

جزوه حل تمرینات دوره ای الکتروسیته ساکن

با فولیو فولی، تو

تمرینات دوره ای الکتروسیته ساکن

۱- یک میله پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میله‌ی پلاستیکی $-۱۲/۸nC$ می‌شود.

الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه‌ی پشمی چقدر است؟

ب) تعداد الکترون‌های منتقل شده از پارچه‌ی پشمی به میله‌ی پلاستیکی را محاسبه کنید.

بارچه پشمی	میله پلاستیکی
$+۱۲/۸$	$-۱۲/۸$

$$q = ne \rightarrow ۱۲/۸ \times ۱۰^{-۹} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = ۸ \times ۱۰^{۱۰}$$

↑ الکترون دهی
پیش‌تر

گوی انسان
شیشه
تایلون
پشم
موی گربه
سرب
اوریسم
الومینیم
کانفد
چوب
کتان
کهربا
مس و برنج
پلاستیک
نئون

↓ الکترون همراهی
پیش‌تر

۲- الف) بار الکتریکی اتم و هسته‌ی اتم کربن (^{۱۲}C) چند کولن است؟

ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (C^+) چقدر است؟

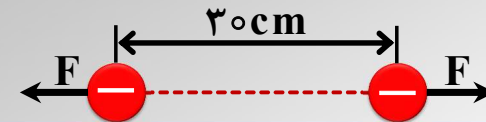
$$q = ne = ۶ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۹/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

$$q = ne = ۱ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

۳- دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = ۴/۰nC$ و $q_2 = -۶/۰nC$ را با هم تماس می‌دهیم و

سپس تا فاصله‌ی $r = ۳cm$ از هم دور می‌کنیم. نیروی برهمکنش الکتریکی بین دو گوی را

محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟



$$q' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{۴ - ۶}{2} = -۱nC$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = ۹ \times ۱۰^9 \times \frac{۱۰^{-۹} \times ۱۰^{-۹}}{۰/۳^2} = ۱۰^{-۷} N$$

جزوه حل تمرینات دوره ای الکتریسیته ساکن

با فولیتو فولی، تو

۴- سه ذره ی باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع 3m ثابت شده اند. اگر $q_1 = q_2 = -5\mu\text{C}$ و $q_3 = +0.2\mu\text{C}$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر q_3 را برحسب بردارهای یکم \vec{i} و \vec{j} تعیین کنید.

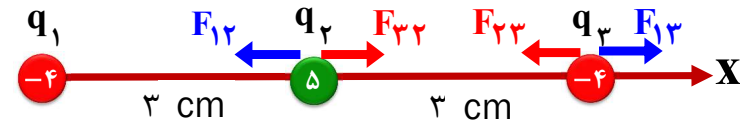
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_{13} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6} \times 0.2 \times 10^{-6}}{3^2} = 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6} \times 0.2 \times 10^{-6}}{3^2} = 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_T = (10^{-3} \text{ N})\vec{i} + (10^{-3} \text{ N})\vec{j}$$

۵- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -4\text{nC}$ ، $q_2 = +5\text{nC}$ و $q_3 = -4\text{nC}$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_1 و q_2 را محاسبه کنید.



$$q_1 = q_3 \rightarrow F_{12} = F_{32} \rightarrow F_2 = 0$$

$$F = k \frac{q_1 q_3}{r^2} \rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^{-9}}{3^2 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-4}} = 20 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_T = -(16 \times 10^{-5} \text{ N})\vec{i}$$

۶- در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $3/6\text{g}$ و بار یکسان مثبت q در فاصله 1cm از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. الف) اندازه‌ی بار q را به دست آورید. ب) تعداد الکترون‌های کنده شده از هر گوی چقدر است؟

$$mg = F \rightarrow 3/6 \times 10^{-3} \times 10 = 9 \times 10^9 \frac{q \times q}{10^{-4}}$$

$$\rightarrow q = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$q = ne \rightarrow 2 \times 10^{-8} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 1.25 \times 10^{11}$$

۷- یک ذره ی باردار را یک بار در نقطه‌ی A و بار دیگر در نقطه‌ی B قرار می‌دهیم. نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر این ذره ی باردار در این دو نقطه وارد می‌شود را مقایسه کنید.

$$F = Eq$$

جزوه حل تمرینات دوره ای الکتریسیته ساکن

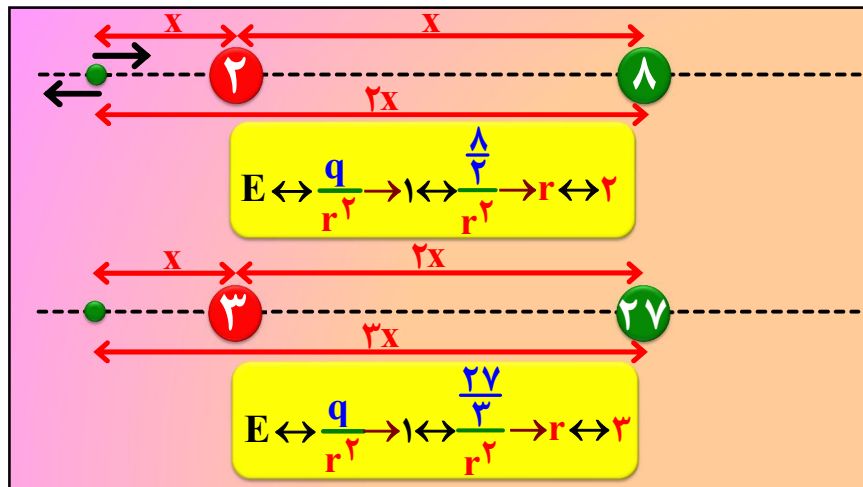
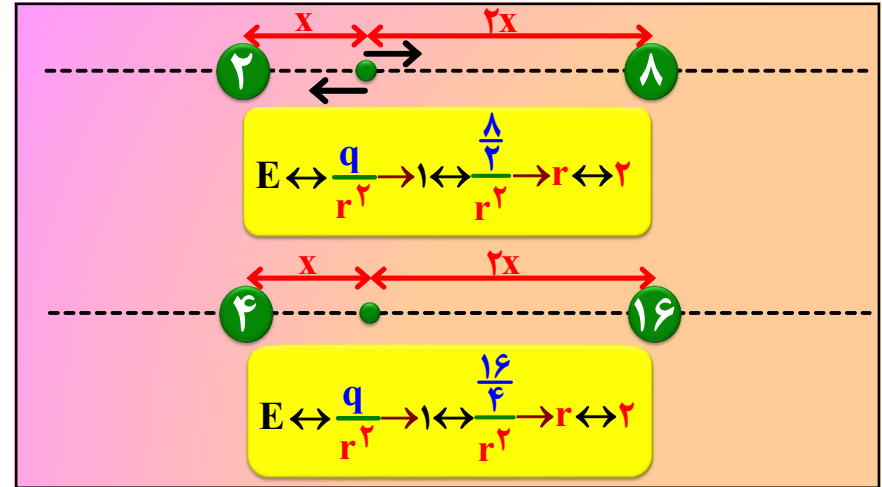
با فولیتو فولی، تو

۸- هسته ی اتم آهن شعاعی در حدود $4/0 \times 10^{-15} \text{ m}$ دارد و تعداد پروتون های آن ۲۶ عدد است. الف) بزرگی نیروی دافعه ی بین دو پروتون این هسته که به فاصله ی $4/0 \times 10^{-15} \text{ m}$ از هم قرار دارند چقدر است؟

ب) اندازه ی میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله $1/0 \times 10^{-10} \text{ m}$ از مرکز هسته چقدر است؟

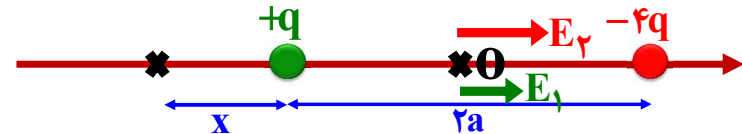
$$F = k \frac{qq}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1/6 \times 10^{-19})^2}{(4 \times 10^{-15})^2} = 14/4 \text{ N}$$

$$E = k \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{26 \times 1/6 \times 10^{-19}}{(10^{-10})^2} = 3744 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$



۹- شکل زیر، دو ذره ی باردار را نشان می دهد که در جای خود روی محور x ثابت شده اند. بارها در فاصله ی یکسان a از مبدأ مختصات (نقطه ی O) قرار دارند. الف) در کجای این محور (غیر از بی نهایت) نقطه ی وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برآیند برابر با صفر است؟

ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در مبدأ مختصات را بیابید.



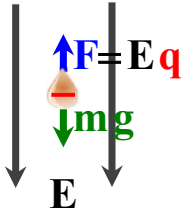
$$E_1 = E_2 \rightarrow k \frac{q}{x^2} = k \frac{4q}{(x+2a)^2} \rightarrow x+2a = 2x \rightarrow x = 2a$$

$$E_T = E_1 + E_2 = k \frac{q}{a^2} + k \frac{4q}{a^2} = k \frac{5q}{a^2}$$

جزوه حل تمرینات دوره ای الکتریسیته ساکن

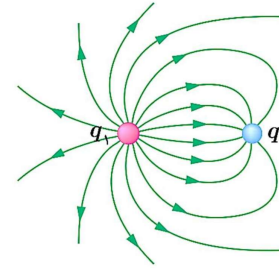
با فولیتو فولی، تو

۱۰- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $5.0 \times 10^5 \text{ N/C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره‌ی باردار به جرم $2/g$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \text{ N/kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

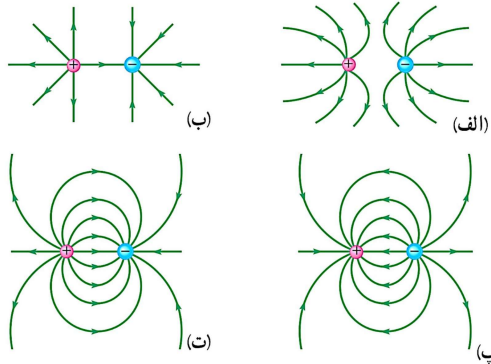


$$mg = Eq \rightarrow 2 \times 10^{-3} \times 10 = 5 \times 10^5 q \rightarrow q = 4 \times 10^{-8} \text{ C}$$

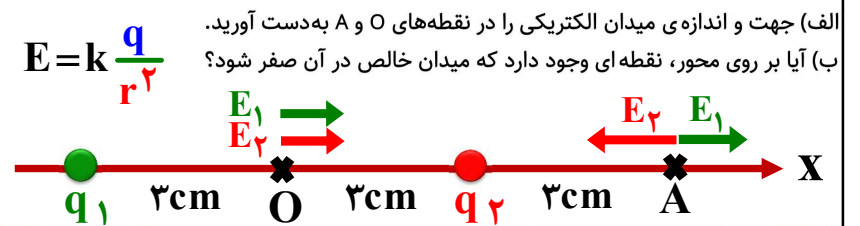
۱۱- خطوط میدان الکتریکی برای دو کره‌ی رسانای باردار کوچک در شکل زیر نشان داده شده است. نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازه‌ی آن‌ها را مقایسه کنید.



۱۲- در شکل‌های زیر، اندازه‌ی دو بار، یکسان ولی علامت آن‌ها مخالف هم است. کدام آرایش‌های خطوط میدان نادرست است؟ دلیل آن را توضیح دهید.



۱۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +1.0 \text{ nC}$ و $q_2 = -1.0 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله‌ی 6.0 cm از یکدیگر قرار دارند.



$$E_O = E_1 + E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{10^{-9}}{9 \times 10^{-4}} + 9 \times 10^9 \times \frac{10^{-9}}{9 \times 10^{-4}} = 20000 \frac{\text{N}}{\text{C}} \mathbf{i}$$

$$E_A = E_1 - E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{10^{-9}}{9^2 \times 10^{-4}} - 9 \times 10^9 \times \frac{10^{-9}}{3^2 \times 10^{-4}} = -\frac{4}{9} \times 10000 \frac{\text{N}}{\text{C}} \mathbf{i}$$

جزوه حل تمرینات دوره ای الکتریسیته ساکن

با فولیتو فولی، تو

۱۴- بادکنک باردار شکل زیر به آب نزدیک کرده ایم. توضیح دهید چرا آب به جای اینکه به طور قائم فرو ریزد، خمیده می شود؟



۱۵- مطابق شکل زیر، بار $q = +5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 8 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ نخست از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B و سپس تا نقطه‌ی C جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = 0.2 \text{ m}$ و $BC = 0.4 \text{ m}$ باشد، مطلوب است:

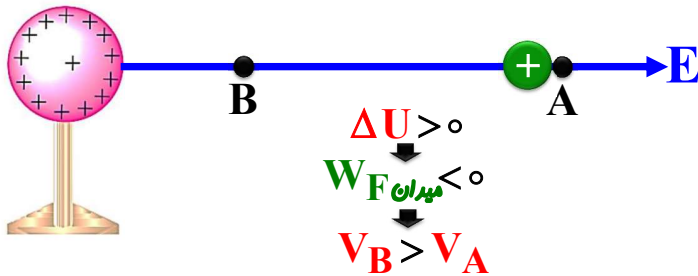
الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q ، $F = q \cdot E$
 ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی انجام می‌دهد، W_{FE}
 پ) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی، ΔU

$$F = Eq = 8 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-9} = 0.04 \text{ N}$$

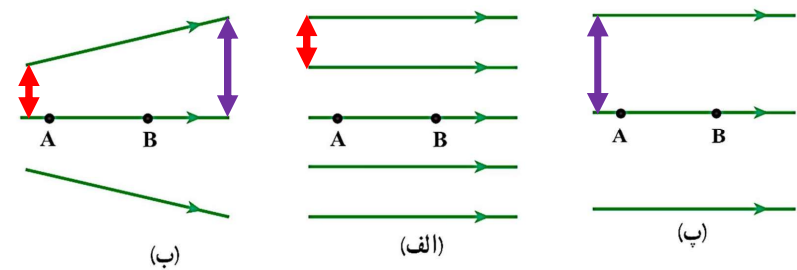
$$\Delta U = -W_{F\text{میران}} \quad \Delta U_{AB} = 0 \rightarrow W_{F\text{میران}} = 0 \quad W_{FE} = -0.06 \text{ J}$$

$$\Delta U_{BC} = +Eqd = +8 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-9} \times 0.4 = +0.016 \text{ J}$$

۱۶- در شکل زیر ذره‌ی باردار مثبت و کوچکی را از نقطه‌ی A به سمت کره‌ی باردار که روی پایه‌ی عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم و در نقطه‌ی B قرار می‌دهیم. الف) در این جابه‌جایی، کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟ ب) انرژی پتانسیل ذره‌ی باردار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟ پ) پتانسیل نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.



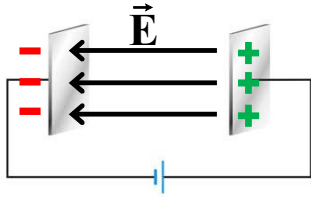
۱۷- شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه‌ی A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه‌ی B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت پروتون در نقطه‌ی B بیشتر است؟ توضیح دهید. $W_{FE} = K_B - K_A \rightarrow K_B = Eqd$



جزوه حل تمرینات دوره ای الکتروسیته ساکن

با فولیوتو فولی، تو

۱۸- دو صفحه ی رسانا با فاصله ی $2/00\text{cm}$ را موازی یکدیگر قرار می دهیم و آن ها را به اختلاف پتانسیل 100V وصل می کنیم. در نتیجه، یکی از صفحه ها به طور منفی و دیگری به طور مثبت باردار می شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی به وجود می آید. اندازه ی این میدان الکتریکی را حساب کنید و با توجه به خطوط میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه توضیح دهید که کدام یک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیشتری دارند.

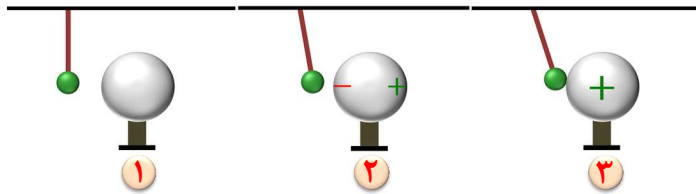


$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{100}{0/02} = 5000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

۱۹- بار الکتریکی $q = -40\text{nC}$ از نقطه ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40\text{V}$ تا نقطه ای با پتانسیل $V_2 = -10\text{V}$ آزادانه جابه جا می شوند. الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می کند؟ ب) با توجه به قانون پایستگی انرژی، در مورد چگونگی تبدیل انرژی بار q در این جابه جایی توضیح دهید.

$$\Delta U = q\Delta V = (-40 \times 10^{-9}) \times (-10 - (-40)) = -12 \times 10^{-7} \text{ J}$$

۲۰- یک کره ی فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه ی نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می افتد.



۲۱- اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، در هر یک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می کند؟

الف) بار آن دو برابر شود.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه های آن سه برابر شود.

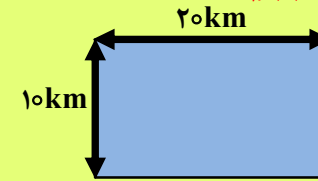
$$C = K\epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$q = CV$$

جزوه حل تمرینات دوره ای الکتریسیته ساکن

۲۳- ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات $1/77 \text{ mm}$ که بین صفحه های آن هوا قرار دارد، برابر $1/0 \text{ F}$ است. مساحت صفحه های این خازن چقدر است؟ از این مسئله چه نتیجه ای می گیرید؟

$$C = K \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow 1 = 1 \times 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{A}{1/77 \times 10^{-3}} \rightarrow A = 2 \times 10^8 \text{ m}^2$$



با فولیتو فولی، تو

۲۲- اختلاف پتانسیل بین دو صفحه ی یک خازن را از 28 V به 40 V افزایش می دهیم. اگر با این کار $15 \mu\text{C}$ بر بار ذخیره شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن را حساب کنید.

$$\Delta q = C \Delta V \rightarrow 15 \times 10^{-6} = C \times (40 - 28) \rightarrow C = 1/25 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$q = CV \rightarrow q_2 - q_1 = CV_2 - CV_1 = C(V_2 - V_1)$$

$$\rightarrow \Delta q = C(\Delta V)$$

$$\rightarrow \Delta q = (\Delta C)V$$

۲۴- یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است تا باردار شود. پس از مدتی، در حالی که باتری همچنان به خازن متصل است، فاصله ی بین صفحه های خازن را دو برابر می کنیم. کدام یک از موارد زیر درست است؟

- (الف) میدان الکتریکی میان صفحه ها نصف می شود. (پ) ظرفیت خازن دو برابر می شود.
 (ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه ها نصف می شود. (ت) بار روی صفحه ها تغییر نمی کند.

$$C = K \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \frac{A_2/A_1}{d_2/d_1} = 1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$E = \frac{V}{d} \rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{V_2/V_1}{d_2/d_1} = \frac{1}{2}$$

$$q = cv \rightarrow q_2/q_1 = (c_2/c_1) \times (v_2/v_1) = \frac{1}{2} \times 1$$

۲۵- مساحت هر یک از صفحه های خازن تختی، $1/00 \text{ m}^2$ و فاصله ی دو صفحه از هم، $1/77 \text{ mm}$ است. عایقی با ثابت دی الکتریک $4/9$ بین دو صفحه قرار داده شده است. ظرفیت خازن را تعیین کنید.

$$C = K \epsilon_0 \frac{A}{d} = 4/9 \times 8.85 \times 10^{-12} \times \frac{1}{1/77 \times 10^{-3}} = 24/5 \times 10^{-9} \text{ F}$$



جزوه حل تمرینات دوره ای الکتریسیته ساکن

۲۷- ظرفیت خازن تختی ۲۰nF و بار الکتریکی آن ۱۸۰nC است.

الف) انرژی ذخیره شده در این خازن چقدر است؟

ب) بین صفحات خازن هواست. خازن را از باتری جدا و فاصله‌ی بین صفحه‌های آن را دو برابر می-

کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن چقدر افزایش می‌یابد؟

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{18^2 \times 10^{-16}}{20 \times 10^{-9}} = 81 \times 10^{-8} \text{ J}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \frac{A_2}{d_2} = 1 \times \frac{1}{2} \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{q_1^2}{C_2} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2 \rightarrow \Delta U = 81 \times 10^{-8} \text{ J}$$

با فولیتو فولی، تو

۲۶- دو صفحه‌ی خازن تخت برداری را به هم وصل می‌کنیم. در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه بردار کنیم ولی فاصله‌ی آن‌ها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقه‌ی حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید.

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \frac{A_2}{d_2} = 1 \times \frac{1}{2} \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{q_1^2}{C_2} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$$

