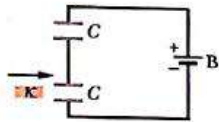


شکل ۲۲-۲۵ پرسش ۸

۹ یک خازن تخت به یک باتری با اختلاف پتانسیل الکتریکی V بسته شده است. اگر فاصله‌ی صفحه‌های این خازن کاهش پیدا کند، آیا کمیت‌های زیر افزایش می‌یابند یا کاهش، و یا تغییری نمی‌کنند؟ (الف) ظرفیت خازن، (ب) اختلاف پتانسیل دو سر خازن، (پ) بار روی خازن، (ت) انرژی ذخیره شده توسط خازن، (ث) بزرگی میدان الکتریکی میان صفحه‌ها و (ج) جگالی انرژی آن میدان الکتریکی.



شکل ۲۳-۲۵ پرسش ۱۰

۱۰ وقتی یک بره‌ی دی‌الکتریک بین صفحه‌های یکی از دو خازن مشابه شکل ۲۳-۲۵ قرار داده شود، آیا مشخصه‌های (الف) ظرفیت، (ب) بار،

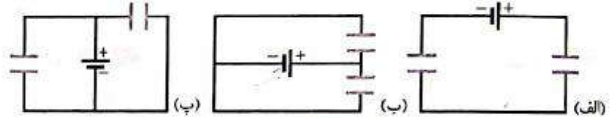
(پ) اختلاف پتانسیل، و (ت) انرژی پتانسیل آن خازن افزایش می‌یابد یا کاهش، و یا تغییری نمی‌کند؟ (ث) در مورد خازن دیگر چطور؟

۱۱ قرار است خازن‌های C_1 و C_2 با $C_1 > C_2$ را نخست به‌طور جداگانه، سپس به‌طور متوالی و سرانجام به‌طور موازی به یک باتری وصل کنید. این آرایش‌ها را بر طبق مقدار بار ذخیره شده به‌گونه‌ای مرتب کنید که بیشترین مقدار در ابتدا باشد.

۵ نخست یک تک‌خازن C_1 به باتری بسته می‌شود. سپس خازن C_2 به‌طور موازی به آن اضافه می‌شود. آیا اکنون (الف) اختلاف پتانسیل دو سر C_1 و (ب) بار q_1 روی C_1 از حالت اول بیشتر است یا کمتر، و یا برابر با آن است؟ (پ) آیا ظرفیت خازن معادل C_1 خازن‌های C_1 و C_2 بیشتر از C_1 است یا کمتر، و یا برابر با آن است؟ (ت) آیا بار ذخیره شده روی مجموع خازن‌های C_1 و C_2 از بار ذخیره شده‌ی قبلی روی خازن C_1 بیشتر است یا کمتر، و یا برابر با آن است؟

۶ پرسش ۵ را برای وضعیتی که خازن C_2 به جای اتصال موازی، به‌طور متوالی بسته شود، تکرار کنید.

۷ برای هر یک از مدارهای شکل ۲۱-۲۵، آیا خازن‌ها به‌طور متوالی بسته شده‌اند، یا موازی و یا هیچ‌کدام؟

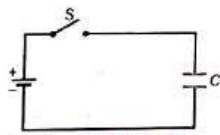


شکل ۲۱-۲۵ پرسش ۷

۸ شکل ۲۲-۲۵ یک کلید باز، یک باتری با اختلاف پتانسیل V ، یک سنج‌هی جریان A ، و سه خازن بدون بار یکسان C را نشان می‌دهد. وقتی کلید بسته شود و جریان به تعادل برسد، (الف) اختلاف پتانسیل دو سر هر خازن و (ب) بار روی صفحه‌ی چپ هر خازن چقدر می‌شود؟ (پ) در حین باردار شدن، چه بار خالصی از سنج‌هی می‌گذرد؟

مسئله‌ها

حل با راهنمایی مرحله به مرحله (بسته به صلاحدید مدرس) در WileyPLUS و WebAssign موجود است.
 تعداد نقطه‌ها سطح دشواری مسئله را مشخص می‌کند.
 اطلاعات بیشتر در کتاب نمایش هیجان‌انگیز فیزیک و در www.flyingcircusofphysics.com
 حل در ILW
 حل به روش تعاملی در WWW
 داده شده است. <http://www.wiley.com/college/haaland/>



شکل ۲۵-۲۵ مسئله ۲

بخش ۱-۲۵ ظرفیت

۱۰ دو جسم فلزی شکل ۲۴-۲۵ دارای بارهای خالص $+7.0\text{ pC}$ و -7.0 pC هستند که به اختلاف پتانسیل 20 V بین آنها می‌انجامد. (الف) ظرفیت این دستگاه چقدر است؟ (ب) اگر این بارها به $+2.00\text{ pC}$ و -2.00 pC تغییر کنند، ظرفیت دستگاه چقدر می‌شود؟ (پ) اختلاف پتانسیل چطور؟



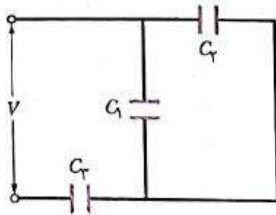
شکل ۲۴-۲۵ مسئله ۱

۲۰ خازن شکل ۲۵-۲۵ دارای ظرفیت 25 nF و در ابتدا بدون بار است. باتری، اختلاف پتانسیل 120 V را مهیا می‌کند. پس از آنکه کلید S بسته شود، چقدر بار از آن خواهد گذشت؟

بخش ۲-۲۵ محاسبه‌ی ظرفیت

۳۰ خازنی تخت دارای صفحه‌های دایره‌ای به شعاع 8.7 cm و فاصله‌ی صفحه‌های 1.3 mm است. (الف) ظرفیت این خازن را محاسبه کنید. (ب) اگر اختلاف پتانسیل 120 V به صفحه‌ها اعمال شود، چقدر بار روی صفحه‌ها ظاهر می‌شود؟

۴۰ شعاع صفحه‌های یک خازن کروی برابر با 3.8 mm و 4.0 mm است. (الف) ظرفیت این خازن را محاسبه کنید. (ب) مساحت یک خازن تخت با همان فاصله‌ی جدایی صفحه‌ها و همان



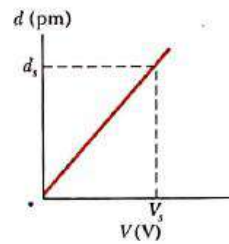
شکل ۲۵-۲۹ مسئله‌های ۱۱ و ۱۷ و ۲۸

شکل ۲۵-۲۹ مسئله‌های ۱۱ و ۱۷ و ۲۸

ظرفیت باید چقدر باشد؟

۵۰ ظرفیت یک قطره حاصل از دو قطره‌ی جیوه‌ی کروی، هر یک به شعاع $R = 2.0 \text{ mm}$ ، چقدر است؟

۶۰ می‌خواهید با دو صفحه‌ی فلزی تخت، هر یک به مساحت 1.0 m^2 ، یک خازن تخت بسازید. (الف) برای آنکه ظرفیت این خازن 1.0 F شود، فاصله‌ی بین صفحه‌های آن باید چقدر باشد؟ (ب) آیا در عمل، این خازن را می‌توان ساخت؟



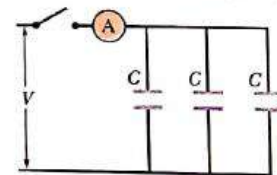
۷۰ اگر یک خازن تخت بدون بار (با ظرفیت C) به یک باتری بسته شود، وقتی الکترون‌ها به سوی سطح صفحه‌ای (به مساحت A) حرکت کنند، این صفحه به طور منفی باردار می‌شود. در شکل ۲۵-۲۶ عمق d بی که از آن الکترون‌ها به صفحه‌ی یک

شکل ۲۵-۲۶ مسئله ۷

خازن نوعی می‌رسند برحسب گستره‌ی مقادیر اختلاف پتانسیل V باتری رسم شده است. محور قائم با $d_s = 1.0 \text{ pm}$ و محور افقی با $V_s = 2.0 \text{ V}$ می‌باشد. نسبت C/A چقدر است؟

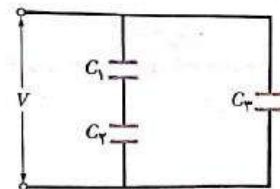
بخش ۲۵-۳ خازن‌های موازی و متوالی

۸۰ چند خازن $1.0 \mu\text{F}$ باید به طور موازی بسته شوند تا به ازای اختلاف پتانسیل 110 V در دو سر خازن‌ها، بار 1.0 C ذخیره شود؟
 ۹۰ هر یک از خازن‌های بدون بار شکل ۲۵-۲۷ دارای ظرفیت $25.0 \mu\text{F}$ هستند. وقتی کلید بسته شود، اختلاف پتانسیل $V = 4200 \text{ V}$ برقرار می‌شود. چند کولن بار از سنجی A می‌گذرد؟



شکل ۲۷-۲۵ مسئله ۹

۱۰۰ در شکل ۲۵-۲۸، ظرفیت معادل ترکیب خازن‌ها را به دست آورید. فرض کنید C_1 برابر $1.0 \mu\text{F}$ ، C_2 برابر $5.0 \mu\text{F}$ ، و C_3 برابر $4.0 \mu\text{F}$ است.



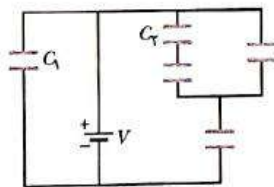
شکل ۲۸-۲۵ مسئله‌های ۱۰ و ۲۴

۱۱۰ در شکل ۲۵-۲۹، ظرفیت معادل ترکیب خازن‌ها را به دست آورید. فرض کنید $C_1 = 1.0 \mu\text{F}$ ، $C_2 = 5.0 \mu\text{F}$ ، و

۱۲۰۰ دو خازن تخت، هر یک به ظرفیت $6.0 \mu\text{F}$ ، به طور موازی به یک باتری 10 V بسته شده‌اند. سپس یکی از خازن‌ها فشرده می‌شود، طوری که فاصله‌ی بین صفحه‌های آن به نصف مقدار اولیه‌اش می‌رسد. بر اثر این فشردگی (الف) چقدر بار اضافی توسط باتری به خازن‌ها منتقل می‌شود و (ب) افزایش بار کل ذخیره شده‌ی روی خازن‌ها چقدر است؟

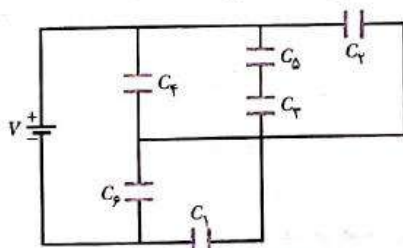
۱۳۰۰ **ILW** خازنی با ظرفیت 1.0 pF تا اختلاف پتانسیل 50 V باردار شده و سپس باتری برداشته می‌شود. آنگاه این خازن را به طور موازی به خازن دیگری (که در ابتدا بدون بار است) می‌بندیم. اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن اول تا 35 V افت کند، ظرفیت خازن دوم چقدر است؟

۱۴۰۰ در شکل ۲۵-۳۰، اختلاف پتانسیل باتری $V = 10.0 \text{ V}$ است و هر پنج خازن دارای ظرفیت $1.0 \mu\text{F}$ هستند. بار روی (الف) خازن ۱ و (ب) خازن ۲ چقدر است؟



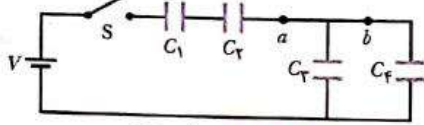
شکل ۳۰-۲۵ مسئله ۱۴

۱۵۰۰ در شکل ۲۵-۳۱، یک باتری 20.0 V به دو سر خازن‌هایی با ظرفیت $C_1 = C_2 = 3.0 \mu\text{F}$ و $C_3 = C_4 = C_5 = 4.0 \mu\text{F}$ بسته شده است. (الف) ظرفیت معادل C_{eq} این خازن‌ها و (ب) بار ذخیره شده توسط C_{eq} چقدر است؟ (پ) V_1 و (ت) q_1 خازن ۱، (ث) V_2 و (ج) q_2 خازن ۲، (چ) V_3 و (ح) q_3 خازن ۳ چقدر است؟



شکل ۳۱-۲۵ مسئله ۱۵

۱۹۰۰ در شکل ۲۵-۳۴، اختلاف پتانسیل باتری $V = 9.0V$ ، $C_1 = 3.0 \mu F$ و $C_2 = 4.0 \mu F$ و همه‌ی خازن‌ها در ابتدا بدون بار هستند. وقتی کلید S بسته شود، بار کل $12 \mu C$ از نقطه‌ی a و بار کل $8.0 \mu C$ از نقطه‌ی b عبور کند. (الف) C_1 و (ب) C_2 چقدر است؟



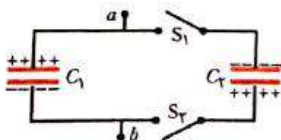
شکل ۲۵-۳۴ مسئله ۱۹

۲۰۰۰ شکل ۲۵-۳۵ خازنی متغیر با "شکاف هوا" را نشان می‌دهد که برای تنظیم دستی استفاده می‌شود. صفحه‌ها یک در میان به یکدیگر متصل شده‌اند؛ یک دسته از صفحه‌ها در جای خود ثابت شده‌اند و دسته‌ی دیگر می‌توانند بچرخند. خازنی با $n = 8$ صفحه با قطبیت‌های یک در میان را در نظر بگیرید که مساحت هر یک از صفحه‌های آن $A = 1.5 \text{ cm}^2$ و فاصله‌ی صفحه‌های مجاور آن $d = 3.4 \text{ mm}$ است. ظرفیت بیشینه‌ی این خازن چقدر است؟



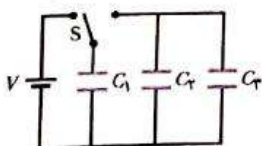
شکل ۲۵-۳۵ مسئله ۲۰

۲۱۰۰ در شکل ۲۵-۳۶، ظرفیت‌ها عبارت‌اند از $C_1 = 1.0 \mu F$ و $C_2 = 3.0 \mu F$ و هر دو خازن تا اختلاف پتانسیل $V = 10.0V$ ولی با قطبیدگی‌های مخالف باردار شده‌اند. وقتی کلیدهای S_1 و S_2 بسته شوند، (الف) اختلاف پتانسیل بین نقطه‌های a و b چقدر می‌شود؟ و در این موقع بار روی (الف) خازن ۱ و (ب) خازن ۲ چقدر است؟



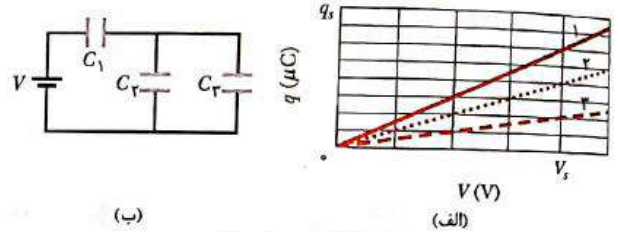
شکل ۲۵-۳۶ مسئله ۲۱

۲۲۰۰ در شکل ۲۵-۳۷، $V = 10.0V$ ، $C_1 = 1.0 \mu F$ ، و $C_2 = C_3 = 2.0 \mu F$ است. کلید S نخست به سمت چپ زده می‌شود تا اینکه خازن ۱ به وضعیت تعادل برسد. سپس این کلید به سمت راست زده می‌شود. وقتی دوباره تعادل حاصل شود، بار روی خازن ۱ چقدر است؟



شکل ۲۵-۳۷ مسئله ۲۲

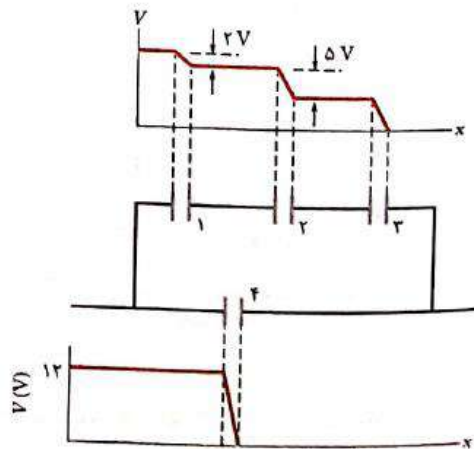
۱۶۰۰ نمودار ۱ در شکل ۲۵-۳۲ الف بار q بی را که می‌تواند در خازن ۱ ذخیره شود برحسب پتانسیل الکتریکی V ی دو سر آن، نشان می‌دهد. محور قائم با $q_s = 16.0 \mu C$ ، و محور افقی با $V_s = 2.0V$ مقیاس‌بندی شده است. نمودارهای ۲ و ۳ نمودارهای مشابهی را به ترتیب برای خازن‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهند. شکل ۲۵-۳۲ ب مداری با این سه خازن و یک باتری $6.0V$ را نشان می‌دهد. چه باری روی خازن ۲ در این مدار ذخیره شده است؟



شکل ۲۵-۳۲ مسئله ۱۶

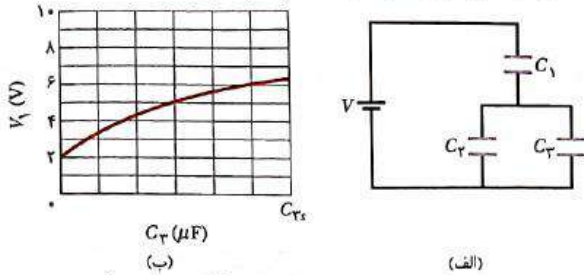
۱۷۰۰ در شکل ۲۵-۲۹، اختلاف پتانسیل $V = 100.0V$ به دو سری یک آرایش خازنی با ظرفیت‌های $C_1 = 10.0 \mu F$ ، $C_2 = 5.0 \mu F$ و $C_3 = 4.0 \mu F$ اعمال شده است. اگر خازن ۳ دچار فروریزش الکتریکی شود، به طوری که معادل یک سیم رسانا گردد، (الف) بار روی خازن ۱ و (ب) اختلاف پتانسیل دو سر خازن ۱ چقدر افزایش می‌یابد؟

۱۸۰۰ شکل ۲۵-۳۳ بخشی از مداری شامل چهار خازن پُر شده با هوا را نشان می‌دهد که به مدار بزرگتری متصل شده است. نمودار زیر این بخش، پتانسیل الکتریکی $V(x)$ را برحسب تابعی از مکان x روی قسمت پایینی این بخش، عبوری از خازن ۴، نشان می‌دهد. به همین ترتیب، نمودار بالای این بخش، پتانسیل الکتریکی $V(x)$ را برحسب تابعی از مکان x روی قسمت بالایی این بخش، عبوری از خازن‌های ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهد. ظرفیت خازن ۳ برابر با $7.8 \mu F$ است. ظرفیت (الف) خازن ۱ و (ب) خازن ۲ چقدر است؟

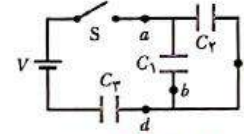


شکل ۲۵-۳۳ مسئله ۱۸

۲۳••• خازن‌های شکل ۲۵-۳۸ در ابتدا بدون بار هستند. ظرفیت این خازن‌ها عبارت‌اند از: $C_1 = 4\mu\text{F}$ ، $C_2 = 8\mu\text{F}$ ، $C_3 = 12\mu\text{F}$ و $C_4 = 12\mu\text{F}$ ، و اختلاف پتانسیل باتری $V = 12\text{V}$ است. وقتی کلید S بسته شود، چند الکترون از (الف) نقطه a ، (ب) نقطه b ، (پ) نقطه c ، و (ت) نقطه d می‌گذرد؟ در شکل، آیا الکترون‌ها از (ث) نقطه b و (ج) نقطه c رو به بالا می‌گذرند یا رو به پایین؟

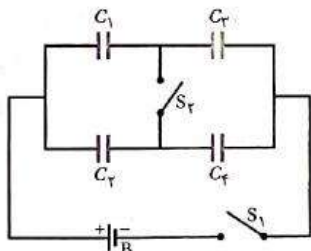


شکل ۲۵-۴۱ مسئله ۲۶

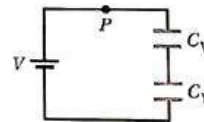


شکل ۲۵-۳۸ مسئله ۲۳

۲۴••• شکل ۲۵-۳۹ دو خازن استوانه‌ای پُر شده از هوا را نشان می‌دهد که به‌طور متوالی به دو سر باتری‌ای با پتانسیل $V = 10\text{V}$ بسته شده‌اند. خازن ۱ دارای یک صفحه‌ی داخلی به شعاع 5.0mm ، یک صفحه‌ی خارجی به شعاع 1.5cm و طول 5.0cm است. خازن ۲ دارای یک صفحه‌ی داخلی به شعاع 2.5mm ، یک صفحه‌ی خارجی به شعاع 1.0cm و طول 9.0cm است. صفحه‌ی خارجی خازن ۲ از جنس یک غشاء آلی رساناست که قابلیت کشسانی دارد، و برای افزایش فاصله‌ی صفحه‌های خازن، می‌توان آن را کشید. اگر شعاع صفحه‌ی خارجی بر اثر کش آمدن به 2.5cm افزایش یابد، (الف) چند الکترون از نقطه P می‌گذرد و (ب) آیا آنها به سمت باتری حرکت می‌کنند و یا از باتری دور می‌شوند؟

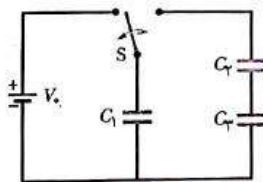


شکل ۲۵-۴۲ مسئله ۲۷

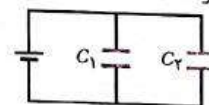


شکل ۲۵-۳۹ مسئله ۲۴

۲۵••• در شکل ۲۵-۴۰، دو خازن تخت (که در میان صفحه‌های آنها هواست) به یک باتری بسته شده‌اند. مساحت صفحه‌های خازن ۱ برابر 1.5cm^2 است و یک میدان الکتریکی به بزرگی 2000V/m (بین این صفحه‌ها) برقرار شده است. مساحت صفحه‌های خازن ۲ برابر 0.75cm^2 است و یک میدان الکتریکی به بزرگی 1500V/m بین صفحه‌های آن برقرار شده است. بار کل روی این دو خازن چقدر است؟



شکل ۲۵-۴۳ مسئله ۲۸



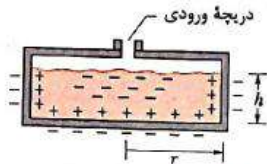
شکل ۲۵-۴۰ مسئله ۲۵

بخش ۲۵-۴۰ انرژی ذخیره شده در میدان الکتریکی

۲۹• برای آنکه 10kWh انرژی تا اختلاف پتانسیل 1000V ذخیره شود، به چه ظرفیتی نیاز است؟

۳۶••• خازن ۳ در شکل ۲۵-۴۱ الف یک خازن متغیر است (ظرفیت C_3 آن می‌تواند تغییر کند). شکل ۲۵-۴۴ ب پتانسیل

موجب تقویت جرقه شود. کمینه‌ی انرژی لازم برای آنکه جرقه موجب اشتعال مایع شود برابر با 10 mJ است. آیا در این وضعیت، جرقه می‌تواند مایع را مشتعل کند؟

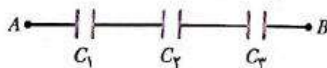


شکل ۲۵-۴۴ مسئله ۳۶

۳۷. صفحاتی موازی یک خازن، با مساحت صفحه‌های 8.75 cm^2 و فاصله‌ی صفحه‌های پُر شده از هوایی برابر با 3.7 mm ، توسط یک باتری 6.7 V باردار شده است. سپس باتری برداشته شده و فاصله‌ی جدایی صفحه‌ها (بدون تخلیه‌ی بار) تا 8.7 mm افزایش داده می‌شود. با چشم‌پوشی از فریزشدگی خطوط میدان (الف) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها، (ب) انرژی ذخیره شده‌ی اولیه، (پ) انرژی ذخیره شده‌ی نهایی، و (ت) کار لازم برای افزایش فاصله‌ی صفحه‌ها را به دست آورید.

۳۸. در شکل ۲۵-۲۹، اختلاف پتانسیل $V = 100\text{ V}$ به دو سر یک آرایش خازنی با ظرفیت‌های $C_1 = 10\text{ }\mu\text{F}$ ، $C_2 = 5\text{ }\mu\text{F}$ ، و $C_3 = 15\text{ }\mu\text{F}$ اعمال شده است. (الف) بار q_3 ، (ب) اختلاف پتانسیل V_3 ، و (پ) انرژی ذخیره شده‌ی U_3 در خازن ۳، (ت) q_1 ، (ث) V_1 ، و (ج) U_1 برای خازن ۱، (چ) q_2 ، (ح) V_2 ، و (خ) U_2 برای خازن ۲ چقدر است؟

۳۹. در شکل ۲۵-۴۵، $C_1 = 10\text{ }\mu\text{F}$ ، $C_2 = 20\text{ }\mu\text{F}$ ، و $C_3 = 25\text{ }\mu\text{F}$ است. اگر هیچ خازنی نتواند اختلاف پتانسیلی بیشتر از 100 V را بدون فروریزش الکتریکی تحمل کند، (الف) بزرگی اختلاف پتانسیل بیشینه‌ای که می‌تواند بین صفحه‌های A و B وجود داشته باشد و (ب) انرژی بیشینه‌ای که می‌تواند در این آرایش سه خازنی ذخیره شود، چقدر است؟



شکل ۲۵-۴۵ مسئله ۳۹

بخش ۲۵-۵ خازن با دی‌الکتریک

۴۰. یک خازن تخت پُر شده از هوا دارای ظرفیت 1.3 pF است. فاصله‌ی صفحه‌های آن را دو برابر می‌کنیم و میان آنها موم قرار می‌دهیم. ظرفیت جدید خازن 2.6 pF می‌شود. ثابت دی‌الکتریک موم را به دست آورید.

۴۱. یک کابل هم‌محور در خط انتقالی به کار گرفته شده است که دارای شعاع داخلی 1.1 mm و شعاع خارجی 6.0 mm است. ظرفیت بر متر را برای این کابل محاسبه کنید. فرض کنید فضای میان این رساناها با پلی‌استیرن پُر شده است.

۲۰۰. چقدر انرژی در 1.0 m^3 هوا، حاصل از میدان الکتریکی "هوایی معتدل" به بزرگی 150 V/m ذخیره می‌شود؟

۳۱. خازنی به ظرفیت $2.0\text{ }\mu\text{F}$ و خازنی به ظرفیت $4.0\text{ }\mu\text{F}$ به‌طور موازی به اختلاف پتانسیل 300 V بسته شده‌اند. انرژی کل ذخیره شده در خازن‌ها را محاسبه کنید.

۳۲. یک خازن تخت پُر شده از هوا به مساحت صفحه‌های 40 cm^2 و فاصله‌ی صفحه‌های 1.0 mm تا اختلاف پتانسیل 600 V باردار شده است. (الف) ظرفیت، (ب) بزرگی بار روی هر صفحه، (پ) انرژی ذخیره شده، (ت) میدان الکتریکی میان صفحه‌ها، و (ث) چگالی انرژی میان صفحه‌ها، چقدر است؟

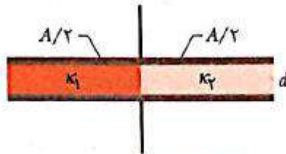
۳۳. یک کره فلزی منزوی باردار به قطر 10 cm دارای پتانسیل 8000 V نسبت به $V = 0$ در فاصله‌ی نامتناهی است. چگالی انرژی را در میدان الکتریکی نزدیک به سطح این کره محاسبه کنید.

۳۴. در شکل ۲۵-۲۸، اختلاف پتانسیل $V = 100\text{ V}$ به دو سر یک آرایش خازنی با ظرفیت‌های $C_1 = 10\text{ }\mu\text{F}$ ، $C_2 = 5\text{ }\mu\text{F}$ ، و $C_3 = 4\text{ }\mu\text{F}$ اعمال شده است. (الف) بار q_3 ، (ب) اختلاف پتانسیل V_3 ، و (پ) انرژی ذخیره شده‌ی U_3 در خازن ۳، (ت) q_1 ، (ث) V_1 ، و (ج) U_1 برای خازن ۱، و (چ) q_2 ، (ح) V_2 ، و (خ) U_2 برای خازن ۲ چقدر است؟

۳۵. فرض کنید یک الکترون ساکن، باری نقطه‌ای است. چگالی انرژی u میدان الکتریکی در فاصله‌ی شعاعی (الف) $r = 1.0\text{ mm}$ ، (ب) $r = 1.0\text{ }\mu\text{m}$ ، (پ) $r = 1.0\text{ nm}$ ، و (ت) $r = 1.0\text{ pm}$ چقدر است؟ (ث) وقتی $r \rightarrow 0$ میل کند، u چقدر می‌شود؟

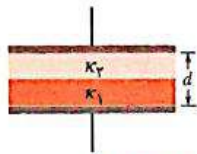
۳۶. به‌عنوان یک مهندس ایمنی، شما باید عمل ذخیره‌سازی مایعات رسانای قابل اشتعال را در یک محفظه‌ی نارسانا بازرسی کنید. شرکت تولیدکننده‌ی یکی از انواع این مایعات، از یک محفظه‌ی کوتاه با دیواره‌های استوانه‌ای پلاستیکی به شعاع داخلی $r = 0.20\text{ m}$ استفاده کرده و آن را تا ارتفاع $h = 10\text{ cm}$ که ارتفاع داخلی کامل محفظه نیست، پُر کرده است (شکل ۲۵-۴۴). بازرسی شما نشان می‌دهد که در حین جابه‌جایی محفظه، سطح خارجی آن غالباً باری منفی با چگالی باری به بزرگی $2.0\text{ }\mu\text{C/m}^2$ (تقریباً به‌طور یکنواخت) به دست می‌آورد. چون مایع داخل محفظه یک ماده‌ی رساناست، بار روی محفظه موجب جدایی بارها در داخل مایع می‌شود. (الف) چقدر بار منفی در مرکز این حجم مایع القأ شده است؟ (ب) فرض کنید ظرفیت بخش مرکزی مایع نسبت به زمین 35 pF است. انرژی پتانسیل مربوط به بار منفی در این خازن مؤثر چقدر است؟ (پ) اگر جرقه‌ای بین زمین و بخش مرکزی مایع (از طریق دریچه‌ی ورودی) رخ دهد، آن انرژی پتانسیل می‌تواند

می‌دهد. نیمه‌ی سمت چپ بین صفحه‌ها با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa_1 = 7/0$ پر شده است؛ نیمه‌ی سمت راست این فضا با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa_2 = 12/0$ پر شده است. ظرفیت این خازن چقدر است؟



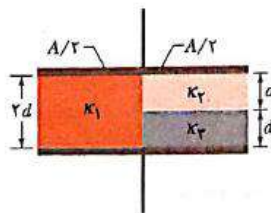
شکل ۲۵-۴۷ مسئله ۴۸

••• ۴۹ شکل ۲۵-۴۸ یک خازن تخت با مساحت صفحه‌های $A = 7/89 \text{ cm}^2$ و فاصله‌ی صفحه‌های $d = 4/62 \text{ mm}$ را نشان می‌دهد. نیمه‌ی بالایی فضای بین صفحه‌ها با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa_1 = 11/0$ پر شده است؛ نیمه‌ی پایینی این فضا با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa_2 = 12/0$ پر شده است. ظرفیت این خازن چقدر است؟



شکل ۲۵-۴۸ مسئله ۴۹

••• ۵۰ شکل ۲۵-۴۹ خازنی تخت با مساحت صفحه‌های $A = 10/5 \text{ cm}^2$ و فاصله‌ی بین صفحه‌های $2d = 7/12 \text{ mm}$ را نشان می‌دهد. نیمه‌ی چپ فضای بین صفحه‌ها با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa_1 = 21/0$ پر شده است؛ نیمه‌ی بالایی سمت راست این فضا با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa_2 = 42/0$ ، و نیمه‌ی پایینی سمت راست آن با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa_3 = 58/0$ پر شده است. ظرفیت این خازن چقدر است؟



شکل ۲۵-۴۹ مسئله ۵۰

بخش ۲۵-۶ دی‌الکتریک‌ها و قانون گاوس

••• ۵۱ **www** خازنی تخت دارای ظرفیت 100 pF ، مساحت صفحه‌های 100 cm^2 ، و دی‌الکتریک از جنس میکا ($\kappa = 5/4$) است که فضای میان صفحه‌های آن را کاملاً پر کرده است. تحت اختلاف پتانسیل 50 V ، (الف) بزرگی میدان الکتریکی E در میکا، (ب) بزرگی بار آزاد روی صفحه‌ها و (پ) بزرگی بار سطحی القاء شده روی میکا را محاسبه کنید.

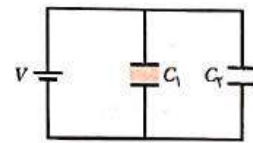
••• ۴۲ یک خازن تخت پُر شده از هوا دارای ظرفیت 50 pF است. (الف) اگر مساحت هر صفحه‌ی آن $0/35 \text{ m}^2$ باشد، فاصله‌ی جدایی صفحه‌های آن چقدر است؟ (ب) اگر اکنون ناحیه‌ی میان این صفحه‌ها با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 5/6$ پُر شود، ظرفیت خازن چقدر می‌شود؟

••• ۴۳ از شما خواسته شده است که یک خازن پُر شده از هوا به ظرفیت $7/4 \text{ pF}$ را به خازنی تبدیل کنید که تحت اختلاف پتانسیل بیشینه‌ی 6527 V ، انرژی $7/4 \text{ J}$ را ذخیره کند. اگر هیچ‌گونه خطایی مجاز نباشد، باید از کدام دی‌الکتریک جدول ۲۵-۱ برای پر کردن فضای بین صفحه‌های این خازن استفاده کنید؟

••• ۴۴ قرار است خازنی با ظرفیت نزدیک به 1 nF و پتانسیل فروریزی بیشتر از 10000 V بسازید. به ذهن‌تان می‌رسد از یک لیوان پیرکس بلند به‌عنوان دی‌الکتریک استفاده کنید و سطح‌های خمیده‌ی داخلی و خارجی آن را با ورقه‌هایی آلومینیومی بپوشانید که به‌عنوان صفحه‌های خازن عمل کنند. بلندی لیوان 15 cm شعاع داخلی آن $3/6 \text{ cm}$ و شعاع خارجی آن $3/8 \text{ cm}$ است. (الف) ظرفیت و (ب) پتانسیل فروریزش این خازن چقدر است؟

••• ۴۵ خازن تخت معینی با دی‌الکتریک با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 5/5$ پر شده است. مساحت صفحه‌های این خازن $0/34 \text{ m}^2$ و فاصله‌ی صفحه‌های آن $2/0 \text{ mm}$ است. اگر میدان الکتریکی میان صفحه‌ها از 200 kN/C بیشتر شود، خازن خراب می‌شود (اتصال کوتاه شده و می‌سوزد). انرژی بیشینه‌ای که می‌شود در خازن ذخیره کرد، چقدر است؟

••• ۴۶ در شکل ۲۵-۴۶، چقدر بار توسط باتری $12/0 \text{ V}$ روی خازن‌های موازی ذخیره شده است؟ یکی از آنها با هوا، و دیگری با دی‌الکتریک با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 3/0$ پر شده است؛ مساحت صفحه‌های هر دو خازن برابر با $5/0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ و فاصله‌ی صفحه‌های هر دو $2/0 \text{ mm}$ است.

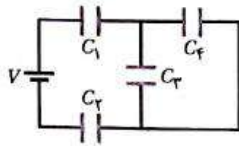


شکل ۲۵-۴۶ مسئله ۴۶

••• ۴۷ **ILW** ماده‌ی معینی دارای ثابت دی‌الکتریک $2/8$ و قدرت دی‌الکتریک 18 MV/m است. اگر از این ماده به‌عنوان دی‌الکتریک در یک خازن تخت استفاده شود، مساحت کمیته‌ی صفحه‌های خازن باید چقدر باشد تا ظرفیت $7/0 \times 10^{-2} \text{ pF}$ به‌دست آید و تضمین شود که خازن می‌تواند اختلاف پتانسیلی برابر با $4/0 \text{ kV}$ را تحمل کند.

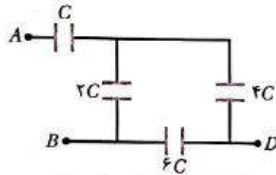
••• ۴۸ شکل ۲۵-۴۷ خازنی تخت با مساحت صفحه‌های $A = 5/56 \text{ cm}^2$ و فاصله‌ی صفحه‌های $d = 5/56 \text{ mm}$ را نشان

۵۷ در شکل ۲۵-۵۱، $V = 9.0\text{V}$ ، $C_1 = C_2 = 3.0\mu\text{F}$ و $C_3 = C_4 = 15\mu\text{F}$ است. بار روی خازن ۴ چقدر است؟



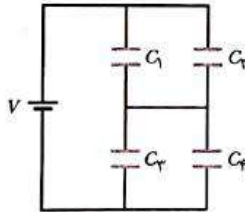
شکل ۲۵-۵۱ مسئله ۵۷

۵۸ (الف) اگر در شکل ۲۵-۵۲، $C = 5.0\mu\text{F}$ باشد، ظرفیت معادل بین نقطه‌های A و B چقدر است؟ (راهنمایی: نخست تصور کنید یک باتری بین این دو نقطه بسته شده است؛ سپس مدار را به یک ظرفیت معادل تبدیل کنید.) (ب) همین کار را برای نقطه‌های A و D تکرار کنید.



شکل ۲۵-۵۲ مسئله ۵۸

۵۹ در شکل ۲۵-۵۳، $V = 12\text{V}$ ، $C_1 = C_2 = 2.0\mu\text{F}$ و $C_3 = 4.0\mu\text{F}$ است. بار روی خازن ۴ چقدر است؟



شکل ۲۵-۵۳ مسئله ۵۹

۶۰ ~~معمای~~ **معمای خرده‌های شکلات.** این داستان با مسئله ۶۰ فصل ۲۳ آغاز می‌شود. به‌عنوان بخشی از بازرسی‌ها در مورد انفجار کارخانه‌ی بیسکویت‌سازی، پتانسیل الکتریکی کارگران در هنگام تخلیه‌ی کیسه‌های حاوی گرد خرده‌های شکلات به داخل سطل بارگیری که موجب ایجاد ابری از گرد در اطراف آنها می‌شود، اندازه‌گیری شد. پتانسیل الکتریکی هر کارگر نسبت به زمین، که پتانسیل الکتریکی آن صفر اختیار می‌شود، حدود 7.0kV بود. (الف) با فرض اینکه هر کارگر خازن مؤثری با ظرفیت نوعی 200pF بود، انرژی ذخیره شده در این خازن مؤثر را به‌دست آورید. اگر یک تک‌جرقه بین کارگر و هر جسم رسانای متصل به زمینی موجب خنثی شدن بار کارگر گردد، آن انرژی به این جرقه منتقل می‌شود. طبق اندازه‌گیری‌های صورت پذیرفته، انرژی جرقه‌ای که بتواند موجب اشتعال ابری از گرد خرده‌های شکلات و در نتیجه انفجار شود، باید دست‌کم برابر با 150mJ باشد. (ب) آیا جرقه‌ای

۵۲۰ در آرایش شکل ۲۵-۱۷، فرض کنید به هنگام قرار دادن بره‌ی دی‌الکتریک، باتری قطع نشود. (الف) ظرفیت، (ب) بار روی صفحه‌های خازن، (پ) میدان الکتریکی در فضای خالی، و (ت) میدان الکتریکی در بره را پس از آنکه بره قرار داده شد، محاسبه کنید.

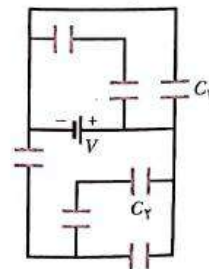
۵۳۰۰ خازنی تخت دارای صفحه‌هایی به مساحت 0.12m^2 و فاصله‌ی جدایی 1.2cm است. یک باتری این صفحه‌ها را تا اختلاف پتانسیل 120V باردار می‌کند و سپس برداشته می‌شود. سپس یک بره‌ی دی‌الکتریک به ضخامت 4.0mm و ثابت دی‌الکتریک 4.8 به‌طور متقارن در میان این صفحه‌ها قرار داده می‌شود. (الف) ظرفیت خازن، پیش از آنکه بره قرار داده شود، چقدر است؟ (ب) ظرفیت خازن، پس از قرار دادن بره چقدر می‌شود؟ بار آزاد q (پ) پیش و (ت) پس از آنکه بره قرار داده شد، چقدر است؟ بزرگی میدان الکتریکی (ث) در فضای میان صفحه‌ها و دی‌الکتریک و (ج) در خود دی‌الکتریک چقدر است؟ (چ) وقتی بره در فضای میان صفحه‌ها قرار گرفت، اختلاف پتانسیل دو سر صفحه‌ها چقدر می‌شود؟ (ح) در حین قرار دادن بره، چقدر کار خارجی صورت می‌گیرد؟

۵۴۰۰ صفحه‌های یک خازن تخت به مساحت سطح 100cm^2 به اندازه‌ی $8.9 \times 10^{-7}\text{C}$ ، ولی با علامت‌های مخالف باردار شده است. میدان الکتریکی در داخل ماده‌ی دی‌الکتریکی که فضای میان صفحه‌ها را پر کرده است برابر با $1.4 \times 10^6\text{V/m}$ است. (الف) ثابت دی‌الکتریک این ماده را محاسبه کنید. (ب) بزرگی بار القا شده روی هر سطح دی‌الکتریک را تعیین کنید.

۵۵۰۰ فضای میان دو پوسته‌ی کروی رسانای هم‌مرکز به شعاع‌های $a = 1.20\text{cm}$ و $b = 1.70\text{cm}$ با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 23/5$ پر شده است. اختلاف پتانسیل $V = 73.0\text{V}$ بین پوسته‌های داخلی و خارجی اعمال شده است. (الف) ظرفیت این وسیله، (ب) بار آزاد q روی پوسته داخلی، و (پ) بار q' القا شده روی سطح پوسته داخلی را تعیین کنید.

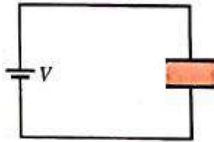
مسئله‌های تکمیلی

۵۶ در شکل ۲۵-۵۰، اختلاف پتانسیل V ی باتری برابر با 10.0V و ظرفیت هر یک از هفت خازن برابر $10.0\mu\text{F}$ است. بار روی (الف) خازن ۱ و (ب) خازن ۲ چقدر است؟



شکل ۲۵-۵۰ مسئله ۵۶

۳۰۰ و ثابت دی‌الکتریک دیگری برابر با ۴۰۰ است. باتری ۷۰۰V چقدر بار روی این خازن ذخیره می‌کند؟



شکل ۲۵-۵۶ مسئله ۶۵

۶۶ خازنی استوانه‌ای، همانند شکل ۲۵-۶ دارای شعاع‌های a و b است. نشان دهید تیمی از انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شده، در داخل استوانه‌ای به شعاع $r = \sqrt{ab}$ قرار دارد.

۶۷ خازنی با ظرفیت $C_1 = 6.7 \mu F$ به‌طور متوالی به خازنی با ظرفیت $C_2 = 4.0 \mu F$ بسته شده و یک اختلاف پتانسیل ۲۰۰V به دو سر این جفت خازن اعمال شده است. (الف) ظرفیت معادل را محاسبه کنید. (ب) بار q_1 و (پ) اختلاف پتانسیل V_1 دو سر خازن ۱ و (ت) بار q_2 و (ث) اختلاف پتانسیل V_2 دو سر خازن ۲ چقدر است؟

۶۸ مسئله ۶۷ را برای همان دو خازن، که اکنون به‌طور موازی بسته شده‌اند، تکرار کنید.

۶۹ خازن معینی تا اختلاف پتانسیل V باردار شده است. اگر بخواهید انرژی ذخیره شده در این خازن را به اندازه‌ی ۱۰٪ افزایش دهید، V را باید تا چند درصد زیاد کنید؟

۷۰ بُره‌ای مسی به ضخامت $b = 2.0 \text{ mm}$ ، همانند شکل ۲۵-۵۷، داخل یک خازن تخت قرار داده شده است که مساحت صفحه‌های آن $A = 2.4 \text{ cm}^2$ و فاصله‌ی صفحه‌هایش $d = 5.0 \text{ mm}$ است. بُره دقیقاً در وسط فاصله‌ی صفحه‌ها قرار گرفته است. (الف) ظرفیت خازن پس از قرار گرفتن بُره، چقدر می‌شود؟ (ب) اگر بار $q = 3.4 \mu C$ روی صفحه‌های خازن ثابت باقی بماند، نسبت انرژی ذخیره شده پیش از قرار دادن بُره به مقدار آن پس از قرار دادن بُره چقدر می‌شود؟ (پ) در هنگام قرار دادن بُره، چقدر کار روی آن انجام شده است؟ (ت) آیا بُره به داخل صفحه‌ها کشیده می‌شود و یا باید آن را هل داد؟

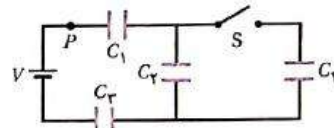


شکل ۲۵-۵۷ مسئله ۷۰ و ۷۱

۷۱ مسئله ۷۰ را تکرار کنید، با فرض اینکه به‌جای بار، اختلاف پتانسیل $V = 85.0 \text{ V}$ ثابت باقی بماند.

از یک کارگر می‌توانست موجب انفجار در ابرگردهای اطراف سطل بارگیری شود؟ (این داستان در مسئله ۶۰ فصل ۲۶ ادامه می‌یابد.)

۶۱ شکل ۲۵-۵۴، خازن ۱ ($C_1 = 8.0 \mu F$)، خازن ۲ ($C_2 = 6.0 \mu F$)، و خازن ۳ ($C_3 = 8.0 \mu F$) را نشان می‌دهد که به یک باتری ۱۲۰V بسته شده‌اند. وقتی کلید S بسته، و بدین ترتیب خازن بدون بار ۴ ($C_4 = 6.0 \mu F$) به مدار متصل شود، (الف) چقدر بار توسط باتری از نقطه‌ی P می‌گذرد؟ (ب) چقدر بار روی خازن ۴ ظاهر می‌شود؟ (پ) دلیل تفاوت این دو نتیجه را توضیح دهید.

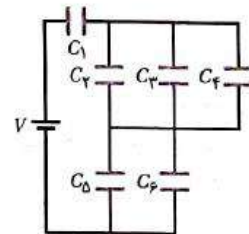


شکل ۲۵-۵۴ مسئله ۶۱

۶۲ دو خازن تخت پُر شده از هوا، نخست به‌طور مجزا، سپس به‌طور متوالی، و سرانجام به‌طور موازی به یک باتری ۱۰V بسته می‌شوند. در این آرایش‌ها، انرژی ذخیره شده‌ی حاصل در خازن‌ها از کمترین تا بیشترین عبارت‌اند از: $75 \mu J$ ، $100 \mu J$ ، $300 \mu J$ و $400 \mu J$. (الف) کمترین و (ب) بیشترین ظرفیت حاصل از این دو خازن چقدر است؟

۶۳ دو خازن تخت، هر یک با ظرفیت $6.7 \mu F$ ، به‌طور متوالی به یک باتری ۱۰V بسته شده‌اند. سپس یکی از خازن‌ها آنقدر فشرده می‌شود، تا فاصله‌ی صفحه‌های آن به نصف برسد. بر اثر این فشردگی (الف) چقدر بار اضافی توسط باتری به خازن‌ها منتقل می‌شود؟ و (ب) افزایش بار کلر ذخیره شده روی خازن‌ها (بار روی صفحه‌ی مثبت یک خازن به‌علاوه‌ی بار روی صفحه‌ی مثبت خازن دیگر) چقدر می‌شود؟

۶۴ در شکل ۲۵-۵۵، $V = 12 \text{ V}$ ، $C_1 = C_5 = C_6 = 6.7 \mu F$ ، و $C_2 = C_3 = C_4 = 4.0 \mu F$ است. (الف) بار خالص ذخیره شده در خازن‌ها و (ب) بار روی خازن ۴ چقدر است؟

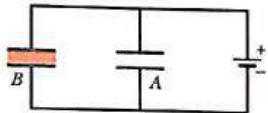


شکل ۲۵-۵۵ مسئله ۶۴

۶۵ در شکل ۲۵-۵۶، خازنی تخت با مساحت صفحه‌های $2.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ با دو بُره دی‌الکتریک، هر یک به ضخامت 2.0 mm پر شده است. ثابت دی‌الکتریک یکی از بُره‌ها برابر با

۷۶ یک باتری $10V$ به رشته‌ای از n خازن متوالی، هر یک با ظرفیت $2\mu F$ ، بسته شده است. اگر انرژی کل ذخیره شده در خازن‌ها برابر با $25\mu J$ باشد، n چقدر است؟

۷۷ در شکل ۲۵-۵۹، دو خازن تخت A و B به‌طور موازی به دو سر یک باتری $60V$ بسته شده‌اند. مساحت هر صفحه $80\pi\text{ cm}^2$ و فاصله‌ی صفحه‌ها 370 mm است. خازن A با هوا، و خازن B با دی‌الکتریک با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 2.6$ پر شده است. بزرگی میدان الکتریکی را در داخل (الف) دی‌الکتریک خازن B و (ب) هوای خازن A به دست آورید. چگالی σ بار آزاد روی صفحه‌ی با پتانسیل بالاتر (پ) خازن A و (ت) خازن B چقدر است؟ (ث) چگالی σ' بار القایی روی سطح بالایی دی‌الکتریک چقدر است؟



شکل ۲۵-۵۹ مسئله ۷۷

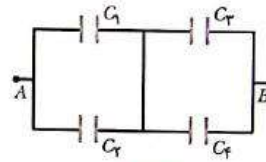
۷۸ چند خازن با ظرفیت $2\mu F$ در اختیار دارید، که هر یک می‌توانند $200V$ پتانسیل را تحمل کنند، بی‌آنکه دستخوش فروریزش الکتریکی شوند (وضعیتی که به‌جای ذخیره‌ی بار، موجب رسانش آنها می‌شوند). چگونه باید ترکیبی از این خازن‌ها را سوار کنید تا ظرفیت معادل (الف) $0.4\mu F$ و (ب) $1.2\mu F$ به دست آید، و هر ترکیب بتواند پتانسیل $1000V$ را تحمل کند؟

۷۹ خازنی تخت به مساحت صفحه‌ی A دارای بار q است. (الف) با یافتن کار لازم برای افزایش فاصله‌ی بین صفحه‌ها از x به $x+dx$ ، نیروی بین صفحه‌ها را تعیین کنید. (راهنمایی: معادله‌ی ۸-۲۲ [جلد اول کتاب] را ببینید.) (ب) سپس نشان دهید نیرو بر واحد سطح (نشر الکتروستاتیکی) وارد بر هر یک از صفحه‌ها برابر با چگالی انرژی $\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ میان صفحه‌ها است.

۸۰ خازنی آنقدر باردار می‌شود تا $4700J$ انرژی در آن ذخیره شود. سپس خازن دیگری به‌طور موازی به آن بسته می‌شود. (الف) اگر بار به‌طور مساوی تقسیم شود، انرژی کل ذخیره شده در میدان‌های الکتریکی چقدر است؟ (ب) انرژی گم شده به کجا رفته است؟

۷۲ اختلاف پتانسیل $300V$ به دو سر یک ترکیب متوالی از خازن‌هایی با ظرفیت‌های $C_1 = 20\mu F$ و $C_2 = 80\mu F$ اعمال شده است. (الف) بار q_1 و (ب) اختلاف پتانسیل V_1 دو سر خازن ۱ و (پ) بار q_2 و (ت) اختلاف پتانسیل V_2 دو سر خازن ۲ چقدر است؟ سپس این خازن‌های باردار شده، از یکدیگر جدا می‌شوند. آنگاه با اتصال صفحه‌های هم‌علامت به یکدیگر، دوباره این خازن‌ها را (بی‌آنکه از باتری استفاده شود) به هم وصل می‌کنیم. اکنون (ث) q_1 ، (ج) V_1 ، (چ) q_2 و (ح) V_2 چقدر هستند؟ حال به‌جای این نحوه‌ی اتصال، فرض کنید که خازن‌های باردار شده در قسمت (الف) را این بار با اتصال صفحه‌های با علامت مخالف دوباره به هم متصل کنیم. اکنون (خ) q_1 ، (د) V_1 ، (ز) q_2 و (ر) V_2 چقدر می‌شوند؟

۷۳ شکل ۲۵-۵۸ آرایشی شامل چهار خازن را نشان می‌دهد که در نقطه‌های A و B به مدار بزرگتری متصل شده‌اند. ظرفیت‌ها عبارت‌اند از $C_1 = 10\mu F$ و $C_2 = C_3 = C_4 = 20\mu F$. بار روی خازن ۱ برابر $30\mu C$ است. بزرگی اختلاف پتانسیل $V_A - V_B$ چقدر است؟



شکل ۲۵-۵۸ مسئله ۷۳

۷۴ دو صفحه‌ی مسی، یک ورقه‌ی میکا (به ضخامت 0.1 mm) و $\kappa = 5.4$ ، یک ورقه‌ی شیشه (به ضخامت 20 mm و $\kappa = 7.0$)، و بره‌ای از جنس پارافین (به ضخامت 1.0 cm و $\kappa = 2.0$) در اختیار دارید. برای ساختن یک خازن تخت با بیشترین مقدار C ، کدامیک را باید بین صفحه‌های مسی قرار دهید؟

۷۵ خازنی با ظرفیت نامعلوم C تا پتانسیل $100V$ باردار شده و سپس به دو سر خازنی $60\mu F$ که در ابتدا بدون بار است، بسته می‌شود. اگر اختلاف پتانسیل نهایی دو سر خازن $60\mu F$ برابر $40V$ باشد، C چقدر است؟