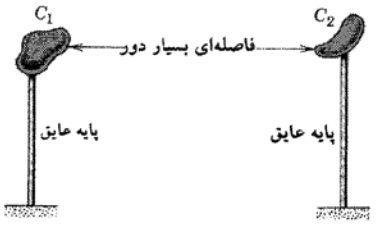
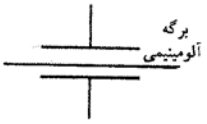
پرسشها:

۷. دو رسانای منزوی دارید که هریک ظرفیت مشخصی دارند؛ نگاه کنید به شکل ۱۷. اگر این دو رسانا را با یک رشته سیم بسیار نازک به‌هم متصل کنیم، چگونه ظرفیت این مجموعه را محاسبه می‌کنید؟ در اتصال آنها با سیم، آیا آنها را به‌صورت متوالی متصل کرده‌اید یا موازی؟



شکل ۱۷. پرسش ۷.

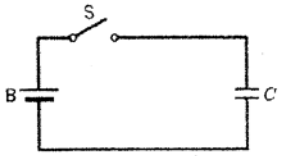
۹. یک ورقهٔ نازک آلومینیم با ضخامت ناچیز، مطابق شکل ۱۸، در فاصلهٔ بین دو صفحهٔ یک خازن قرار می‌گیرد. وجود این ورقه چه تأثیری بر ظرفیت خازن دارد اگر (الف) ورقه از لحاظ الکتریکی منزوی باشد و (ب) ورقه به صفحهٔ بالایی متصل شده باشد؟



شکل ۱۸. پرسش ۹.

مسئله‌ها:

۳. ظرفیت خازن شکل ۲۲ برابر $۲۶٫۰\mu F$ و در شروع آزمایش بدون بار است. باتری $۱۲۵V$ اختلاف پتانسیل را تأمین می‌کند. پس از آنکه کلید S برای مدت خیلی طولانی بسته بماند، چقدر بار از باتری B عبور کرده است؟



شکل ۲۲. مسئلهٔ ۳.

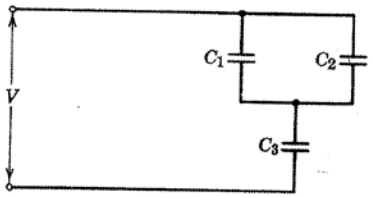
۵. آند و کاتد یک لامپ خلأ دوقطبی به‌صورت دو استوانهٔ هم‌محور است که کاتد استوانهٔ مرکزی را تشکیل می‌دهد. قطر کاتد $۱٫۶۲mm$ و قطر آند $۱۸٫۳mm$، و طول هرکدام از این دو جزء $۲٫۳۸cm$ است. ظرفیت این دوقطبی را محاسبه کنید.

۷. شعاع صفحه‌های یک خازن کروی برابر با $۳۸٫۰mm$ و $۴۰٫۰mm$ است. (الف) ظرفیت این خازن را محاسبه کنید. (ب) مساحت سطح صفحه‌های یک خازن صفحه‌ـموازی (خازن تخت) با همین فاصلهٔ بین صفحه‌ها و همین ظرفیت باید چقدر باشد؟

۸. فرض کنید که شعاع دو پوستهٔ کروی یک خازن کروی تقریباً با هم برابر باشند. در این شرایط این قطعه تقریباً معادل یک خازن صفحه‌ـموازی است که در آن $b - a = d$. نشان دهید که در این حد معادلهٔ (۱۳) مربوط به خازن کروی واقعاً به معادلهٔ (۷) مربوط به خازن صفحه‌ـموازی (تخت) تقلیل می‌یابد.

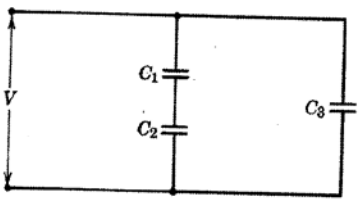
۱۱. چند خازن $۱٫۰۰\mu F$ را باید به‌صورت موازی به‌هم وصل کرد تا وقتی به اختلاف پتانسیل $۱۱۰V$ متصل می‌شوند مقدار $۱٫۰۰C$ بار در خود ذخیره کنند؟

۱۲. ظرفیت معادل مجموعهٔ خازنها را در شکل ۲۴ معین کنید. فرض کنید که $C_1 = ۱۰٫۳\mu F$، $C_2 = ۴٫۸۰\mu F$ و $C_3 = ۳٫۹۰\mu F$.



شکل ۲۴. مسئله‌های ۱۲، ۱۹ و ۳۶.

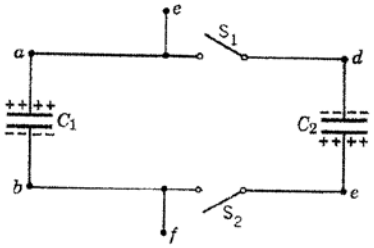
۱۳. در شکل ۲۵ ظرفیت معادل مجموعهٔ خازنها را تعیین کنید. فرض کنید که $C_1 = ۱۰٫۳\mu F$، $C_2 = ۴٫۸۰\mu F$ و $C_3 = ۳٫۹۰\mu F$.



شکل ۲۵. مسئلهٔ ۱۳.

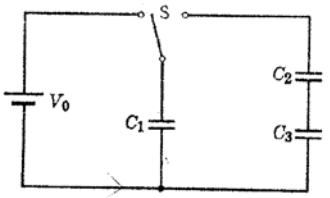
۲۲. یک خازن با ظرفیت $۱۰۸pF$ را با یک باتری تا اختلاف پتانسیل $۵۲٫۴V$ باردار و سپس باتری را از آن جدا کرده‌ایم. سپس این خازن را به‌صورت موازی به خازن دیگری (که در ابتدا بدون بار است) وصل کرده‌ایم. اختلاف پتانسیل اندازه‌گیری‌شده به $۳۵٫۸V$ فرو می‌افتد. ظرفیت خازن دوم را تعیین کنید.

۲۳. در شکل ۲۹ خازنهای $C_1 = ۱٫۱۶\mu F$ و $C_2 = ۳٫۲۲\mu F$ هریک تا اختلاف پتانسیل $V = ۹۶٫۶V$ باردار شده‌اند ولی قطبیت آنها عکس یکدیگر است، به‌طوری که نقطه‌های a و c در طرف صفحه‌های مثبت خازنهای C_1 و C_2 قرار دارند و نقطه‌های b و d در طرف صفحه‌های منفی آن خازنها قرار دارند. اکنون کلیدهای S_1 و S_2 را می‌بندیم. (الف) اختلاف پتانسیل بین نقطه‌های e و f چقدر است؟ (ب) بار روی خازن C_1 چقدر است؟ (ج) بار روی خازن C_2 چقدر است؟



شکل ۲۹. مسئلهٔ ۲۳.

۲۴. در شکل ۳۰ وقتی کلید S در طرف چپ قرار می‌گیرد، صفحه‌های خازن C_1 به اختلاف پتانسیل V_0 می‌رسند. خازنهای C_2 و C_3 در ابتدا بدون بارند. سپس کلید را در طرف راست قرار می‌دهیم. در این حالت بارهای q_1، q_2 و q_3 مربوط به خازنهای C_1، C_2 و C_3 چقدر است؟

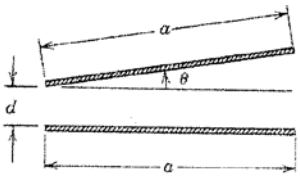


شکل ۳۰. مسئلهٔ ۲۴.

۲۶. خازنی، مطابق شکل ۳۲، دارای صفحه‌های مربعی به‌ضلع a است که با یکدیگر زاویه θ می‌سازند؛ نشان دهید که برای زاویهٔ کوچک θ ظرفیت خازن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید

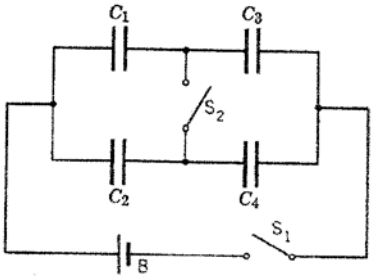
$$C = \frac{\epsilon_0 a^2}{d}\left(1 - \frac{a\theta}{2d}\right)$$

(راهنمایی: خازن را می‌توان به نوارهای باریک تقسیم کرد که عملاً با هم موازی‌اند.)



شکل ۳۲. مسئلهٔ ۲۶.

۲۷. در شکل ۳۳ باتری B اختلاف پتانسیل ۱۲V را تأمین می‌کند. (الف) وقتی که کلید S_1 بسته می‌شود بار روی هرکدام از خازنها را تعیین کنید و (ب) وقتی (بعد از آن) کلید S_2 نیز بسته می‌شود، این بارها را پیدا کنید. فرض کنید $C_1 = 1{,}0\,\mu F$، $C_2 = 2{,}0\,\mu F$، $C_3 = 3{,}0\,\mu F$ و $C_4 = 4{,}0\,\mu F$.



شکل ۳۳. مسئلهٔ ۲۷.

۳۴. توده‌ای متشکل از ۲۱۰۰ خازن $5{,}0\,\mu F$ موازی برای ذخیرهٔ انرژی الکتریکی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. هزینهٔ باردار کردن این توده تا اختلاف پتانسیل 55kV، با نرخ ۳٫۰ ریال به ازای هر kWh چقدر است؟

۴۰. نشان دهید که صفحه‌های یک خازن تخت با نیرویی که از رابطه زیر به‌دست می‌آید یکدیگر را جذب می‌کنند

$$F = \frac{q^2}{2\epsilon_0 A}$$

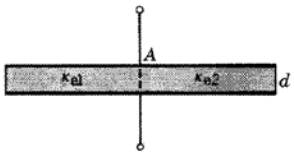
با محاسبهٔ کار مورد نیاز برای افزایش فاصلهٔ بین صفحه‌ها از x و $x + dx$ و ثابت نگه داشتن مقدار بار q این موضوع را ثابت کنید.

۴۵. برای ساختن یک خازن صفحه ـ موازی دو صفحهٔ مسی، یک ورقهٔ میکا (به ضخامت $\kappa_e = 5{,}4$ ،۱۰mm) یک تیغهٔ شیشه‌ای (به ضخامت $\kappa_e = 7{,}0$ ،۲۰mm) و یک تیغه پارافینی (به ضخامت $\kappa_e = 2{,}0$ ،۱۰cm) در اختیار داریم. برای ساختن یک خازن با بیشترین ظرفیت، کدام‌یک از این تیغه‌ها را باید بین دو ورق مسی قرار دهیم؟

۵۴. همان‌طور که شکل ۳۶ نشان می‌دهد یک خازن صفحه ـ موازی با دو ماده دی‌الکتریک پرشده است. نشان دهید که ظرفیت این خازن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}\left(\frac{\kappa_{e1} + \kappa_{e2}}{2}\right)$$

درستی این فرمول را برای تمام موارد حدی که فکر می‌کنید بررسی کنید. (راهنمایی: آیا می‌توانید درنظر گرفتن این مجموعه به‌صورت دو خازن موازی را توجیه کنید؟)

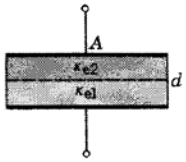


شکل ۳۶. مسئلهٔ ۵۴.

۵۵. همان‌طورکه در شکل ۳۷ نشان داده‌ایم یک خازن صفحه ـ موازی با دو مادهٔ دی‌الکتریک پر شده است. نشان دهید که ظرفیت این خازن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید

$$C = \frac{۲\epsilon_۰ A}{d}\left(\frac{\kappa_{e۱}\kappa_{e۲}}{\kappa_{e۱}+\kappa_{e۲}}\right)$$

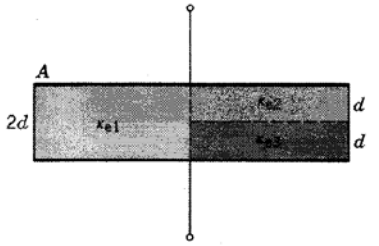
درستی این فرمول را برای تمام موارد حدی ممکن بررسی کنید.



شکل ۳۷. مسئلهٔ ۵۵.

(راهنمایی: آیا می‌توانید درنظرگرفتن این مجموعه را به‌صورت دو خازن سری توجیه کنید؟)

۵۶. ظرفیت خازن نشان داده‌شده در شکل ۳۸ چقدر است؟



شکل ۳۸. مسئلهٔ ۵۶.

۵۷. یک خازن صفحه ـ موازی به ظرفیت ۱۱۲pF، مساحت صفحهٔ $۹۶٫۵\text{cm}^۲$ و دی‌الکتریک میکا ($\kappa_e = ۵٫۴۰$) در اختیار داریم. در اختلاف پتانسیل $۵۵٫۰\,\text{V}$ کمیتهای (الف) شدت میدان الکتریکی در میکا، (ب) مقدار بار آزاد روی هر صفحه و (ج) مقدار بار القاشده را محاسبه کنید.