \frac{V}{d} = E$$

از رابطه میدان الکتریکی در خازن داریم:

بنابراین میدان الکتریکی ثابت می ماند.

ج) با توجه به این که بار ثابت و ظرفیت خازن کاهش یافته است، داریم:

$$U' = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C'} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C/n} = n \left(\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \right) = nU$$

پس انرژی ذخیره شده در خازن افزایش می یابد.

د) چون خازن از مولد جدا شده است، بار روی صفحات آن ثابت است و با تغییر ولتاژ دو سر آن تغییری نمی کند.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. $\Delta U = 1200 \text{ nJ}$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow U_2 - U_1 = \frac{1}{2} C [V_2^2 - V_1^2] \Rightarrow 1200 \times 10^{-9} = \frac{1}{2} C [400 - 100] \Rightarrow C = 8 \text{ nF}$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \Rightarrow 8 \times 10^{-9} = \frac{\Delta Q}{10} \Rightarrow \Delta Q = 8 \times 10^{-8} C$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق رابطه $C = \frac{Q}{V}$ برای مقایسه ظرفیت دو خازن مختلف داریم:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \times \frac{V_1}{V_2} \xrightarrow{Q_1=Q_2} \frac{C_2}{C_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{30}{24}$$

$$\Rightarrow C_2 = \frac{5 \times 30}{24} = 6.25 \mu F$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. یک خازن تا وقتی شارژ می شود که اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه آن با اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر شود.

۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی گزاره‌ها:

(الف) طبق رابطه‌ی $\Delta U_E = -Ed \cos \theta$ وقتی $\theta = 90^\circ$ باشد، $\Delta U_E = 0$ می‌شود. (✓)

(ب) خطوط هم‌پتانسیل هم‌خطوط عمود بر خطوط میدان هستند، پس عمود بر خطوط هم‌پتانسیل، یعنی همان خطوط میدان که می‌دانیم در راستای خطوط میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی تغییر می‌کند. (✓)

(ج) وقتی بار با سرعت ثابت حرکت می‌کند، جابه‌جایی بار در بازه‌های زمانی یکسان با هم برابر است. (مثلاً اگر سرعت $\frac{m}{s}$ ۴ باشد، بار در هر ۳ ثانیه، ۱۲ متر جلو می‌رود) حالا طبق رابطه $\Delta U_E = -E_{abs}(q)d \cos \theta$ با ثابت بودن d ،تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی (ΔU_E) هم ثابت است. (✓)

(د) شتاب ناشی از میدان، از نیرویی به وجود می‌آید که میدان بر بار وارد می‌کند و چون نیروی میدان، ناشی از شدت

میدان است (طبق رابطه $\vec{F} = q\vec{E}$) و شدت میدان بستگی به تراکم خطوط میدان دارد، بنابراین در میدان غیر

یکنواخت که تراکم خطوط میدان در نقاط مختلف، متفاوت است، شدت میدان نیز متفاوت است و در نتیجه نیروی وازد

یز یاز نیز متفاوت است و در نهایت شتاب ناشی از میدان در نقاط مختلف حتماً متفاوت خواهد بود. (×)

۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. $\Delta V = 1V$

$$\Delta Q = C\Delta V = 8 \times 10^{-6} \times 1 = 8 \times 10^{-6} C \Rightarrow \Delta Q = ne \Rightarrow n = \frac{8 \times 10^{-6}}{1/6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^{13}$$

۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

در موارد (۱)، (۲) و (۳)، از خازن استفاده می‌شود و در مورد گزینه (۴) از نیم‌رساناها استفاده می‌شود.

۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌های نادرست:

(ب) یک فاراد، معادل $\frac{\text{کولن}}{\text{ولت}}$ است.

(ج و د) ظرفیت خازن به بار ذخیره‌شده روی صفحات خازن و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن بستگی ندارد و تابع مشخصات ساختمانی خازن است.

۱۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از روی نمودار، شیب خط را که همان ظرفیت خازن است، حساب می‌کنیم:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{4/5 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-3}} = 1/5 \mu F$$

ظرفیت خازن به مشخصات ساختمانی خازن بستگی دارد. داریم:

$$C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C'}{C} \Rightarrow \frac{\kappa'}{\kappa} \Rightarrow \frac{C'}{1/5} = \frac{3}{1} \Rightarrow C' = 3/5 \mu F$$

$$\Delta C = C' - C = 3/5 - 1/5 = 2/5 \mu F \quad \text{بنابراین:}$$

۱۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

ابتدا نسبت ظرفیت خازن‌ها را به‌دست می‌آوریم: $\left(C = \frac{Q}{V}\right)$

$$\frac{C_A}{C_B} = \left(\frac{q_A}{q_B}\right) \left(\frac{V_B}{V_A}\right) = \left(\frac{200}{80}\right) (1) = \frac{5}{2} = 2/5$$

سپس نسبت فاصله‌ی صفحه‌های خازن‌ها را حساب می‌کنیم: $\left(C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d}\right)$

$$\frac{C_A}{C_B} = \left(\frac{k_A}{k_B}\right) \left(\frac{A_A}{A_B}\right) \left(\frac{d_B}{d_A}\right) \xrightarrow[k_A=k_B]{A_A=A_B} 2/5 = \frac{d_B}{d_A}$$

۱۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. خازن به باتری وصل است. بنابراین V آن ثابت است.گزینه ۱ صحیح است. $E \Rightarrow$ با d رابطه‌ی عکس دارد. $E = \frac{V}{d}$

۱۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ظرفیت دو خازن برابر است، بنابراین داریم:

$$C_A = C_B \Rightarrow \kappa_{A\varepsilon} \cdot \frac{A_A}{d_A} = \kappa_{B\varepsilon} \cdot \frac{A_B}{d_B} \xrightarrow{A_A=2A_B, d_A=\frac{1}{2}d_B} \kappa_A \times \frac{2A_B}{\frac{1}{2}d_B} = \kappa_B \times \frac{A_B}{d_B}$$

$$\Rightarrow \kappa_A = \frac{1}{4} \kappa_B \xrightarrow{\kappa_B=8 \text{ میکا}} \kappa_A = \frac{1}{4} \times 8 = 2 \Rightarrow \text{پارافین}$$

پس فاصله بین صفحات خازن A با پارافین پر شده است.

۱۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به کمک رابطه مربوط به محاسبه خازن خواهیم داشت:

$$C = \kappa\varepsilon \cdot \frac{A}{d} = 3(8/85 \times 10^{-12}) \frac{10^{-10}}{10 \times 10^{-9}} \simeq 2/66 \times 10^{-12} F$$

حال با استفاده از تعریف ظرفیت، بار Q را به دست می‌آوریم:

$$Q = C \cdot V = (2/66 \times 10^{-12})(0/085) = 2/26 \times 10^{-14} C$$

بزرگی بار هر یون در هر طرف غشاء برابر $C/6 \times 10^{-19}$ است، بنابراین تعداد یونها برابر است با:

$$\text{تعداد یونها} = \frac{2/26 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19}} = 1/41 \times 10^5$$

۱۵

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

(پ) دی‌الکتریک‌ها بر دو نوع‌اند:

(ا) قطبی مانند آب (۲) غیرقطبی مانند بنزن اما همه 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

همه خازن‌ها می‌توان از رابطه $\frac{Q}{V}$ ، ظرفیت خازن را یافت.

۱۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون خازن پس از شارژ از باتری جدا شده، بنابراین بار الکتریکی ذخیره‌شده روی صفحات آن

ثابت می‌ماند:

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

$$\xrightarrow{C=\kappa\varepsilon \cdot \frac{A}{d}} \frac{V_2}{V_1} = \frac{\kappa_1}{\kappa_2} \times \frac{A_1}{A_2} \times \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{6} \times \frac{A_1}{\frac{1}{3}A_1} \times \frac{3d_1}{d_1}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{6} \times 3 \times 3 = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} = 1/5$$

از طرفی با توجه به رابطه $V = Ed$ می‌توانیم بنویسیم:

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{V_2}{V_1} \times \frac{d_1}{d_2} = 1/5 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{15}$$

برای مقایسه‌ی چگالی سطحی بار الکتریکی با توجه به رابطه $\sigma = \frac{Q}{A}$ داریم:

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \times \frac{A_1}{A_2} = 1 \times \frac{A_1}{\frac{1}{3}A_1} = 3$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. عبارت‌های «ب»، «ج» و «ه» درست هستند. ۱۷

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) یک نوروں یا یک یاخته‌ی عصبی را می‌توان با یک خازن مدل‌سازی کرد، به‌طوری که غشای سلول به عنوان دی‌الکتریک است.

د) معمولاً ظرفیت خازن بر روی آن نوشته می‌شود.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۱۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون خازن به باتری متصل است، بنابراین ولتاژ آن ثابت است، پس فقط ولتاژ دو سر خازن k برابر نمی‌شود. ۱۹

بررسی سایر گزینه‌ها:

$$۱) C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} = k$$

$$۲) q = CV \xrightarrow{V \text{ ثابت}} \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} = k$$

$$۴) U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{V \text{ ثابت}} \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} = k$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲۰

با توجه به رابطه $C = K\epsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، نسبت $\frac{k}{d}$ را برای هر یک حساب می‌کنیم. در هر کدام این نسبت بزرگ‌تر باشد، ظرفیت خازن بیش‌تر است.

$$\frac{k}{d_{ش}} = \frac{5}{0.6} \cong 8.3$$

$$\frac{k}{d_{پ}} = 8$$

$$\frac{k}{d_{م}} = \frac{7}{0.5} = 14$$

$$\frac{k}{d_{کا}} = \frac{2}{0.2} = 10$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به معادله $C = \epsilon \cdot K \frac{A}{d}$ ۲۱

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \rightarrow C_2 = C_1 \times \frac{1}{2} \rightarrow C_2 = \frac{1}{2} C_1$$

پس ظرفیت نصف می‌شود و چون Q ثابت است:

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$\Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = 2 \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 2$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ۲۲

$$C = \frac{k\varepsilon \cdot A}{d} \xrightarrow{d'=\frac{1}{2}d} C' = 2C$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ۲۳

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \xrightarrow{C'=2C, q'=q} U' = \frac{1}{2} U \text{ انرژی نصف می‌شود.}$$

$$E = \frac{V}{d} = \frac{\frac{q}{C}}{d} = \frac{q}{Cd} \xrightarrow{C'=2C, q'=q, d'=\frac{1}{2}d} E' = E$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در تشخیص بار الکتریکی نامشخص به پدیده‌ی جذب بارهای الکتریکی ناهمنام اعتماد نمی‌کنیم و فقط از دفع بارهای الکتریکی هم‌نام استفاده می‌کنیم. از آنجایی که بار الکتریکی E توسط بار A جذب شده پس بار A حتماً مثبت است و بنابراین بارهای الکتریکی B و C نیز قطعاً مثبت می‌باشند. ۲۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانیم ظرفیت خازن تخت از رابطه $C = \frac{k\varepsilon \cdot A}{d}$ به دست می‌آید. از طرفی کمیت A، مساحت مشترک دو صفحه رسانا است. یعنی مساحتی از قسمت فلزی دو صفحه که دقیقاً روبه‌روی هم قرار داشته و مقابل هم را پر کرده‌اند. پس با تا کردن 90° ، سطح مقطع مشترک نصف شده است. ۲۵

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{\cancel{C_1}} = \frac{4}{1} \times \frac{1}{2} \times 1 \Rightarrow C_2 = 72 \mu F \Rightarrow \Delta C = 72 \mu F - 36 \mu F = 36 \mu F$$

ظرفیت خازن تخت، ۳۶ میکروفاراد افزایش پیدا کرده است.

$$C = \frac{k\varepsilon \cdot A}{(d)^{\frac{1}{2}}} \Rightarrow C \propto \sqrt{d} \quad \text{گزینه ۲ پاسخ صحیح است.} \quad \text{۲۶}$$

$$\sqrt{C} = \frac{q}{(V)_{\text{ثابت}}} \Rightarrow q \propto \sqrt{C}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ظرفیت خازن از رابطه $C = k\varepsilon \cdot \frac{A}{d}$ به دست می‌آید. با توجه به سؤال در صورت افزایش دما، تنها عامل تغییر ظرفیت خازن تغییر مساحت آن است: ۲۷

به یاد داریم که:

$$\Delta A = A_1 \alpha \Delta \theta \xrightarrow[A_1 = 800 \text{ cm}^2 = 8 \times 10^{-2} \text{ m}^2, \alpha = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}]{\Delta F = \frac{1}{2} \Delta \theta \Rightarrow 180 = \frac{1}{2} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 360^\circ\text{C}}$$

$$\Delta A = 8 \times 10^{-2} \times 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 360 = 32 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \quad (\text{II})$$

از ترکیب روابط I و II می‌توان نوشت:

$$C_2 - C_1 = \frac{k\varepsilon \cdot A_2}{d} = \frac{k\varepsilon \cdot A_1 + \Delta A}{d} = \frac{k\varepsilon \cdot A_1}{d} + \frac{\Delta A}{d} \Rightarrow C_2 - C_1 = \frac{2 \times 9 \times 10^{-12} \times 32 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-3}} = 1/92 \text{ pF}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲۸

$$C_1 = \kappa_1 \epsilon_0 \frac{A_1}{d_1} \Rightarrow C_1 = 5 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{40 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}} = 36 \times 10^{-12} F = 36 \text{ pF}$$

$$C_2 = \kappa_2 \epsilon_0 \frac{A_2}{d_2} \Rightarrow C_2 = 1 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{40 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}} = 18 \times 10^{-12} F = 18 \text{ pF}$$

با توجه به مقدار به دست آمده ظرفیت خازن ۱۸ pF کاهش می‌یابد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق رابطه ظرفیت خازن بر اساس ویژگی‌های ساختمانی آن خواهیم داشت: ۲۹

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{\kappa_2 = \epsilon \kappa_1, d_2 = \frac{1}{\epsilon} d_1, A_2 = \frac{1}{2} A_1 + A_1 = \frac{3}{2} A_1}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\epsilon \kappa_1}{\kappa_1} \times \frac{1/2 A}{A_1} \times \frac{d_1}{\frac{1}{\epsilon} d_1} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 14/4 \Rightarrow C_2 = 14/4 C_1$$

با توجه به نسبت به دست آمده، درمی‌یابیم ظرفیت خازن افزایش یافته است بنابراین C_2 ، $67 \mu F$ از C_1 بزرگتر داریم:

$$C_2 - C_1 = 67 \mu F \Rightarrow 14/4 C_1 - C_1 = 67 \mu F \Rightarrow C_1 = \frac{67}{13/4} = 5 \mu F$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا ظرفیت خازن در حالت دوم را مشخص می‌کنیم. ۳۰

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{d_2 = \epsilon d_1} \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{\epsilon d_1} = \frac{1}{\epsilon}$$

در حالتی که خازن به باتری وصل است، اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن ثابت است. در این صورت داریم:

$$\left. \begin{aligned} Q_2 &= Q_1 - 12 \\ Q_1 &= CV \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_2 = C_1 V - 12 \Rightarrow Q_2 = \epsilon C_2 V - 12$$

$$Q_2 = \epsilon Q_2 - 12 \Rightarrow -2 Q_2 = -12 \Rightarrow Q_2 = 6 \mu C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ظرفیت خازن طبق رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، با دو برابر شدن فاصله بین صفحات خازن، نصف می‌شود. ۳۱

(درستی عبارت الف)

از طرفی چون خازن از باتری جدا شده است، پس بار خازن ثابت است.

در نهایت طبق رابطه $V = \frac{Q}{C}$ ، اندازه اختلاف پتانسیل دو سر خازن، دو برابر می‌شود. (درستی عبارت ب)

طبق رابطه $E = \frac{Q}{\kappa \epsilon_0 A}$ ، اندازه میدان الکتریکی بین صفحات خازن ثابت می‌ماند. (نادرستی عبارت ج)

در نهایت طبق رابطه $U = \frac{1}{2} QV$ ، انرژی ذخیره شده در خازن ۲ برابر می‌شود. (نادرستی عبارت د)

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۳۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اختلاف پتانسیل ثابت است. ظرفیت خازن با افزایش فاصله دو صفحه کم می‌شود. بنابراین ۳۳

بار کم می‌شود: $C = \frac{q}{V} \Rightarrow q = VC$

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

۳۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. معادله ظرفیت خازن تخت:

$$C = K\varepsilon \cdot \frac{A}{d}$$

$$\begin{cases} K_1 = 1 \\ A_1 = a \times a = a^2 \\ d_1 = d \\ K_2 = 3 \\ A_2 = \frac{a}{3} \times \frac{a}{3} = \frac{a^2}{9} \\ d_2 = 2d \end{cases} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\frac{K_2 \varepsilon \cdot A_2}{d_2}}{\frac{K_1 \varepsilon \cdot A_1}{d_1}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2 A_2 d_1}{K_1 A_1 d_2}$$

$$\Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{3 \times \frac{a^2}{9} \times d}{1 \times a^2 \times 2d} = \frac{\frac{3}{9}}{2} = \frac{1}{6}$$

۳۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

چون خازن از مولد جدا شده پس بار خازن ثابت است. از رابطه $C = \frac{\varepsilon \cdot A}{d}$ داریم:

$$v = \frac{q}{C} = q \times \frac{d}{\varepsilon \cdot A}$$

پس تغییرات ولتاژ خازن درست مانند تغییرت فاصله است یعنی ولتاژ خازن ۲۰ درصد کم می‌شود و از رابطه $E = \frac{v}{d}$ چون هم ولتاژ و هم فاصله ۲۰ درصد کم شده، پس میدان الکتریکی میان صفحات خازن ثابت می‌ماند.

۳۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌های نادرست:

(ج) ظرفیت خازن تابعی از شرایط ساختمانی خازن است و به بار ذخیره‌شده روی صفحات خازن و اختلاف پتانسیل

الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن بستگی ندارد.

(د) هنگام شارژ خازن، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن به آهستگی افزایش می‌یابد، بنابراین برای انتقال بارهای بعدی به کار بیشتری نیاز است.

۳۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون خازن به باتری متصل است. بنابراین اختلاف پتانسیل الکتریکی میان صفحات خازن ثابت می‌ماند. با وارد کردن کروی فلزی میان صفحات خازن، فاصله‌ی عایق میان صفحات (d) کاهش یافته و طبق رابطه‌ی $C = \kappa\varepsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.

۳۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$C_1 = \frac{\varepsilon \cdot A_1}{d_1}$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon \cdot A_2}{d_2} = \frac{\varepsilon \cdot \frac{A_1}{3}}{\frac{d_1}{3}} = \frac{3\varepsilon \cdot A_1}{3d_1} = \frac{3\varepsilon \cdot A_1}{3d_1} = \frac{3}{3} C_1$$

$$Q_1 = V_1 C_1$$

$$Q_2 = V_2 C_2 = 4V_1 \times \frac{3}{3} C_1 = \frac{12}{3} (V_1 C_1) = 4Q_1 \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = 4$$

۳۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{c'}{c} = \frac{k'}{k} = \frac{1}{2}, V = \frac{q}{c} \xrightarrow[\text{نصف } c]{\text{ثابت } q} \frac{V'}{V} = 2$$

$$\frac{U'}{U} = \frac{q'}{q} \times \frac{V'}{V} = 1 \times 2 = 2$$

۴۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

درستی گزینه‌ی «۱»: در حضور میدان الکتریکی، سر مثبت و منفی به طرف صفحه‌های مخالف خود قرار می‌گیرند.

درستی گزینه‌ی «۲»: دی‌الکتریک‌ها ممکن است قطبی (آب، NH_3 ، HCl) یا غیرقطبی باشند.نادرستی گزینه‌ی «۳»: خازنی که بار Q دارد، بار در یک صفحه $+Q$ و در یک صفحه‌ی دیگر $-Q$ است.

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\left(\frac{k\varepsilon_2 A}{d}\right)_2}{\left(\frac{k\varepsilon_1 A}{d}\right)_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{4}$$

درستی گزینه‌ی «۴»: ولتاژ تأثیری بر ظرفیت خازن ندارد:



۴۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که خازن به مولد متصل است، اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها تغییر نمی‌کند

$$C = \frac{kA\varepsilon}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2} \quad \text{و داریم:}$$

$$q = CV \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2}$$

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2}$$

۴۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مورد الف نادرست:

خازن از مولد جدا شده است، پس Q ثابت است.درون آن دی‌الکتریک می‌گذاریم $\leftarrow C$ افزایش می‌یابد. $\leftarrow V = \frac{Q}{C}$ کاهش می‌یابد.چون میدان درون خازن از رابطه‌ی $E = \frac{V}{d}$ به دست می‌آید، در نتیجه میدان نیز کاهش می‌یابد.

مورد ب درست:

خازن از مولد جدا شده، در نتیجه Q ثابت است.فاصله‌ی صفحات افزایش یافته $\leftarrow C$ کاهش می‌یابد.در نتیجه طبق رابطه‌ی $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ انرژی خازن افزایش می‌یابد.مورد پ نادرست: خازن به مولد وصل است، در نتیجه V ثابت می‌ماند. فاصله‌ی صفحات را کاهش می‌دهیم $\leftarrow C$ افزایش می‌یابد.در نتیجه طبق رابطه‌ی $U = \frac{1}{2} CV^2$ انرژی خازن افزایش می‌یابد.مورد ت درست: خازن به مولد وصل است، در نتیجه V ثابت می‌ماند.درون آن دی‌الکتریک قرار می‌دهیم $\leftarrow C$ افزایش می‌یابد.در نتیجه طبق رابطه‌ی $E = \frac{V}{d}$ ، میدان ثابت می‌ماند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تا زمانی که خازن به باتری متصل است اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است. از طرفی

بنابر رابطه‌ی محاسبه‌ی ظرفیت خازن $\left(C = k\varepsilon \cdot \frac{A}{d}\right)$ داریم:

$$\frac{C'}{C} = \frac{k'}{k} \times \frac{d}{d'} = \frac{3}{2}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

با قرار دادن دی‌الکتریک، ظرفیت خازن بر اساس رابطه $C = \kappa C$ افزایش پیدا می‌کند (κ ثابت دی‌الکتریک)

طبق رابطه $V = \frac{Q_{\text{ثابت}}}{C \uparrow}$ بنابراین به دلیل افزایش ظرفیت خازن، اختلاف پتانسیل دو سر خازن کاهش می‌یابد.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار داریم:

$$C = \frac{Q}{V} = \left(\frac{100}{2}\right) \mu\text{F} = 50 \mu\text{F}$$

اگر فاصله بین دو صفحه خازن نصف شود، ظرفیت آن طبق رابطه $C = \varepsilon \cdot \frac{A}{d}$ دو برابر می‌شود و به $100 \mu\text{F}$ می‌رسد.

$$\frac{C'}{C} = \frac{d}{d'} = \frac{d}{\frac{1}{2}d} \Rightarrow C' = 2C = 100 \mu\text{F}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با گذاشتن دی‌الکتریک، طبق رابطه $C = k\varepsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن ۵ برابر می‌شود و چون بار

خازن ثابت است، طبق رابطه $q = CV$ ، ولتاژ خازن به $\frac{1}{5}$ ولتاژ اولیه آن، کاهش می‌یابد و بزرگی میدان الکتریکی طبق

رابطه $E = \frac{V}{d}$ ، برابر $160 \frac{V}{m} = \frac{1}{5} \times 800 \frac{V}{m}$ می‌شود، یعنی $6400 \frac{V}{m}$ کاهش می‌یابد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{array}{l} Q_2 = Q_1 \\ C_2 = kC_1 \\ Q = CV \end{array} \right\} \Rightarrow C_2 V_2 = C_1 V_1 \Rightarrow kC_1 V_2 = C_1 V_1 \Rightarrow 4V_2 = V_1$$

$$\left. \begin{array}{l} V_2 - V_1 = -30 \\ V_1 = 4V_2 \end{array} \right\} \Rightarrow V_2 = 10V$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. بر طبق رابطه‌ی $C = k\varepsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، ظرفیت یک خازن تخت، تابع عوامل ساختمانی آن است و

از آن عوامل مداری چون اختلاف پتانسیل دو سر خازن تأثیر نمی‌پذیرد. با افزایش اختلاف پتانسیل دو سر خازن، بار

ذخیره شده در آن هم افزایش می‌یابد، به‌طوری که نسبت $\frac{q}{V}$ که برابر با ظرفیت خازن است، همواره ثابت می‌ماند.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ظرفیت خازن برابر است با: ۵۰

$$C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} = 15 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{200 \times 10^{-4}}{0.1 \times 10^{-3}} = 2.7 \times 10^{-7} F$$

بنابراین انرژی ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 2.7 \times 10^{-7} \times (200)^2 = 5.4 \times 10^{-2} J$$

$$P = \frac{U}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{5.4 \times 10^{-2}}{0.3 \times 10^{-3}} = 18 W$$

توان خروجی برابر می‌شود با:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها: ۵۱

الف) نادرست؛ حضور دی‌الکتریک، باعث افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن می‌شود و احتمال فروریزش را کاهش می‌دهد.

ب) درست

پ) درست

ت) درست؛ زیرا اگر فاصله صفحات نصف شود، ظرفیت خازن دو برابر می‌شود. در خازن جدا از مولد با توجه به رابطه

$$U = \frac{q^2}{2C} \text{ و ثابت بودن } (q) \text{ و افزایش } (C), \text{ انرژی } (U) \text{ کاهش می‌یابد، پس جرقه ضعیف‌تری زده می‌شود.}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هر نوری را می‌توان مثل یک خازن تخت مدل‌سازی کرد که در آن میدان الکتریکی ۵۲

یک‌نواخت ایجاد شود، در نتیجه داریم:

$$V = Ed = 4/8 \times 10^6 \times 10 \times 10^{-9} = 4/8 \times 10^{-2} V$$

$$C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} = 3 \times 10^{-11} \times \frac{100 \times 10^{-12}}{10 \times 10^{-9}} = 3 \times 10^{-13} F$$

$$Q = CV \xrightarrow{Q=ne} ne = CV \Rightarrow n \times 1.6 \times 10^{-19} = 3 \times 10^{-13} \times 4/8 \times 10^{-2} \Rightarrow n = 9 \times 10^4$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۵۳

نادرستی گزینه ۱: چون ولتاژ ثابت است، طبق رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ با دو برابر شدن ظرفیت، انرژی خازن دو برابر می‌شود.

نادرستی گزینه ۲: رسوب‌دهنده‌های الکتروستاتیکی براساس میدان الکتریکی ایجاد شده بین ذرات باردار دود باعث رسوب ذرات دود در فیلترها می‌شود.

نادرستی گزینه ۴: طبق رابطه $c = \frac{k\epsilon \cdot A}{dq}$ دی‌الکتریک باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شود.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فروریزش الکتریکی یا شکست دی‌الکتریک وقتی رخ می‌دهد که ولتاژ بین دو صفحه‌ی ۵۴

خازن به اندازه‌ی کافی زیاد شود که در این صورت الکترون‌هایی از ماده‌ی دی‌الکتریک توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دو صفحه کنده می‌شود و مسیرهایی رسانا درون دی‌الکتریک ایجاد می‌شود و جریان الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن جاری می‌شود.

۵۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

بنا به رابطه $C = \kappa \varepsilon_0 \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن تخت با κ رابطه مستقیم و با d نسبت وارون دارد. در نتیجه $C_1 = 3C$ و $C_2 = 5C$ است در حالت اول چون خازن به باتری متصل است، V ثابت می‌ماند. در نتیجه بنا به $U = \frac{1}{2} CV^2$ و ثابت ماندن V ، $U_1 = 3U$ خواهد شد. در حالت دوم چون خازن پر شده از باتری جدا می‌شود، Q ثابت می‌ماند. در نتیجه بنا به $U = \frac{Q^2}{2C}$ و ثابت ماندن Q ، $U_2 = \frac{1}{5} U$ خواهد شد:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{5} U}{3U} = \frac{1}{15}$$

۵۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با کمک اطلاعات استخراجی از نمودار داریم:

$$U = 4 \times 10^{-6} \text{ kW} \cdot h = 4 \times 10^{-6} \times (1000 \times 3600) J$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 4 \times 36 \times 10^{-1} = \frac{1}{2} C \times (2 \times 10^3)^2 \Rightarrow C = 7/2 \times 10^{-6} F$$

$$= 7/2 \times 10^{-6} \text{ PF}$$

۵۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو صفحه‌ی یک خازن از حداکثر ولتاژ قابل تحمل بیش‌تر شود، خازن دچار فروریزش الکتریکی می‌شود. بنابراین عبارت مطرح شده در گزینه‌ی ۳ نادرست است.

۵۸

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

حضور دی‌الکتریکی بین صفحات خازن، باعث افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن می‌شود.

۵۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نقش‌های لیچنبرگ که هنگام فروریزش تشکیل شده و باعث تشکیل مسیرهای رسانشی در دی‌الکتریک می‌شود، پس گزاره‌های «الف» و «ت» درست است.

دی‌الکتریک در بین صفحه‌ها از جنس نارسانا می‌باشد و بعد از ایجاد جرقه بین صفحات همواره خازن نمی‌سوزد، پس گزاره‌های «ب» و «پ» نادرست است.

هنگام فروریزش میدان الکتریکی قوی اعمال شده به صفحات خازن سبب می‌گردد که در دی‌الکتریک، مسیرهای رسانشی ایجاد شده که این مسیرها نقش لیچنبرگ را ایجاد می‌کنند و جمله‌های «الف» و «ت» درست است. دی‌الکتریک همان‌گونه که از نامش پیدا است عایق الکتریکی است و بین صفحات خازن رسانا قرار نمی‌دهند و گزاره «ب» نادرست است.

هنگام فروریزش اغلب خازن‌ها می‌سوزند و سوختن خازن همواره رخ نمی‌دهد.

۶۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جمله «الف» صحیح نیست، مقدار پتانسیل فروریزش مستقل از ظرفیت خازن است.

۶۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. حداکثر اختلاف پتانسیلی که می‌توان به این خازن اعمال کرد، بدون آن که دچار شکست شود، برابر است با:

$$V_m = E_m d \xrightarrow{E_m = 50 \frac{\text{kV}}{\text{mm}} = 50 \times 10^3 \frac{\text{V}}{\text{mm}}} V_m = 50 \times 10^3 \times 20 = 10^6 \text{ V} \quad (1)$$

که E_m قدرت دی‌الکتریک و d ضخامت آن است. ظرفیت این خازن برابر است با:

$$C = \frac{(k\varepsilon \cdot A)}{d} = \frac{(20 \times 9 \times 10^{-12} \times 100 \times 10^{-4})}{(2 \times 10^{-2})} = 9 \times 10^{-11} \text{ F} \quad (2)$$

حال از (۱) و (۲) برای حداکثر انرژی ذخیره‌شده در خازن داریم:

$$U_m = \frac{1}{2} CV_m^2 = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-11} \times (10^6)^2 = 45 \text{ J}$$

۶۲

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

$$V_{\text{فروریزش}} = E_{\text{فروریزش}} \times d \xrightarrow{V_{\text{فروریزش}} = 6000 \text{ V} = 6 \text{ kV}} E_{\text{فروریزش}} = \frac{6}{1/2} = 12 \frac{\text{kV}}{\text{mm}}$$

$$q = CV \xrightarrow{V=Ed} q = CE d \xrightarrow{E_{\text{فروریزش}} = 12 \frac{\text{kV}}{\text{mm}} = 12000 \frac{\text{V}}{\text{mm}}, d = 3/6 \text{ mm}, C = 50 \mu\text{F}}$$

$$q_{\text{بیشینه}} = 50 \times 10^{-6} \times 12000 \times 3/6 = 300 \text{ C}$$

۶۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$U_2 - U_1 = \frac{(q + 3 \times 10^{-6})^2}{2 \times 12 \times 10^{-6}} - \frac{q^2}{2 \times 12 \times 10^{-6}} = 8 \times 10^{-6} \Rightarrow \frac{q^2 + 6 \times 10^{-6} q + 9 \times 10^{-12} - q^2}{24 \times 10^{-6}}$$

$$= 8 \times 10^{-6} \Rightarrow 6 \times 10^{-6} q + 9 \times 10^{-12} = 192 \times 10^{-12} \Rightarrow 6 \times 10^{-6} q = 183 \times 10^{-12}$$

$$\Rightarrow q = \frac{183 \times 10^{-12}}{6 \times 10^{-6}} = 30.5 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow q = 30.5 \mu\text{C}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه ولتاژ خازن ثابت است از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ برای نوشتن فرم مقایسه‌ای

بین نقاط مشخص شده استفاده می‌کنیم:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \underbrace{\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2}_{\text{ولتاژ ثابت است}} \Rightarrow \frac{U+4}{U} = \frac{5C_1}{C_1} \Rightarrow 5U = U+4 \Rightarrow 4U = 4 \Rightarrow U = 1 \mu J$$

در مرحله آخر، $U = 1 \mu J$ را در فرمول ذکر شده جایگذاری می‌کنیم.

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 1 = \frac{1}{2} \times C(10)^2 \Rightarrow C = \frac{2}{10} \mu F \xrightarrow{\times 10^{+6}} pF$$

$\downarrow$
 (10^{-6})

$\downarrow$
 (10^{-12})

$$\Rightarrow C = \frac{2}{100} \times 10^6 = 2 \times 10^4 pF$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون الکترون از صفحه مثبت خازن به صفحه منفی منتقل شده است، بنابراین بار ذخیره شده در خازن افزایش می‌یابد. داریم:

$$q_2 = q_1 + ne \xrightarrow{n=5 \times 10^{13}, e=1.6 \times 10^{-19} C} q_2 = q_1 + 8 (\mu C)$$

اکنون با استفاده از رابطه انرژی ذخیره شده در خازن داریم:

$$U = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow \Delta U = \frac{q_2^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2C} (q_2 - q_1)(q_1 + q_2) \xrightarrow{\substack{q_2 - q_1 = 8 \mu C \\ C = 5 \mu F}} \Delta U = \frac{1}{10} (2q_1 + 8) \xrightarrow{\substack{q_1 = CV_1 = 5 \cdot \mu C \\ V_1 = 10 V}} \Delta U = \frac{1}{10} \times 108 = 10.8 / 4 \mu J$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$U_1 = \frac{q_1^2}{2C}, U_2 = \frac{q_2^2}{2C}, q_2 = 1/2 q_1 \Rightarrow \Delta U = \frac{q_2^2 - q_1^2}{2C} \Rightarrow 33 \mu J = \frac{1/4 q_1^2 - q_1^2}{2 \times (6 \mu F)} = \frac{-3/4 q_1^2}{12}$$

$$\Rightarrow q_1^2 = 900 \Rightarrow q_1 = 30 \mu C$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در خازن جدا از باتری بار ثابت می‌ماند.

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \Rightarrow 2 \text{ برابر } d \Rightarrow \text{نصف } C \Rightarrow C_2 = 2/5 nF$$

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1} = \frac{1}{2} \frac{45^2}{5} = 202/5$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_2} = \frac{1}{2} \frac{45^2}{2/5} = 405$$

$$U_2 - U_1 = 405 - 202/5 = 202/5 nJ = 2/0.25 \times 10^2$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. خازن به باتری متصل است. بنابراین اختلاف پتانسیل خازن ثابت می‌ماند. (ثابت V)

$$\frac{U_2}{U_1} = 1/0.8$$

برای اینکه انرژی خازن، ۸ درصد افزایش پیدا کند باید:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 1/0.8$$

از طرفی ظرفیت خازن با فاصله بین صفحات نسبت عکس دارد.

$$\left(C \propto \frac{1}{d} \right)$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{2/7}{d_2} = 1/0.8 \Rightarrow d_2 = 2/5 \text{ mm}$$

$$\Delta d = 2/5 - 2/7 \Rightarrow \Delta d = -0.2 \text{ mm}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی که خازن به مولد متصل باشد، ولتاژ دو سر خازن ثابت می‌ماند و طبق رابطه

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \quad U \text{ انرژی خازن با ظرفیت خازن رابطه مستقیم دارد. از طرفی طبق رابطه } C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} \text{ داریم:}$$

$$\frac{U'}{U} = \frac{C'}{C} = \frac{\kappa'}{\kappa} \times \frac{d}{d'} \times \frac{A}{A'}$$

$$U' = U + \frac{50}{100} U = 1.5U \Rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{10}{5} \times \frac{d}{d'} \times 1 \Rightarrow \frac{d}{d'} = \frac{3}{4} = \frac{9}{12}$$

یعنی فاصله بین صفحات را ۳ mm افزایش می‌دهیم و دی‌الکتریک را با دی‌الکتریک با ثابت ۱۰ جایگزین کنیم.

$$\Rightarrow \begin{cases} d' = 12 \text{ mm} \\ d = 9 \text{ mm} \end{cases}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

الف) نادرست - چون خازن را پس از پر شدن از باتری جدا می‌کنیم. بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند. بنابراین با دو برابر

کردن فاصله بین صفحات خازن و وارد کردن دی‌الکتریک با ثابت $1/5$ بین صفحات آن، بنابر رابطه $C = \frac{\kappa \epsilon \cdot A}{d}$

ظرفیت خازن $\frac{3}{4}$ برابر می‌شود. زیرا:

$$\frac{C'}{C} = \frac{\kappa'}{\kappa} \times \frac{d}{d'} \xrightarrow{\kappa'=1, d'=2d} \frac{C'}{C} = \frac{1/5}{1} \times \frac{d}{2d} \Rightarrow C' = \frac{3}{4} C$$

که در واقع اگر حالت اولیه را یک در نظر بگیریم آن موقع داریم:

$$C' = \frac{3}{4} = 0.75$$

یعنی $0.75/1$ یا در واقع ۲۵٪، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد.

ب) درست - انرژی خازن $\frac{4}{3}$ برابر می‌شود زیرا:

$$U = \frac{Q^2}{2C} \xrightarrow{Q \text{ ثابت}} \frac{U'}{U} = \frac{C}{C'} = \frac{C}{\frac{3}{4}C} \Rightarrow U' = \frac{4}{3} U$$

پ) درست - اختلاف پتانسیل دو سر خازن $\frac{4}{3}$ برابر می‌شود زیرا:

$$C = \frac{Q}{V} \xrightarrow{Q \text{ ثابت}} \frac{C'}{C} = \frac{V}{V'} \xrightarrow{C'=\frac{3}{4}C} \frac{\frac{3}{4}C}{C} = \frac{V}{V'} \Rightarrow V' = \frac{4}{3} V$$

ت) نادرست - طبق قسمت الف چون خازن را پس از پر شدن از باتری جدا می‌کنیم پس بار الکتریکی Q آن ثابت می‌ماند.

جواب گزینه ۲ $\Leftarrow$ گزاره‌های الف و ت نادرست هستند.

۷۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فروریزش الکتریکی ناشی از کنده شدن الکترون‌های اتم‌های ماده‌ی دی‌الکتریک توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دو صفحه و سپس رانده شدن این الکترون‌ها توسط میدان الکتریکی و ایجاد مسیرهای رسانا درون دی‌الکتریک می‌باشد که با یک جرقه همراه است و معمولاً خازن را می‌سوزاند. بنابراین دیگر به همان حالت قبل برنمی‌گردد.

۷۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با جدا کردن بار الکتریکی 4 mC از صفحه منفی و انتقال آن به صفحه مثبت، در واقع بار الکتریکی خازن از q به $(q + 4 \text{ mC})$ می‌رسد و 10 J انرژی‌ای که برای این انتقال صرف شده است، معادل با تغییر انرژی خازن می‌باشد.

$$U_2 - U_1 = \frac{q_2^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} = \frac{1}{2C} \left(q_2^2 - q_1^2 \right) = \frac{1}{2C} (q_2 + q_1)(q_2 - q_1)$$

$$\Rightarrow 10 = \frac{1}{2 \times (14 \times 10^{-6})} \times ((q + 4) + q)((q + 4) - q) \times 10^{-6} \Rightarrow 10 \times 2 \times 14 \times 10^{-6}$$

$$= (2q + 4)(4) \times 10^{-6} \Rightarrow q = 33 \text{ mC}$$

۷۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی که خازن به مولد متصل باشد، ولتاژ دو سر خازن ثابت می‌ماند و طبق رابطه

$$U = \frac{1}{\kappa} CV^2, \text{ انرژی خازن با ظرفیت خازن رابطه مستقیم دارد. از طرفی طبق رابطه } C = \kappa \varepsilon_0 \frac{A}{d} \text{ داریم:}$$

$$\frac{U'}{U} = \frac{C'}{C} = \frac{\kappa'}{\kappa} \times \frac{d}{d'} \times \frac{A'}{A}$$

$$U' = U + \frac{50}{100} U = 1.5U \Rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{10}{5} \times \frac{d}{d'} \times 1 \Rightarrow \frac{d}{d'} = \frac{3}{4} \xrightarrow{d=9 \text{ mm}} d' = 12 \text{ mm}$$

یعنی باید فاصله بین صفحات را 3 mm افزایش دهیم و دی‌الکتریک را با ثابت 10 جایگزین کنیم.

۷۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بار صفحات خازن ناهم‌نام هستند، پس وقتی بار از صفحه مثبت برداشته شده و به صفحه دیگر که منفی است افزوده می‌شود یا برعکس، در واقع بار خازن به اندازه ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. (مثبت و منفی

$$Q_2 = Q_1 - \frac{20}{100} Q_1 \Rightarrow Q_2 = 0.8 Q_1 \quad \text{همدیگر را خنثی می‌کند):}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^2 = \left(\frac{0.8 Q_1}{Q_1} \right)^2 = 0.64 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{64}{100}$$

$$\Rightarrow \frac{U_2 - U_1}{U_1} = \frac{64 - 100}{100} = -\frac{36}{100} \Rightarrow 36 \text{ درصد تغییر می‌کند}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حالت اول که خازن به باتری متصل است، اختلاف پتانسیل آن ثابت می‌ماند. بنابراین، ابتدا مشخص می‌کنیم در این حالت ظرفیت و انرژی خازن چند برابر می‌شود.

$$C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} \xrightarrow{\kappa=1, A=\text{ثابت}} \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{d_2=d_1 - 0.4d_1 = 0.6d_1} \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{0.6d_1} = \frac{10}{6} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{5}{3}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{V=\text{ثابت}} \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{5}{3}$$

در حالتی که خازن را از باتری جدا کنیم، بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند. در این حالت داریم:

$$C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} \xrightarrow{A=\text{ثابت}, d=\text{ثابت}} \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \xrightarrow{\kappa_2=1/5, \kappa_1=1} \frac{C_2}{C_1} = \frac{1/5}{1} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{C_2}{C_3} = \frac{2}{3}$$

$$U = \frac{Q^2}{2C} \xrightarrow{Q=\text{ثابت}} \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} \xrightarrow{U_2=\frac{5}{3}U_1} \frac{U_2}{\frac{5}{3}U_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow U_2 = \frac{10}{9}U_1$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 220 \times 10^{-12} = \frac{1}{2} \times 10^{-11} V^2 \Rightarrow V^2 = 144 \Rightarrow V = 12V$$

$$|\Delta V| = Ed \Rightarrow 12 = E \times 10^{-2} \Rightarrow E = 1200 \frac{N}{C}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. خازنی که به مولد متصل است، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت می‌ماند و چون ساختمان

آن را تغییر داده‌ایم طبق رابطه $C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، ظرفیت خازن تغییر می‌کند، داریم:

$$\frac{C'}{C} = \frac{k'}{\kappa} \times \frac{d}{d'} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{5} = \frac{4}{10}$$

انرژی خازن طبق رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ با ظرفیت خازن رابطه‌ی مستقیم دارد.

$$\frac{U'}{U} = \frac{C'}{C} = \frac{4}{10} \Rightarrow U' = 0.4U$$

داریم:

$$\text{درصد تغییر} = \left(\frac{U'}{U} - 1 \right) \times 100 = 0.4 \times 100 = -60\%$$

علامت منفی بیانگر این است که انرژی خازن کاهش یافته است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وقتی خازن پُر شده از مولد جدا می‌شود، بار الکتریکی ثابت می‌ماند و با توجه به رابطه‌ی

$U = \frac{Q^2}{2C}$ بنابراین $U \propto \frac{1}{C}$ است و چون $C = \frac{\kappa \epsilon \cdot A}{d}$ است، پس:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow 4 = \frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_2 = 4d_1$$

بنابراین از موارد گفته شده تنها مورد (الف) درست است، چون در سه مورد دیگر ظرفیت خازن افزایش دارد.

$$C = \kappa \varepsilon \cdot \frac{A}{d} = 4 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{10^{-4}}{0.3 \times 10^{-3}} = 12 \times 10^{-12} \text{ F} = 12 \text{ pF}$$

ولت $V_{\max} = 10000 \times 0.3 = 3000$ برای خازن

$$U = \frac{1}{2} C V_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 10^{-12} \times (3000)^2 = 54 \mu\text{J}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون U ، Q و V معلوم‌اند، ابتدا با استفاده از رابطه $U = \frac{1}{2} QV$ بار Q را می‌یابیم. با توجه

به داده‌های سؤال داریم:

$$U_2 = U_1 + 12 \text{ mJ} \xrightarrow{U = \frac{1}{2} QV} \frac{1}{2} Q_2 V_2 = \frac{1}{2} Q_1 V_1 + 12 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$\frac{V_2 = 90 \text{ V}, V_1 = 30 \text{ V}}{Q_1 = Q, Q_2 = 2Q} \rightarrow \frac{1}{2} \times 2Q \times 90 - \frac{1}{2} \times Q \times 30 = 12 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 135Q - 15Q = 12 \times 10^{-3} \Rightarrow 120Q = 12 \times 10^{-3} \Rightarrow Q = 10^{-4} \text{ C}$$

$$\xrightarrow{1C = 10^6 \mu\text{C}} Q = 10^{-4} \times 10^6 \mu\text{C} = 100 \mu\text{C}$$

اکنون اختلاف بار الکتریکی ذخیره شده در دو مدار را پیدا می‌کنیم:

$$Q_2 - Q_1 = 2Q - Q = Q \Rightarrow Q_2 - Q_1 = 2 \times 100 = 200 \mu\text{C}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گام اول: وقتی دو سر خازن به دو سر یک باتری متصل است، هر تغییری در ساختمان خازن ایجاد کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر خازن تغییر نکرده و ثابت می‌ماند. با توجه به رابطه انرژی خازن می‌توان نوشت:

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \xrightarrow{V_1 = V_2} \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1}$$

گام دوم: انرژی خازن ۴۰ درصد افزایش داشته است. پس داریم:

$$U_2 = U_1 + \frac{40}{100} U_1 = U_1 + 0.4 U_1 = 1.4 U_1$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \xrightarrow{U_2 = 1.4 U_1} \frac{1.4 U_1}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 1.4$$

گام سوم: رابطه ظرفیت خازن برحسب مشخصات ساختمانی آن به صورت $C = \kappa \varepsilon \frac{A}{d}$ است. κ ، ε و A در اینجا هیچ

تغییری نداشته و ثابت هستند. اما فاصله دو صفحه از یکدیگر تغییر کرده است ظرفیت خازن با فاصله دو صفحه از یکدیگر نسبت وارون دارد.

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \xrightarrow{\frac{C_2}{C_1} = 1.4} 1.4 = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow d_2 = 5 \text{ mm}$$

$$\Delta d = d_2 - d_1 = 5 - 7 = -2 \text{ mm}$$

گام چهارم: تغییر فاصله بین دو صفحه را به دست می‌آوریم:

علامت منفی نشان می‌دهد که باید فاصله دو صفحه را ۲ میلی‌متر کاهش دهیم.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. به محض باز شدن کلید، بار الکتریکی در خازن در تمامی تغییرات بعدی ثابت می‌ماند.

$$U = \frac{Q^2}{2C} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{K_1}{K_2} \times \frac{d_2}{d_1} = \frac{3}{1} \times \frac{d_1}{d_2} = \frac{9}{4}$$

۸۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای مقایسه جرقه الکتریکی در دو حالت، باید به سراغ انرژی ذخیره شده در خازن برویم. در حقیقت هنگام جرقه زدن، این انرژی است که آزاد می‌شود و هر چه بیشتر باشد، جرقه بزرگ‌تری خواهیم داشت. در این تست با افزایش فاصله دو صفحه خازن، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد و چون بار خازن در حالت دوم با حالت اول مساوی است، رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ نشان می‌دهد که انرژی خازن در حالت دوم بیشتر است و در نتیجه، جرقه بزرگ‌تری نیز خواهیم داشت.

۸۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Delta U = U' - U = -\frac{1}{3}U \Rightarrow U' = \frac{1}{3}U \Rightarrow \cancel{\frac{1}{2}C} V'^2 = \frac{1}{3} \times \cancel{\frac{1}{2}C} V^2 \Rightarrow V'^2 = \frac{1}{3}V^2 \Rightarrow V' = \frac{\sqrt{3}}{3}V$$

۸۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بار خازن و انرژی ذخیره شده در آن افزایش می‌یابد. بنابراین داریم:

$$\frac{u'}{u} = \frac{\cancel{\frac{Q'^2}{2}}}{\cancel{\frac{Q^2}{2}}} \Rightarrow \frac{u'}{u} = \frac{1/69 \cancel{u}}{\cancel{u}} = \frac{Q'^2}{Q^2} \Rightarrow 1/3 = \frac{Q'}{Q} \Rightarrow Q' = 1/3 Q$$

$$\Delta q = ne = 5 \times 10^{12} \times 1/6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-6} C = 8 \mu C$$

$$Q' = Q + 8 \Rightarrow 1/3 Q = Q + 8 \Rightarrow 2/3 Q = 8 \Rightarrow Q = \frac{12}{2} \mu C$$

۸۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta V} \Rightarrow 2 \times 10^{-6} = \frac{\Delta q}{30} \Rightarrow \Delta q = 60 \mu C = 84 \mu C - q_1$$

$$U_1 = \frac{q_1^2}{2C} = \frac{(24 \times 10^{-6})^2}{2 \times 2 \times 10^{-6}} = \frac{24 \times 24 \times 10^{-12}}{4 \times 10^{-6}} = 144 \times 10^{-6} J = 144 \mu J$$

۸۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

(۱) بار صفحات ثابت می‌ماند. (۲) درست است.

(۳) اختلاف پتانسیل صفحات خازن برابر $\frac{1}{3}$ می‌شود. (۴) انرژی خازن برابر $\frac{1}{3}$ می‌شود.

۸۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow 4 = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{4}$$

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} (C_2 V_2^2 - C_1 V_1^2)$$

$$\Rightarrow -8 \times 10^{-9} = \frac{1}{2} \left(4 \times 32 \times 10^{-9} \times \frac{V_1^2}{16} - 32 \times 10^{-9} V_1^2 \right) \Rightarrow -8 \times 10^{-9} = 16 \times 10^{-9} \left(\frac{V_1^2}{4} - V_1^2 \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{3V_1^2}{4} \Rightarrow V_1^2 = \frac{2}{3} \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{2}{3}} V$$

۸۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فقط گزاره ث نادرست است.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا بار ذخیره شده در خازن را در حالت اول به دست می‌آوریم:

$$q_1 = C_1 V_1 \xrightarrow{C_1 = 1/5 \mu F, V_1 = 8V} q_1 = 1/5 \times 8 = 12 \mu C$$

با کندن الکترون از صفحه مثبت و انتقال به صفحه منفی بار خازن افزایش می‌یابد:

$$q_2 = q_1 + ne \xrightarrow{n = 5 \times 10^{12}, e = 1/6 \times 10^{-19} C} q_2 = 10^{-6} (12 + 8) \\ = 20 \times 10^{-6} C = 20 \mu C$$

اکنون با توجه به رابطه انرژی ذخیره شده در خازن داریم:

$$U = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{q_2}{q_1} \right)^2 \times \frac{C_1}{C_2} \xrightarrow{\frac{U_2}{U_1} = 1, q_2 = 20 \mu C, q_1 = 12 \mu C, C = 40 \frac{A}{d}} \\ 1 = \left(\frac{20}{12} \right)^2 \times \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{9}{25}$$

1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4
41	1	2	3	4
42	1	2	3	4
43	1	2	3	4
44	1	2	3	4
45	1	2	3	4
46	1	2	3	4
47	1	2	3	4
48	1	2	3	4
49	1	2	3	4
50	1	2	3	4
51	1	2	3	4
52	1	2	3	4
53	1	2	3	4
54	1	2	3	4
55	1	2	3	4
56	1	2	3	4
57	1	2	3	4
58	1	2	3	4
59	1	2	3	4
60	1	2	3	4
61	1	2	3	4
62	1	2	3	4
63	1	2	3	4
64	1	2	3	4

65	1	2	3	4
66	1	2	3	4
67	1	2	3	4
68	1	2	3	4
69	1	2	3	4
70	1	2	3	4
71	1	2	3	4
72	1	2	3	4
73	1	2	3	4
74	1	2	3	4
75	1	2	3	4
76	1	2	3	4
77	1	2	3	4
78	1	2	3	4
79	1	2	3	4
80	1	2	3	4
81	1	2	3	4
82	1	2	3	4
83	1	2	3	4
84	1	2	3	4
85	1	2	3	4
86	1	2	3	4
87	1	2	3	4
88	1	2	3	4
89	1	2	3	4
90	1	2	3	4

