

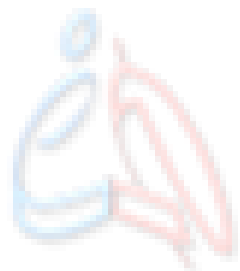
پرسش ۱-۱

پرسش ۱-۱: چرا وقتی روکش پلاستیکی را روی یک ظرف غذا می‌کشید و آن را در لبه‌های ظرف فشار می‌دهید، روکش در جای خود ثابت باقی می‌ماند؟

جواب:

زیرا هنگامی که پلاستیک به ظرف مالش داده می‌شود الکترون‌ها از ظرف به سمت روکش پلاستیکی جابجا شده و در اثر باردار شدن، روکش و ظرف به هم می‌چسبند.

همپار فیزیک



www.hampar.com

تمرین ۱-۱

تمرین ۱-۱: عدد اتمی اورانیوم $Z=92$ است.

(الف) بار الکتریکی هسته اتم اورانیم چقدر است؟

(ب) مجموع بار الکتریکی الکترون‌های اتم اورانیم (خنثی) چه مقدار است؟

(پ) بار الکتریکی اتم اورانیم (خنثی) چقدر است؟

جواب:

(الف) هسته اتم اورانیوم ۹۲ پروتون دارد:

$$q_1 = +ne = 92 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} = 1,47 \times 10^{-17} \text{ C}$$

(ب) اتم اورانیوم ۹۲ الکترون دارد:

$$q_2 = -ne = -92 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} = -1,47 \times 10^{-17} \text{ C}$$

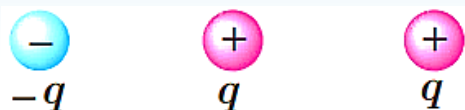
(پ)

$$q = q_1 + q_2 = 1,47 \times 10^{-17} \text{ C} + (-1,47 \times 10^{-17} \text{ C}) = 0$$

پرسش ۱-۲

پرسش ۱-۲: الف) سه ذره باردار مانند شکل روبه‌رو، روی یک خط راست قرار دارند و فاصله بارهای سمت راست و چپ از بار میانی برابر است.

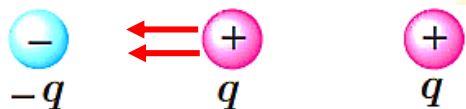
الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی میانی را تعیین کنید.



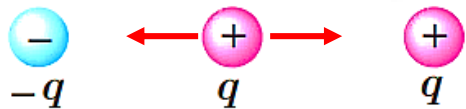
ب) اگر ذره سمت راست به جای q ، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار میانی چگونه خواهد بود؟

جواب:

الف) بار سمت راست به بار میانی نیروی دافعه (به سمت چپ) وارد می‌کند و بار سمت چپ به بار میانی نیروی جاذبه (به سمت چپ) وارد می‌کند که حاصل جمع این دو نیرو به سمت چپ می‌شود. مانند شکل زیر:



ب) اگر ذره سمت راست هم‌بار منفی داشته باشند هر دو بار چپ و راست می‌خواهند بار میانی را به سمت خود جذب کنند (خلاف جهت هم نیرو وارد می‌کنند) که برآیند این دو نیرو صفر می‌شود.

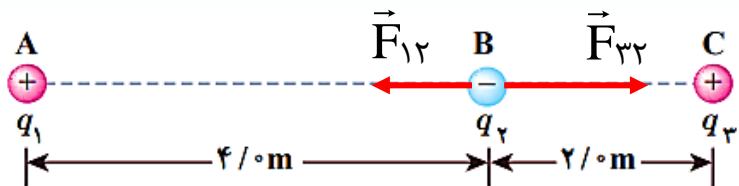


تمرین ۱-۲

تمرین ۱-۲: در مثال ۱-۳، نیروی خالص وارد بر بار q_2 را به دست آورید.

$$q_3 = +4.0 \mu\text{C}, \quad q_2 = -1.0 \mu\text{C}, \quad q_1 = +2.5 \mu\text{C}$$

جواب:



$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = (9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \times \frac{(2.5 \times 10^{-6} \text{ C})(1.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(4.0 \text{ m})^2} = 1.4 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_{32} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{32}^2} = (9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(1.0 \times 10^{-6} \text{ C})(4.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(2.0 \text{ m})^2} = 9.0 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_T = F_{32} - F_{12} = 7.6 \times 10^{-3} \text{ N} \Rightarrow \vec{F}_T = (7.6 \times 10^{-3} \text{ N}) \hat{i}$$

نکته: در چنین مجموعه‌ای، اگر قرار باشد هر ۳ بار در حالت تعادل باشند، علامت بار میانی باید مخالف علامت دو بار دیگر و نزدیک به بار کوچک‌تر باشد.

پرسش ۱-۳

پرسش ۱-۳: سه ذره باردار مانند شکل روبه‌رو، در سه گوشه یک مربع قرار دارند.

الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی را تعیین کنید.

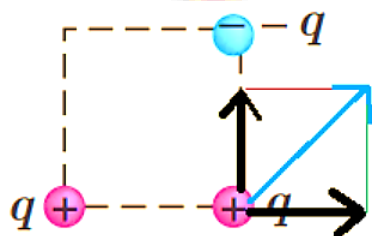
ب) اگر ذره سمت چپ به جای q ، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر

بار سمت راست پایینی چگونه خواهد بود؟

جواب:

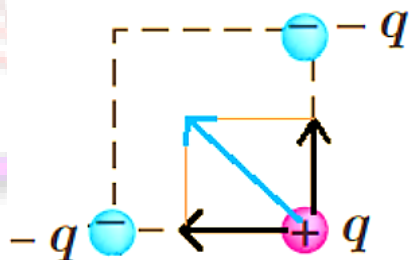
الف) بار منفی به بار مورد نظر نیروی جاذبه رو به بالا و بار سمت چپ به بار مورد نظر نیروی دافعه به سمت

راست وارد می‌کند. بردار برآیند دو نیرو در شکل نشان داده شده است:



ب) اگر سمت چپ منفی باشد هر دو بار به بار مثبت نیروی جاذبه وارد می‌کنند و برآیند این دو نیرو بصورت زیر

خواهد شد:



تمرین ۳-۱

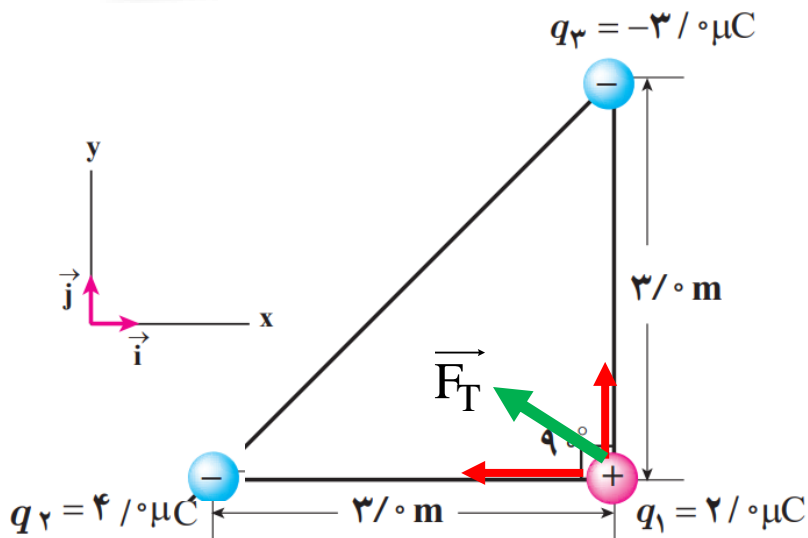
تمرین ۳-۱: در مثال ۱-۴ الف) اگر علامت بار q_3 تغییر کند جهت نیروی برآیند وارد بر بار q_1 چگونه خواهد شد؟

ب) اگر علامت بار q_2 تغییر کند، جهت نیروی برآیند وارد بر بار q_1 چگونه خواهد شد؟

پ) آیا اندازه نیروی برآیند وارد بر بار q_1 در قسمت‌های الف و ب با مقدار به دست آمده در مثال ۱-۴ متفاوت است؟

جواب:

الف) جهت نیروی برآیند وارد بر q_1 به شکل زیر می‌شود:



ب) جهت نیروی برآیند تغییر کرده اما با توجه به اینکه اندازه و فاصله بارها تغییر نکرده پس مقدار نیروی وارد شده نیز ثابت می‌ماند.

تمرین ۴-۱

تمرین ۴-۱: طبق مدل بور برای اتم هیدروژن، در حالت پایه فاصله الکترون از پروتون هسته برابر با $m \times 10^{-11} \times 5,3$ است.

(الف) اندازه میدان الکتریکی ناشی از پروتون هسته را در این فاصله تعیین کنید.

(ب) در چه فاصله‌ای از پروتون هسته، بزرگی میدان الکتریکی برابر با بزرگی میدان الکتریکی حاصل از مولد واندوگراف مثال پیش در فاصله $m \times 1,0$ از مرکز کلاهیک آن است؟

جواب:

(الف) اندازه میدان الکتریکی ناشی از ذره باردار در فاصله معین از آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = k \frac{|q_p|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1,6 \times 10^{-19}}{(5,3 \times 10^{-11})^2} = 4,9 \times 10^{12} \text{ N/C}$$

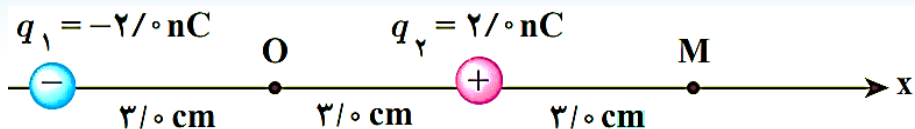
(ب) بزرگی میدان در فاصله یک متری از مولد واندوگراف مثال پیش را مساوی میدان ناشی از پروتون قرار می‌دهیم و فاصله مورد نظر بدست می‌آید:

$$E_p = E_v \rightarrow k \frac{|q_p|}{r_p^2} = 9 \times 10^3 \rightarrow 9 \times 10^9 \times \frac{|1,6 \times 10^{-19}|}{r^2} = 9 \times 10^3$$

$$r^2 = \frac{1,6 \times 10^{-19}}{10^{-6}} = 1,6 \times 10^{-13} \rightarrow r = \sqrt{16 \times 10^{-14}} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

تمرین ۵-۱

تمرین ۵-۱: شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در آن فاصله دو بار از هم 6.0 cm است. میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های O و M به دست آورید.



جواب:

اندازه میدان الکتریکی ناشی از بارهای q_1 و q_2 در نقطه O:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 2 \times 10^4 \text{ N/C}$$

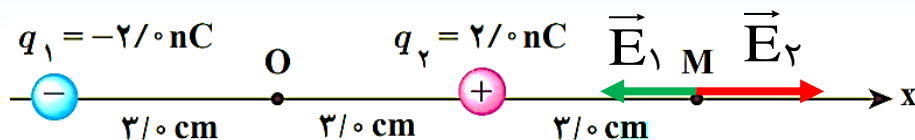
$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 2 \times 10^4 \text{ N/C}$$

جهت میدان الکتریکی ناشی از بارهای q_1 و q_2 در نقطه O به سمت چپ است. پس میدان برآیند برابر با جمع این دو مقدار می‌شود:

$$E_O = |E_1 + E_2| = |2 \times 10^4 \text{ N/C} + 2 \times 10^4 \text{ N/C}| = 4 \times 10^4 \text{ N/C}$$

تمرین ۵-۱

تمرین ۵-۱: شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در آن فاصله دو بار از هم 6.0 cm است. میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های O و M به دست آورید.



جواب:

اندازه میدان الکتریکی ناشی از بارهای q_1 و q_2 در نقطه M :

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(9 \times 10^{-2})^2} = 2.2 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 2 \times 10^4 \text{ N/C}$$

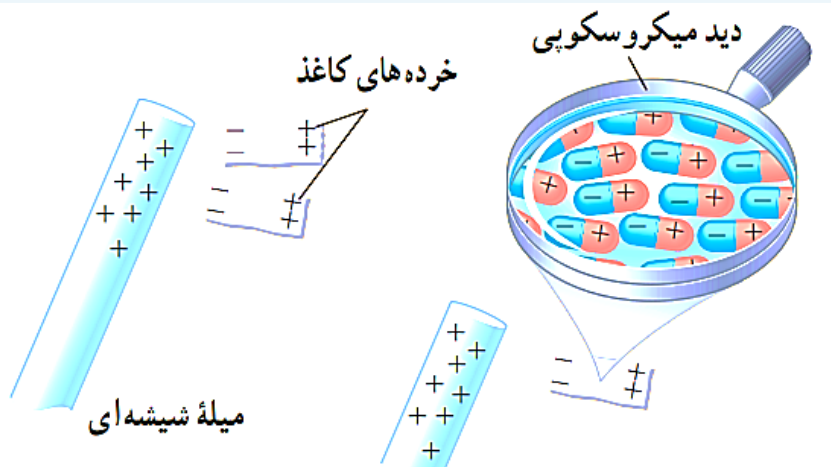
جهت میدان الکتریکی ناشی از بارهای q_1 به سمت چپ و جهت میدان الکتریکی ناشی از بار q_2 به سمت راست است، پس میدان برآیند اختلاف این دو میدان خواهد بود:

$$E_O = |E_1 - E_2| = |2.2 \times 10^3 \text{ N/C} - 2 \times 10^4 \text{ N/C}| = 1.78 \times 10^4 \text{ N/C}$$

جهت میدان برآیند به سمت راست است.

پرسش ۱-۴

پرسش ۱-۴: با توجه به شکل زیر توضیح دهید چرا یک میله باردار، خرده‌های کاغذ را می‌رباید؟



جواب:

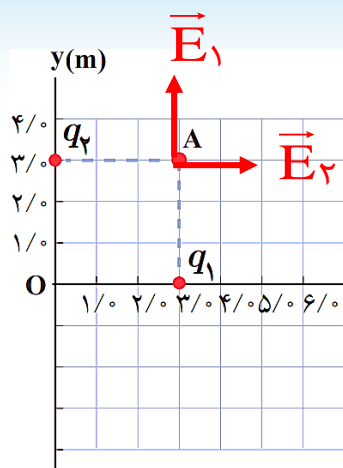
وقتی میله بار مثبت را به خرده‌های کاغذ نزدیک می‌کنیم، بارهای منفی (الکترون‌ها) در کاغذ به سمت میله متمایل می‌شوند و با نزدیک شدن بارهای منفی کاغذ به بارهای مثبت میله، کاغذ به میله جذب می‌شود.

تمرین ۱-۶

تمرین ۱-۶: میدان الکتریکی خالص حاصل از آرایش بار مثال ۱-۸ را در نقطه A تعیین کنید.

$$(q_1 = q_2 = 5.0 \mu\text{C})$$

جواب:



$$E_1 = E_2 = k \frac{|q|}{r^2} = (9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(5.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(3.0 \text{ m})^2} = 5.0 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_2 = (+5.0 \times 10^3 \text{ N/C}) \vec{i} \quad , \quad \vec{E}_1 = (+5.0 \times 10^3 \text{ N/C}) \vec{j}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow \vec{E} = (+5.0 \times 10^3 \text{ N/C}) \vec{i} + (+5.0 \times 10^3 \text{ N/C}) \vec{j}$$

اندازه میدان الکتریکی خالص:

$$E = \sqrt{(+5.0 \times 10^3 \text{ N/C})^2 + (+5.0 \times 10^3 \text{ N/C})^2} \approx 7.1 \times 10^3 \text{ N/C}$$

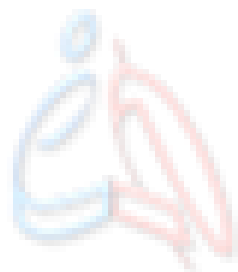
پرسش ۱-۵

پرسش ۱-۵: به نظر شما چرا خطوط میدان الکتریکی برآیند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند؟

جواب:

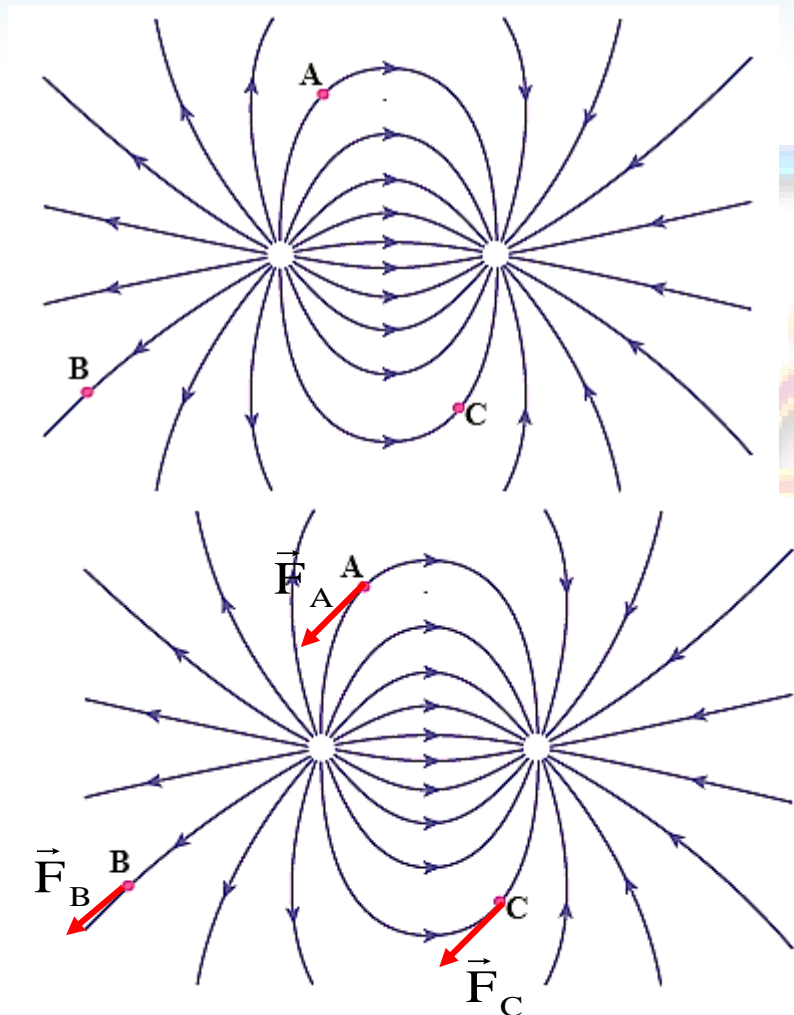
در هر نقطه در فضا مجموعه‌ای نیرو به ذره باردار برخورد می‌کند اما ما تنها برآیند آن‌ها را در نظر می‌گیریم و یک نقطه بیش از یک برآیند ندارد پس خطوط میدان نمی‌توانند همدیگر را قطع کنند. چون برای یک نقطه دو خط رسم می‌شود ولی ما تنها بردارهای برآیند را می‌خواهیم.

همپار فیزیک



پرسش ۱-۶

پرسش ۱-۶: بار $-q$ را در نقطه‌های A ، B و C از میدان الکتریکی غیر یکنواخت شکل روبه‌رو قرار دهید و جهت نیروی الکتریکی وارد بر این بار منفی را تعیین کنید.



جواب:

بار ذره منفی است، بنابراین جهت نیروی وارد بر آن در خلاف جهت میدان الکتریکی در نقاط خواسته شده است:

فعالیت ۱-۳

فالیت ۱-۳: تولیدمثل برخی از گل ها به زنبورهای عسل وابسته است. گرده ها به واسطه میدان الکتریکی، از یک گل به زنبور و از زنبور به گل دیگر منتقل می شوند. در این باره تحقیق کنید.

جواب:

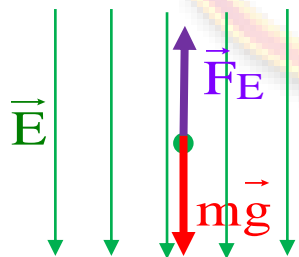
گل ها دارای میدان های الکتریکی بوده و زنبورها توسط رشته های بسیار باریکی بر روی بدن این خود این میدان های نامرئی را احساس می کنند. لرزش این رشته ها حشرات را به سمت گل ها و محل جمع آوری شهد گل هدایت خواهد کرد. رشته های روی بدن زنبورها که برای آنان همانند پرز یا مو عمل می کنند در پاسخ به میدان های الکتریکی به همان گونه عمل می کنند که موی انسان در زمان نزدیک شدن یک بادکنک دارای بار الکتریکی به آن ها واکنش نشان می دهند. همچنین گفته شده است که بسیاری از دیگر حشرات نیز از سیستم مشابهی برای یافتن گل های مورد نظر استفاده کرده اند. زنبورها در این بین در هنگام پرواز بار مثبت را از خود ساطع کرده و گل ها نیز از نظر الکتریکی دارای بار منفی می باشند. این تفاوت بارها جرقه های بسیار ریزی ایجاد می کنند که زنبورها قادر به دیدن آن ها می باشند. پیشتر اثبات شده بود که گل ها در اطراف خود دارای میدان های الکتریکی بوده و از آن برای جلب توجه حشرات که در نتیجه منجر به گرده افشانی آن ها خواهد شد استفاده می کنند.

تمرین ۱-۷

تمرین ۱-۷: روی سطح بادکنکی به جرم 10^{-3} g بار الکتریکی -200 nC ایجاد می‌کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. از نیروی شناوری وارد به بادکنک چشم‌پوشی کنید.

جواب:

نیروی گرانشی از طرف زمین می‌خواهد بادکنک را به سمت پایین بکشد، پس نیروی میدان الکتریکی باید به سمت بالا باشد، برای اینکه نیرو به سمت بالا باشد، با توجه به منفی بودن بار بادکنک، میدان الکتریکی باید به سمت پایین قرار گیرد. در نهایت برای معلق ماندن بادکنک باید بزرگی نیروی میدان الکتریکی با بزرگی نیروی وزن یکسان باشد:



$$F_E = F_w \Rightarrow qE = mg \Rightarrow 200 \times 10^{-9} \times E = 10 \times 10^{-3} \times 10$$

$$\Rightarrow E = \frac{10^{-1}}{2 \times 10^{-7}} = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

فعالیت ۱-۴

فالیت ۱-۴: رسوب دهنده الکتروستاتیکی (ESP) دود و غبار را از گازهای زائدی که از دودکش کارخانه ها و نیروگاه ها بالا می آید جدا می سازد. رسوب دهنده ها انواع مختلفی دارند. در مورد اساس کار این رسوب دهنده ها تحقیق کنید. شکل های روبه رو تأثیر رسوب دهنده را در کاهش آلودگی هوای ناشی از یک دودکش نشان می دهد.

جواب:

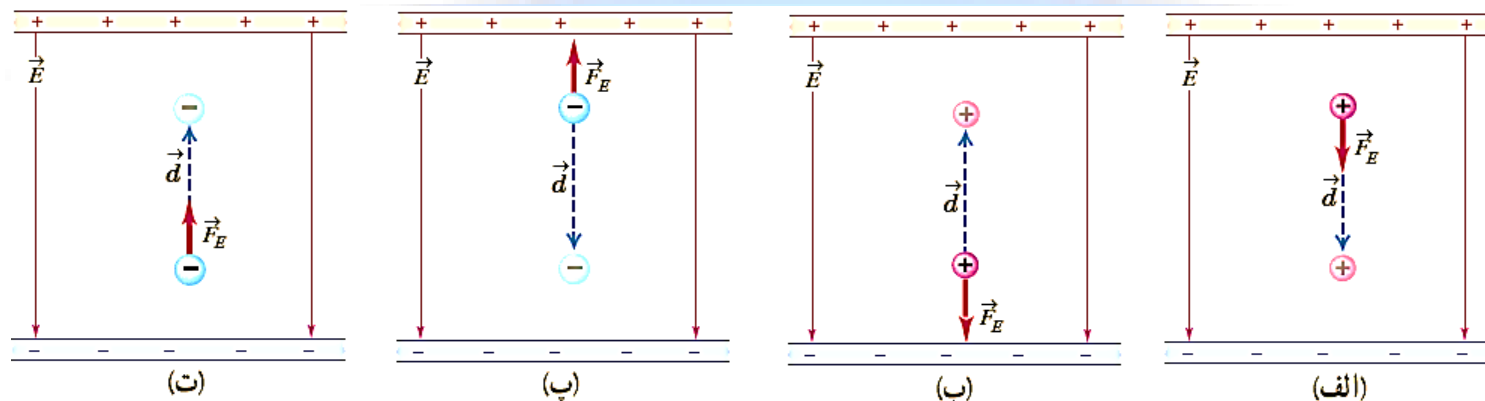
نام اصلی و صحیح فیلتری که در دهانه دودکش کارخانه ها نصب می شود، رسوب دهنده الکتریکی است. رسوب دهنده الکتریکی از توری فلزی نازکی با بار الکتریکی مثبت و دو تیغه فلزی که به زمین متصل هستند و دارای بار الکتریکی منفی هستند، تشکیل شده است.

ذرات دود و گرد و غبار هنگام عبور از میان توری فلزی دارای بار مثبت می شوند. ذره های دود باردار شده، توسط تیغه های دارای بار منفی جذب می شوند (چون بار الکتریکی منفی و مثبت یکدیگر را جذب می کنند) و روی تیغه ها رسوب می کنند و به این ترتیب از هوا جدا می گردند. تیغه ها را هر چند روز یکبار با ضربه زدن به وسیله یک چکش بزرگ و مخصوص که جزء فیلتر است می تکانند تا دوباره آماده به کار شوند.

پرسش ۷-۱

پرسش ۷-۱: در هر یک از شکل‌های زیر، با توجه به علامت بار ذره جابه‌جا شده، و جهت میدان الکتریکی (\vec{E}) جهت نیروی الکتریکی (\vec{F}_E) و جهت جابه‌جایی ذره (\vec{d}) تعیین کنید که:
 الف) کار نیروی الکتریکی (W_E) مثبت است یا منفی.
 ب) انرژی پتانسیل الکتریکی (U_E) کاهش یافته است یا افزایش.

جواب:



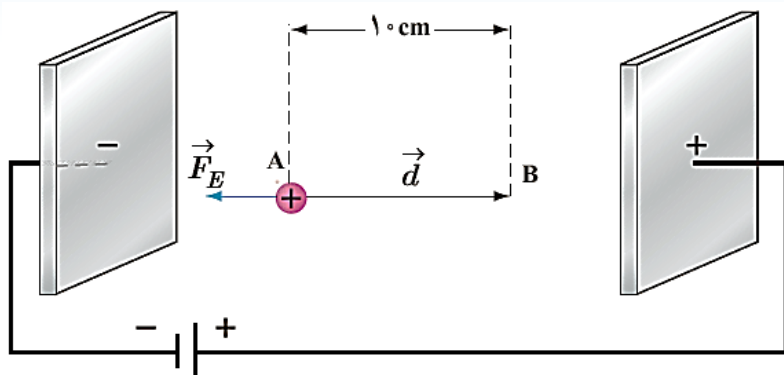
الف) اگر جابه‌جایی در جهت نیروی الکتریکی باشد کار مثبت و اگر در خلاف جهت نیروی الکتریکی باشد کار منفی می‌شود. پس در شکل الف کار مثبت در شکل ب کار منفی و در شکل پ کار منفی و در شکل ت کار مثبت است.

ب) اگر کار نیروی الکتریکی مثبت باشد انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و برعکس. پس انرژی پتانسیل الکتریکی در شکل الف کاهش، در شکل ب افزایش، در شکل پ افزایش و در شکل ت کاهش می‌یابد.

تمرین ۸-۱

تمرین ۸-۱: در مثال ۹-۱ اگر جای قطب‌های باتری عوض شود و پروتون را در نقطه A از حالت سکون رها کنیم، پروتون با چه تندی ای به نقطه B می‌رسد؟

جواب:



اگر جای قطب مثبت و منفی عوض شود، نیروی الکتریکی پروتون را به سمت راست می‌راند و داریم:

$$W_E = \Delta K \rightarrow -\Delta U = \frac{1}{2} mv^2 - 0$$

$$|q|Ed \cos \theta = \frac{1}{2} mv^2 - 0 \rightarrow 1,6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^3 \times 0,1 \times \cos 0 = \frac{1}{2} \times 1,67 \times 10^{-27} \times v^2$$

$$v^2 = \frac{3,2 \times 10^{-17}}{8,3 \times 10^{-28}} = 3,8 \times 10^{10} \rightarrow v = 1,9 \times 10^5 \text{ m/s}$$

تمرین ۹-۱

تمرین ۹-۱: الف) نشان دهید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

ب) نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

جواب:

الف) اگر در جهت میدان الکتریکی حرکت کنیم و اگر بار ما مثبت باشد، جهت نیرو و میدان یکسان می‌شود مانند شکل زیر:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-|q|Ed \cos 0}{q} = -Ed$$

اگر بار الکتریکی منفی باشد جهت نیرو با جهت جابجایی 180° درجه زاویه خواهد داشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-|-q|Ed \cos 180^\circ}{-q} = -Ed$$

پس می‌بینیم چه بار منفی باشد و چه مثبت اگر در جهت میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش خواهد یافت.

تمرین ۹-۱

تمرین ۹-۱: الف) نشان دهید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

ب) نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

جواب:

ب) نیروی وارد بر بار الکتریکی همواره در راستای خطوط میدان الکتریکی است و اگر جابجایی در راستای عمود بر جهت میدان الکتریکی انجام گیرد، تغییر پتانسیل الکتریکی به صورت زیر هست:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-|q|Ed \cos 90^\circ}{q} = \frac{-|q|Ed \times 0}{q} = 0$$

پس تغییر پتانسیل الکتریکی در راستای عمود بر میدان الکتریکی صفر است.

تمرین ۱-۱۰

تمرین ۱-۱۰: اگر پایانه مثبت یک باتری ۱۲ ولتی را مرجع پتانسیل در نظر بگیریم، پتانسیل پایانه منفی آن چند ولت خواهد شد؟

جواب:

اگر پایانه مثبت مرجع باشد، یعنی $V_+ = 0$ ، خواهیم داشت:

$$V_+ - V_- = 12 \rightarrow 0 - V_- = 12 \rightarrow V_- = -12V$$

فعالیت ۱-۶

فعالیت ۱-۶: الف) در شکل شخصی را داخل یک قفس توری فلزی می‌بینید که نوعی از قفس فاراده است. در مورد قفس فاراده و کاربردهایش تحقیق و به کلاس گزارش کنید.
ب) تحقیق کنید چرا معمولاً شخصی که در داخل اتومبیل یا هواپیماست از خطر آذرخش در امان می‌ماند.

جواب:



قفس فارادی یک قفس یا فضای بسته ساخته شده از فلز یا رسانای الکتریکی دیگر است. در سال ۱۸۷۳ میلادی مایکل فارادی از در آزمایشی فردی را در یک قفس رسانای بزرگ قرار داد و آن را تا حدی شارژ کرد که بارهای الکتریکی به صورت جرقه از گوشه‌های آن جریان پیدا کردند.

قفس فارادی علاوه بر اینکه محافظی در برابر امواج بیرونی است، به امواج درون خود نیز اجازه خروج نمی‌دهد. در این حالت الکترون‌های سطح رسانا به گونه‌ای روی سطح داخلی آن آرایش می‌یابند که اثر بارهای الکتریکی درون قفس را خنثی کنند.

فعالیت ۷-۱

فعالیت ۷-۱: در مورد برق گیرهای ساختمان تحقیق کنید و بررسی کنید آن‌ها چگونه ساختمان‌ها را از گزند آذرخش در امان نگه می‌دارند.

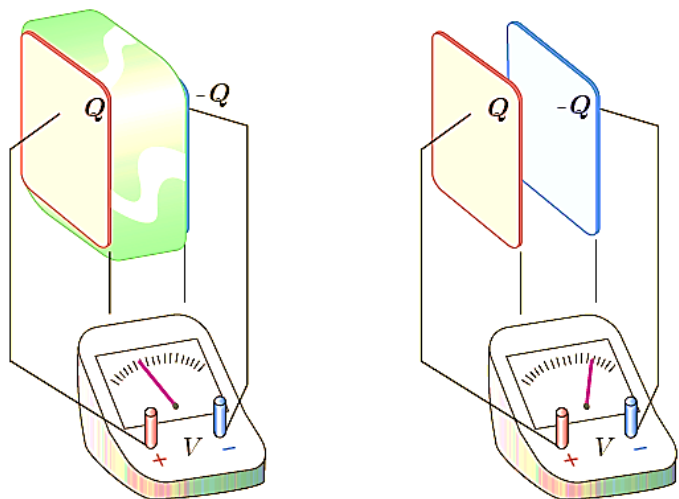
جواب:



برقگیر وسیله ای است که در بالاترین نقطه ساختمان نصب گشته و اولین نقطه اصابت رعد و برق می باشد به دلیل این که رعد و برق از کوتاه ترین فاصله بین ابر و زمین تخلیه می گردد . البته از نوک برقگیر نصب شده به زاویه ۴۵ درجه تا سطح افق را مخروط ایمنی می گویند و هر جسمی که در درون مخروط ایمنی قرار گیرد دیگر در معرض اصابت مستقیم صاعقه نخواهد بود و به همین دلیل است که در بعضی موارد برای پوشش کل ساختمان سایت از چندین برقگیر به صورت قفس فاراده استفاده می گردد

پرسش ۸-۱

پرسش ۸-۱: در شکل زیر صفحه‌های باردار یک خازن تخت را که بین آن‌ها هواست، به ولتسنج وصل می‌کنیم. با وارد کردن دی‌الکتریک در بین صفحه‌ها، اختلاف‌پتانسیل دو صفحه کاهش می‌یابد. علت آن را توضیح دهید (توجه کنید که این آزمایش با بیشتر ولتسنج‌های معمولی و رایج ممکن نیست).



جواب:

با اضافه کردن دی‌الکتریک ظرفیت خازن افزایش می‌یابد و با توجه به رابطه $C = \frac{Q}{V}$ چون بار Q ثابت است پس باید اختلاف‌پتانسیل کاهش یابد تا ظرفیت خازن افزایش بیابد.

فعالیت ۸-۱

فعالیت ۸-۱: در حسگر کیسه هوای برخی از خودروها از یک خازن استفاده می‌شود. درباره چگونگی عملکرد این حسگرها تحقیق کنید و نتیجه آن را به کلاس گزارش دهید.

جواب:

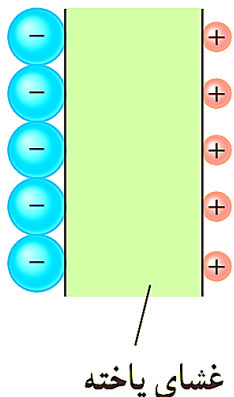
در جلوی خودرو دو سنسور بکار رفته که در دو طرف خودرو و قسمت محفظه چرخ‌ها قرار گرفته‌اند و به وسیله سیم به واحد کنترل مرکزی ارتباط دارند. در هنگام برخورد و ضربه شدید، یک سنسور الکترومکانیکی به کار می‌افتد و به دستگاه کنترل مرکزی هشدار می‌دهد. دستگاه کنترل مرکزی، جریان مدار پر شده خازنی را برای سوزاندن سوخت جامدی که در محفظه ایربگ قرار دارد به کار می‌اندازد. بخار حاصل از گاز تولید شده به سرعت کیسه را پر می‌کند. همزمان با آن کمربند ایمنی سفت گردیده و راننده را به صندلی می‌چسباند.

<http://physic-one.blog.ir/>

تمرین ۱-۱۱

تمرین ۱-۱۱: یک یاخته عصبی (نورون) را می‌توان با یک خازن تخت مدل‌سازی کرد، به طوری که غشای سلول به عنوان دی‌الکتریک و یون‌های باردار با علامت مخالف که در دو طرف غشا هستند به عنوان بارهای روی صفحه‌های خازن عمل کنند (شکل روبه‌رو). ظرفیت یک سلول عصبی و تعداد یون‌های لازم (با فرض آنکه هر یون یک‌بار یونیده باشد)، برای آنکه یک اختلاف پتانسیل 85mV ایجاد شود چقدر است؟ فرض کنید غشا دارای ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 3/0$ ، ضخامت $10/0\text{nm}$ و مساحت سطح $1/0 \times 10^{-10}\text{m}^2$ است.

جواب:



$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} = 3 \times 8,85 \times 10^{-12} \times \frac{1 \times 10^{-10}}{10 \times 10^{-9}} = 2,65 \times 10^{-13} \text{ F}$$

مقدار بار موجود در صفحه‌ها از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C = \frac{Q}{V} \rightarrow Q = CV = 2,65 \times 10^{-13} \times 85 \times 10^{-3} = 2,25 \times 10^{-14} \text{ C}$$

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{2,65 \times 10^{-13}}{1,6 \times 10^{-19}} = 1,65 \times 10^6$$

مسئله‌های فصل ۱

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

الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه پشمی چقدر است؟
 ب) تعداد الکترون‌های منتقل شده از پارچه پشمی به میله پلاستیکی را محاسبه کنید.

جواب:

الف) به همان اندازه و مثبت، یعنی:

$$+۱۲/۸nC$$

ب) تعداد الکترون‌ها به صورت زیر به دست می‌آید:

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

مسئله‌های فصل ۱

۲- الف) بار الکتریکی اتم و هسته اتم کربن ($^{12}_6C$) چند کولن است؟

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

جواب:

الف) بار الکتریکی خالص اتم کربن صفر بوده و بار هسته به صورت زیر به دست می‌آید:

$$q = +ne = +6 \times 1,6 \times 10^{-19} = 9,6 \times 10^{-19} C$$

ب) بار الکتریکی اتم کربن یکبار یونیده مثبت برابر است با:

$$q = +1,6 \times 10^{-19} C$$

مسئله‌های فصل ۱

۳- دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = 4 \cdot 10^{-9} \text{C}$ و $q_2 = -6 \cdot 10^{-9} \text{C}$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصله $r = 30 \text{cm}$ از هم دور می‌کنیم. نیروی کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

جواب:

اگر دو گوی هم‌اندازه را به هم تماس دهیم، پس از تماس بار هر دو گوی به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{4 + (-6)}{2} = -1 \text{nC}$$

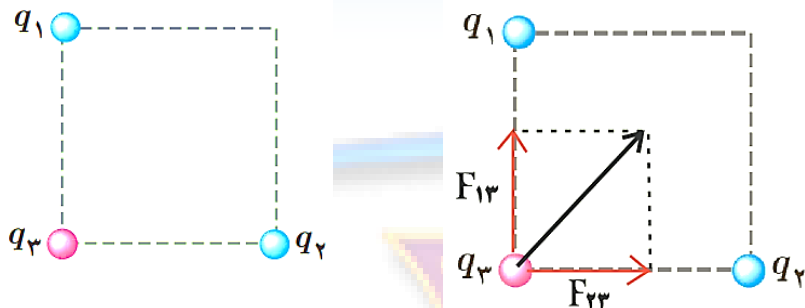
پس بار هر گوی برابر منفی یک کولن می‌شود که نیروی رانشی به یکدیگر وارد خواهند کرد:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{|-1 \times 10^{-9}| |-1 \times 10^{-9}|}{0.3^2} = 1 \times 10^{-7} \text{N}$$

مسئله‌های فصل ۱

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

جواب:



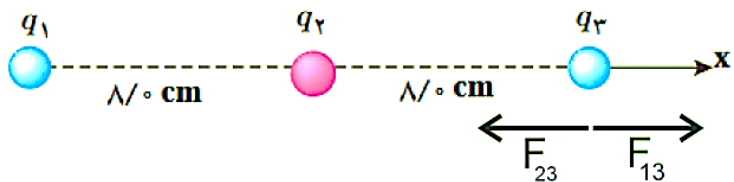
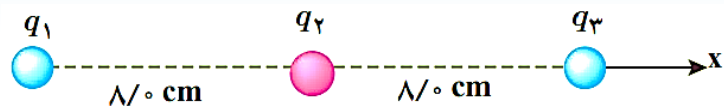
$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{|-5 \times 10^{-6}| | +2 \times 10^{-6}|}{3^2} = 1 \times 10^{-2} \text{ N} \Rightarrow \vec{F}_{13} = (1 \times 10^{-2} \text{ N}) \vec{j}$$

$$F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{|-5 \times 10^{-6}| | +2 \times 10^{-6}|}{3^2} = 1 \times 10^{-2} \text{ N} \Rightarrow \vec{F}_{23} = (1 \times 10^{-2} \text{ N}) \vec{i}$$

$$\vec{F} = (1 \times 10^{-2} \vec{i} + 1 \times 10^{-2} \vec{j}) \text{ N}$$

مسئله‌های فصل ۱

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



جواب:

$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{|-4 \times 10^{-9}| |-4 \times 10^{-9}|}{0.16^2} = 5.62 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$$F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{|+5 \times 10^{-9}| |-4 \times 10^{-9}|}{0.08^2} = 2.81 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = 5.62 \times 10^{-6} \vec{i} - 2.81 \times 10^{-5} \vec{i} = (-22.4 \times 10^{-6} \text{ N}) \vec{i}$$

مسئله‌های فصل ۱

۶- در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $۲/۵$ گرم و بار یکسان مثبت q در فاصله ۱ سانتی‌متر از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.

الف) اندازه بار q را به دست آورید.

ب) تعداد الکترون‌های کنده شده از هر گوی چقدر است؟

جواب:

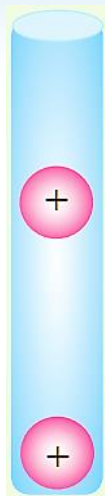
الف) برای اینکه گوی معلق بماند باید نیروی وزن و نیروی الکتریکی برابر باشند:

$$F_E = F_w \Rightarrow k \frac{|q||q|}{r^2} = mg \rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times q^2}{(10^{-2})^2} = 2,5 \times 10^{-3} \times 9,8$$

$$q = \sqrt{\frac{24,5 \times 10^{-7}}{9 \times 10^9}} = \sqrt{2,72 \times 10^{-16}} = 1,64 \times 10^{-8} \text{ C}$$

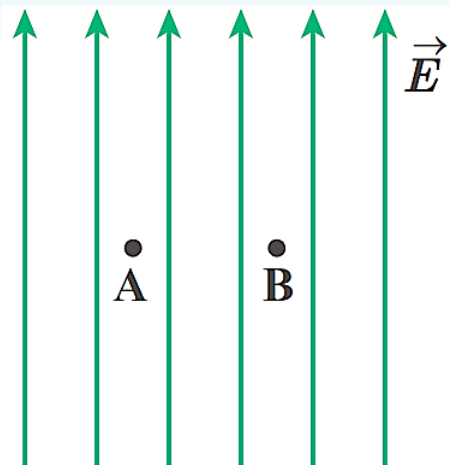
ب)

$$n = \frac{q}{e} = \frac{1,64 \times 10^{-8} \text{ C}}{1,6 \times 10^{-19} \text{ C}} \approx 10^{11}$$



مسئله‌های فصل ۱

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



جواب:

با توجه به رابطه $F = qE$ ، نیروی الکتریکی در هر دو نقطه یکسان است.

مسئله‌های فصل ۱

۸- هسته آهن شعاعی در حدود $m \times 10^{-15} \times 4/0$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است.

(الف) بزرگی نیروی دافعه بین دو پروتون این هسته که به فاصله $m \times 10^{-15} \times 4/0$ از هم قرار دارند چقدر است؟

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

جواب:

(الف)

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

(ب) ۲۶ پروتون داخل هسته است. پس بار هسته برابر است با:

$$q = ne = 26 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ C} = 41/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

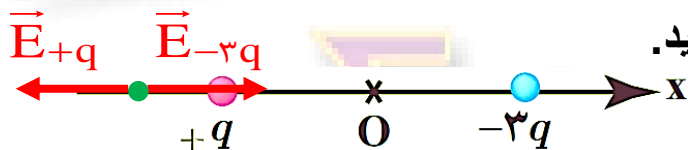
$$E = k \frac{|q|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{41/6 \times 10^{-19}}{(1 \times 10^{-10})^2} = 3/74 \times 10^{12} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

مسئله‌های فصل ۱

۹- شکل زیر، دو ذره باردار را نشان می‌دهد که در جای خود روی محور x ثابت شده‌اند. بارها در فاصله یکسان a از مبدأ مختصات (نقطه O) قرار دارند.

الف) در کجای این محور (غیر از بی‌نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برآیند برابر با صفر است؟

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

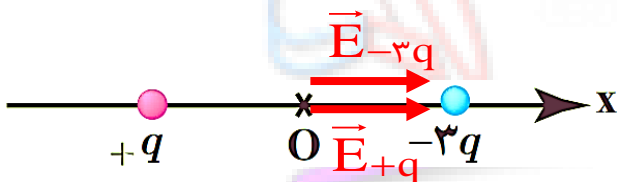


جواب:

الف) میدان زمانی صفر است که میدان ناشی از هر دو بار در آن نقطه مساوی و خلاف جهت هم باشند. برای دو بار الکتریکی با بار مخالف، میدان الکتریکی در خارج از خط واصل دو بار و نزدیک بار کوچکتر صفر می‌شود:

$$E_{+q} = E_{-3q} \Rightarrow k \frac{q}{d^2} = k \frac{3q}{(2a+d)^2} \rightarrow \frac{1}{d^2} = \frac{3}{(2a+d)^2} \rightarrow 3d^2 = (2a+d)^2$$

$$\rightarrow \sqrt{3}d = 2a + d \rightarrow d = \frac{2a}{\sqrt{3}-1}$$



ب)

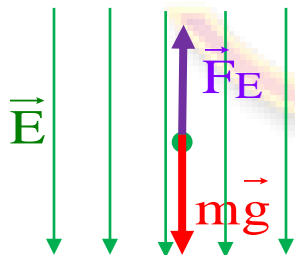
$$E_{+q} = k \frac{q}{a^2}, \quad E_{-3q} = k \frac{3q}{a^2} \Rightarrow \vec{E} = E_{+q} \vec{i} + E_{-3q} \vec{i} = 4k \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

مسئله‌های فصل ۱

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، ذره بارداری به جرم $2/0 \text{ g}$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \text{ N/kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

جواب:

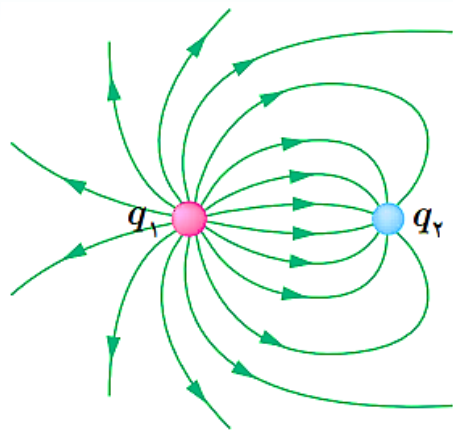
میدان رو به پایین است برای معلق ماندن نیرو رو به بالاست پس بار الکتریکی منفی می‌باشد. و نیروی وزن و میدان یکسان است. پس:



$$F_E = F_{mg} \Rightarrow qE = mg \Rightarrow q \times 5 \times 10^5 = 2 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow q = \frac{2 \times 10^{-2}}{5 \times 10^5} = 4 \times 10^{-8} \text{ C}$$

مسئله‌های فصل ۱

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



جواب:

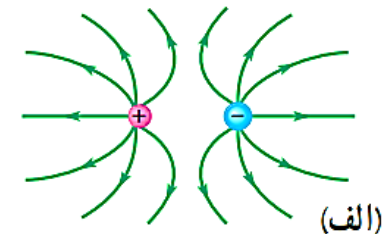
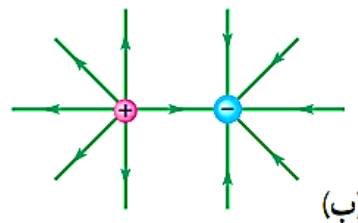
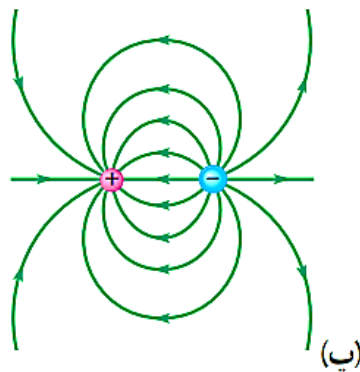
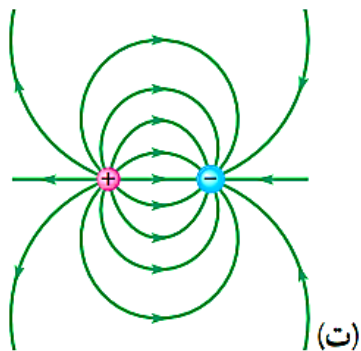
بار q_1 مثبت است و بار q_2 منفی است.

اندازه بار q_1 بیشتر است زیرا خطوط میدان بیشتری در اطراف آن قرار دارد.

مسئله‌های فصل ۱

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

جواب:



(الف) نادرست است خطوط میدان به سمت داخل بار منفی می‌شود.

(ب) جهت خطوط درست است اما خطوط بین دو بار به‌طور کامل رسم نشده است.

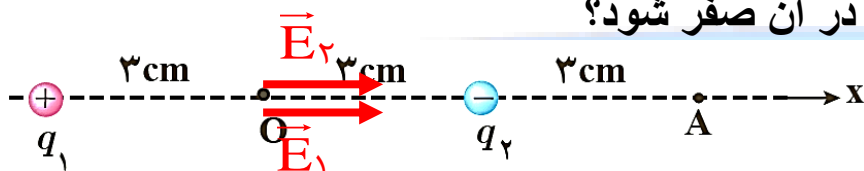
(ج) نادرست، جهت خطوط درست رسم نشده است.

(د) صحیح است.

مسئله‌های فصل ۱

۱۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیر همنام $q_1 = +1.0 \text{ nC}$, $q_2 = -1.0 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله 6 cm از یکدیگر قرار دارند.

(الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید.
 (ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟



جواب:

(الف) در نقطه O میدانی که هر دو بار ایجاد می‌کنند هم‌اندازه و هم‌جهت (به سمت راست) است. پس میدان خالص جمع میدان‌های ناشی از این دو بار است:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 1 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

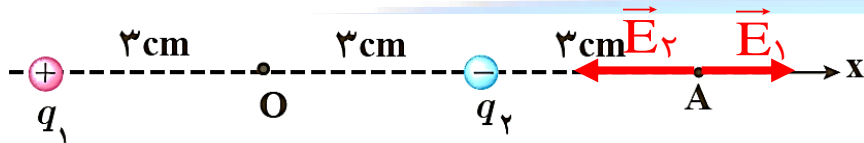
$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 1 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_t = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \vec{i}$$

مسئله‌های فصل ۱

۱۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیر همنام $q_1 = +1.0 \text{ nC}$, $q_2 = -1.0 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله ۶ cm از یکدیگر قرار دارند.

(الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید.
 (ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟



جواب:

(الف) در نقطه A جهت میدان الکتریکی بصورت زیر است:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-9}}{(9 \times 10^{-2})^2} = 1.1 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_2 = -k \frac{|q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = -1 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_t = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 1.1 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \vec{i} - 1 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \vec{i} = -8.9 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \vec{i}$$

(ب) زمانی میدان خالص صفر می‌شود که اندازه میدان ناشی از هر دو بار هم‌اندازه و خلاف جهت هم باشند که فقط در وسط دو بار هم‌اندازه هستند اما در این نقطه هم‌جهت می‌باشند پس در هیچ کجای خط واصل دو بار میدان الکتریکی خالص صفر نمی‌شود.

مسئله‌های فصل ۱

۱۴- بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده‌ایم. توضیح دهید چرا آب به‌جای اینکه به‌طور قائم فروریزد، خمیده می‌شود؟

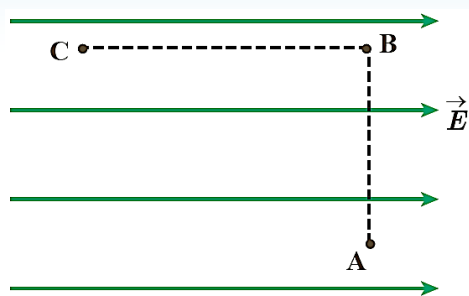


جواب:

در پدیده القا مولکول‌های آب قطبیده شده و جذب بادکنک می‌شوند.

مسئله‌های فصل ۱

۱۵- مطابق شکل زیر، بار $q = +5.0 \text{ nC}$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $8.0 \times 10^5 \text{ N/C}$ نخست از نقطه A تا نقطه B و سپس تا نقطه C جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = 0.20 \text{ m}$, $BC = 0.40 \text{ m}$ باشد، مطلوب است:



الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q ،

ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی انجام می‌دهد،

پ) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی.

جواب:

الف)

$$F = qE = 5 \times 10^{-8} \times 8 \times 10^5 = 4 \times 10^{-2} \text{ N}$$

ب) در دو مرحله جابه‌جایی صورت می‌گیرد که کار در جابه‌جایی AB به دلیل اینکه عمود بر راستای میدان الکتریکی است صفر می‌باشد. پس فقط کار میدان الکتریکی در جابه‌جایی BC را به دست می‌آوریم:

$$W_{AB} = 0$$

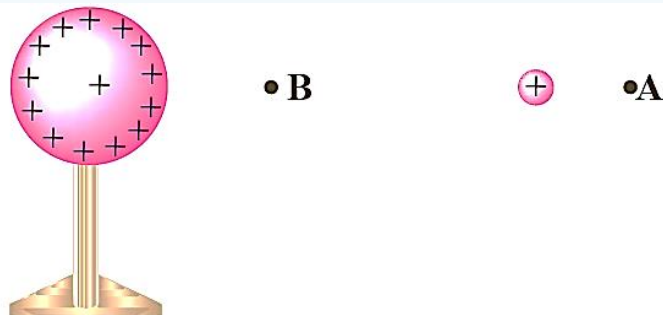
$$W_{BC} = qEd \cos \theta = 4 \times 10^{-2} \times 0.4 \times \cos 180^\circ = -1.6 \times 10^{-2} \text{ J}$$

پ) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار انجام‌شده است. پس:

$$\Delta U = -W_{BC} = 1.6 \times 10^{-2} \text{ J}$$

مسئله‌های فصل ۱

۱۶- در شکل زیر ذره باردار مثبت و کوچکی را از نقطه A به سمت کره باردار که روی پایه عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم و در نقطه B قرار می‌دهیم.



(الف) در این جابه‌جایی، کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟
 (ب) انرژی پتانسیل ذره باردار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟
 (پ) پتانسیل نقطه‌های A و B را باهم مقایسه کنید.

جواب:

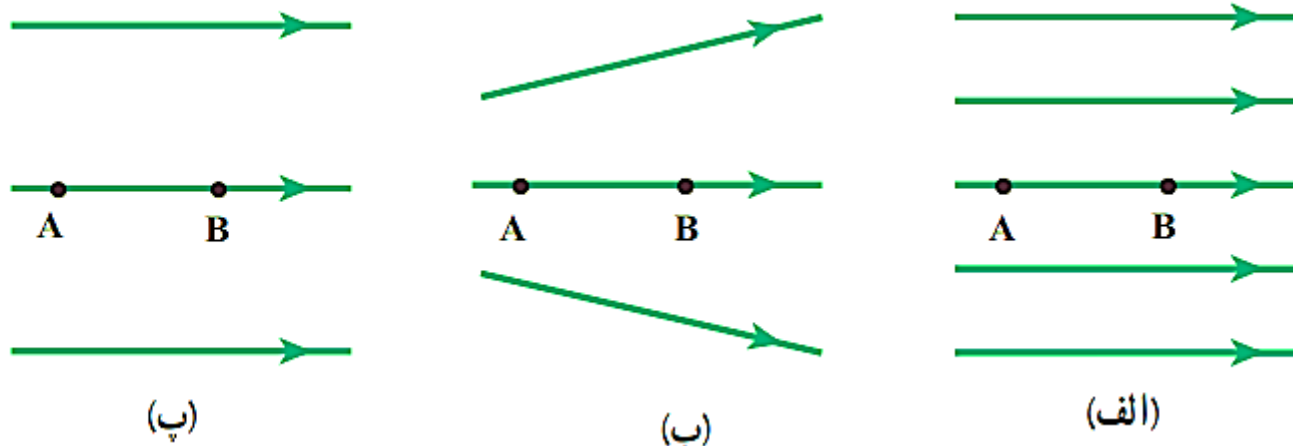
(الف) کار نیروی الکتریکی منفی است زیرا نیروی وارد بر بار مثبت به سمت راست است اما جابه‌جایی به سمت چپ.

(ب) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار نیروی الکتریکی است. کار منفی است پس انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

(پ) پتانسیل نقطه B بیشتر است، زیرا به کره با بار مثبت نزدیک‌تر است.

مسئله‌های فصل ۱

۱۷- شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت پروتون در نقطه B بیشتر است؟ توضیح دهید.



جواب:

در قسمت الف بیشتر می‌شود زیرا نیروی الکتریکی وارد بر ذره توسط میدان بیشتر و قوی‌تر است.

مسئله‌های فصل ۱

۱۸- دو صفحه رسانا با فاصله $۲٫۰\text{cm}$ را موازی یکدیگر قرار می‌دهیم و آن‌ها را به اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت وصل می‌کنیم. در نتیجه، یکی از صفحه‌ها به‌طور منفی و دیگری به‌طور مثبت باردار می‌شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی به وجود می‌آید. اندازه این میدان الکتریکی را حساب کنید و با توجه به جهت خطوط میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه توضیح دهید که کدامیک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیشتری دارند.

جواب:

$$E = \frac{V}{d} = \frac{۱۰۰\text{V}}{۰٫۰۲\text{m}} = ۵۰۰۰ \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

صفحه با بار مثبت دارای پتانسیل الکتریکی بیشتری است (هر چه در جهت میدان حرکت کنیم پتانسیل کم می‌شود).

مسئله‌های فصل ۱

۱۹- بار الکتریکی $q = -40 \text{ nC}$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40 \text{ V}$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = -10 \text{ V}$ آزادانه جابه‌جا می‌شود.

الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟
 ب) با توجه به قانون پایستگی انرژی، در مورد چگونگی تبدیل انرژی بار q در این جابه‌جایی توضیح دهید.

جواب:

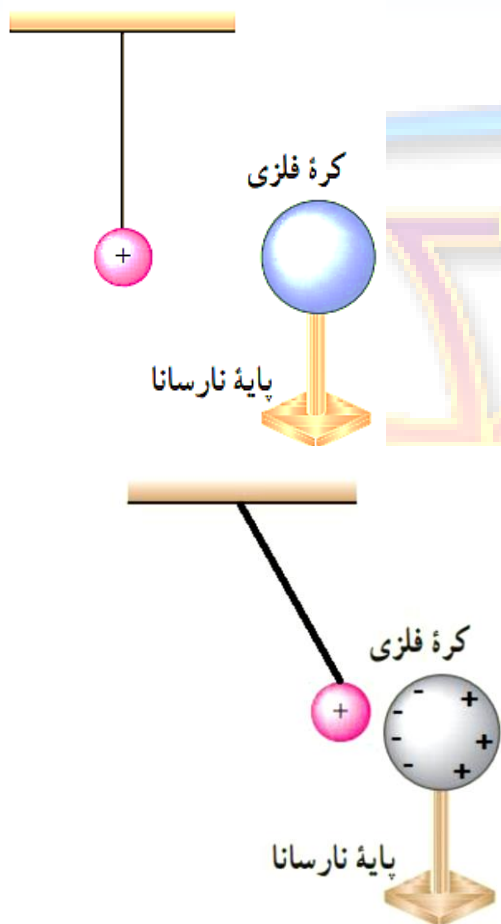
الف) کاهش می‌یابد.

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{\Delta U_E}{q} \rightarrow \Delta U_E = q \Delta V = -40 \times 10^{-9} \times (-10 - (-40)) = -1/200 \times 10^{-6} \text{ J}$$

ب) در اینجا انرژی پتانسیل ذخیره‌شده در بار الکتریکی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود و سرعت می‌گیرد.

مسئله‌های فصل ۱

۲۰- یک کره فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه نارسانی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می‌افتد.



جواب:

در اثر نزدیک شدن به آونگ بار مثبت، بارهای منفی به سمت آونگ متمایل می‌شوند و چون بارهای ناهم‌نام به هم نزدیک می‌شوند، آونگ جذب کره می‌گردد:

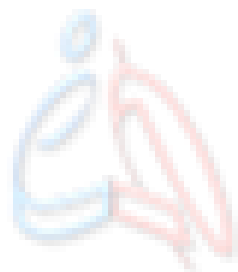
مسئله‌های فصل ۱

۲۱- اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، در هر یک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می‌کند؟
 الف) بار آن دو برابر شود.
 ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن سه برابر شود.

جواب:

ظرفیت خازن فقط وابسته به ساختمان آن می‌باشد پس در هر دو حالت الف و ب ظرفیت خازن تغییری نمی‌کند.

همیار فیزیک



www.darpan.com

مسئله‌های فصل ۱

۲۲- اختلاف پتانسیل بین دو صفحه یک خازن را از ۲۸ ولت به ۴۰ ولت افزایش می‌دهیم. اگر با این کار ۱۵ میکروکولن بر بار ذخیره شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن را حساب کنید.

جواب:

$$C_1 = C_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{V_1} = \frac{Q_2}{V_2} \rightarrow \frac{Q_1}{28} = \frac{Q_1 + 15 \times 10^{-6}}{40} \rightarrow Q_1 = 35 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{35 \times 10^{-6} \text{ C}}{28 \text{ V}} = 1,25 \times 10^{-6} \text{ F}$$

مسئله‌های فصل ۱

۲۳- ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات ۱ میلی‌متر که بین صفحه‌های آن هوا قرار دارد، برابر ۱ فاراد است. مساحت صفحه‌های این خازن چقدر است؟ از این مسئله چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

جواب:

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \rightarrow A = \frac{Cd}{\epsilon} = \frac{1 \times 1 \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}} = 1.12 \times 10^8 \text{ m}^2$$

می‌بینیم که برای تهیه خازنی با ظرفیت یک فاراد باید صفحه‌هایی به مساحت صد میلیون مترمربع فراهم کرد، در نتیجه درمی‌یابیم که یک فاراد (ظرفیت خازن) واحد بسیار بزرگی است.

مسئله‌های فصل ۱

- ۲۴- یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است تا باردار شود. پس از مدتی، درحالی‌که باتری همچنان به خازن متصل است، فاصله بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم. کدامیک از موارد زیر درست است؟
- (الف) میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود.
 (ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها نصف می‌شود.
 (پ) ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.
 (ت) بار روی صفحه‌ها تغییر نمی‌کند.

جواب:

(الف) طبق رابطه $E = \frac{V}{d}$ ، چون خازن به باتری متصل است، ولتاژ ثابت است و با دو برابر شده فاصله، میدان نصف می‌شود.

(ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها تغییر نمی‌کند، زیرا همچنان به باتری متصل است و اختلاف پتانسیل خازن همان اختلاف پتانسیل باتری هست.

(پ) طبق رابطه $C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$ ، با دو برابر شدن d ظرفیت خازن نصف می‌شود.

(ت) طبق رابطه $C = \frac{Q}{V}$ ، چون C نصف شده و V ثابت است، پس Q باید نصف می‌شود.

مسئله‌های فصل ۱

۲۵- مساحت هر یک از صفحه‌های خازن تختی ۱ مترمربع و فاصله دو صفحه از هم ۰٫۵ میلی‌متر است. عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۴٫۹ بین دو صفحه قرار داده شده است. ظرفیت خازن را تعیین کنید.

جواب:

$$C = \kappa \epsilon \cdot \frac{A}{d} = 4,9 \times 8,85 \times 10^{-12} \times \frac{1}{5 \times 10^{-4}} = 8,67 \times 10^{-8} \text{ F}$$

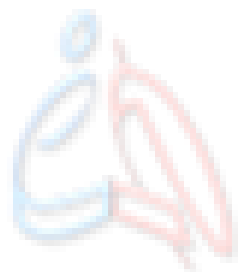
مسئله‌های فصل ۱

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

جواب:

فرقی نمی‌کند همان اندازه بار تخلیه می‌شود.

همپار فیزیک



مسئله‌های فصل ۱

۲۷- ظرفیت خازن تختی 20 nF و بار الکتریکی آن 180 nC است.

الف) انرژی ذخیره شده در این خازن چقدر است؟

ب) بین صفحات خازن هواست. خازن را از باتری جدا و فاصله بین صفحه‌های آن را دو برابر می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در خازن چقدر افزایش می‌یابد؟

جواب:

الف)

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(180 \times 10^{-9})^2}{20 \times 10^{-9}} = 8.1 \times 10^{-9} \text{ J}$$

ب) بار خازن تغییر نمی‌کند زیرا از باتری جداست، اما ظرفیت خازن نصف می‌شود ($C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$) و طبق رابطه

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

انرژی خازن دو برابر می‌شود.