

استادبانک



نمونه سوالات همراه با جواب و

گام به گام کتاب‌های درسی

به طور کامل رایگان در

اپلیکیشن استادبانک

به جمع ده‌ها هزار کاربر اپلیکیشن رایگان استادبانک پیوندید.

[لینک دریافت اپلیکیشن نمونه سوالات استادبانک \(کلیک کنید\)](#)

* برای مشاهده نمونه سوالات دانلود شده به صفحه بعد مراجعه کنید.

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

الف) انرژی ذخیره شده در این خازن چه قدر 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 چه قدر افزایش می‌یابد؟

« پاسخ »

$$C = 20 \text{ nF} \quad Q = 180 \text{ nC} \quad U = ? \quad d' = 2d \quad \Delta U = ?$$

$$\text{الف) } U = \frac{Q^2}{2C} \Rightarrow U = \frac{180^2}{2 \times 20} \Rightarrow U = 810 \text{ nJ}$$

$$\text{ب) } C = k\epsilon \frac{A}{d} \xrightarrow{d' = 2d} \frac{C'}{C} = \frac{d}{d'} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{d}{2d} = \frac{1}{2} \Rightarrow C' = \frac{1}{2}C$$

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

$$\Delta U = U' - U = 2U - U = U = 810 \text{ nJ}$$

۲- ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر $3/0 \text{ mC}$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه $8/0 \text{ J}$ زیاد می شود. q را محاسبه کنید.

« پاسخ »

با توجه به این که بار و ظرفیت خازن در مسئله دخالت دارند از رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ برای انرژی خازن استفاده می کنیم. اما پیش از آن بهتر است نگاهی به مفهوم این مسئله بیندازیم. اگر خازن در ابتدا بدون بار باشد، تصور آن ساده تر است. مثلاً تصور کنید با استفاده از یک «موچین سحرآمیز» الکترون ها را از یک صفحه ی خازن برداشته و به نوبت به صفحه ی دیگر منتقل می کنیم. بر اثر این کار میدانی الکتریکی بین صفحه ها برقرار می شود و جالب است که این میدان در جهتی است که با انتقال بیش تر بار مخالفت می کند. بنابراین، وقتی بار بر روی صفحه های خازن بیش تر و بیش تر می شود، مجبورید برای انتقال بارهای بیش تر، به طور مدام کارهای بیش تری انجام دهید. البته در عمل می دانید که این کار توسط باتری صورت می گیرد. بنابراین ما در این جا مسئله ای کاملاً ذهنی داریم و عملاً داریم فرض می کنیم که با یک موچین سحرآمیز بارها را حرکت می دهیم و البته لحظه ای بینابینی در حین این روند را در نظر می گیریم، یعنی پس از این که موچین سحرآمیز با باردار کردن صفحه ها، میدان الکتریکی ایجاد کرده است و داریم به لحظه ای توجه می کنیم که موچین در حال بردن $3/0 \text{ mC}$ بار از صفحه ی منفی به صفحه ی مثبت است. بنابراین، اگر بار صفحه ها را در پیش از این لحظه Q در نظر بگیریم، پس از لحظه ی موردنظر بار به $Q + \Delta Q$ تبدیل شده است. در نتیجه، تغییر انرژی پتانسیل با استفاده از رابطه ی $U = \frac{Q^2}{2C}$ چنین می شود.

$$\Delta U = \frac{(Q + \Delta Q)^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C} = \frac{\Delta Q^2 + 2Q\Delta Q}{2C} = \frac{(3/0 \times 10^{-3} \text{ C})^2 + 2q(3/0 \times 10^{-3} \text{ C})}{2(12 \times 10^{-6} \text{ F})}$$

$$= 0/375 + Q(0/25 \times 10^3) = 8$$

و در نتیجه $Q = 3/05 \times 10^{-2} \text{ C} \approx 3/1 \text{ mC}$ می شود.

۳- دو صفحه خازن تخت بارداری را به هم وصل می کنیم. در نتیجه جرقه ای زده می شود. 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 بزرگ تر از قبل می شود، یا کوچک تر و یا تغییری نمی کند؟ توضیح دهید.

« پاسخ »

جرقه ی حاصل بزرگ تر می شود. این انرژی از کاری حاصل می شود که با افزایش فاصله ی صفحات خازن (بر علیه جاذبه ی الکتریکی صفحه ها) توسط ما ایجاد شده است. روش دیگر آن است که بگوییم ظرفیت خازن کم شده است، ولی بار تغییر نکرده است. طبق رابطه ی $V = \frac{Q}{C}$ ، این به معنی افزایش اختلاف پتانسیل است. افزایش ولتاژ، خود به معنی افزایش اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی است. این را به طور مستقیم از رابطه ی $U = \frac{Q^2}{2C}$ نیز می توانستیم دریابیم. چون هنگام تخلیه ی خازن، جرقه ی پرانرژی تر و بزرگ تری خواهیم داشت.

۴- مساحت هریک از صفحه‌های خازن تختی $1/0 \cdot m^2$ و فاصله دو صفحه از هم، $0/500 \cdot mm$ است. عایقی با ثابت دی‌الکتریک $4/9$ بین دو صفحه قرار داده شده است. ظرفیت خازن را تعیین کنید.

« پاسخ »

با استفاده از رابطه‌های، $C = kC_0$ و $C_0 = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$ ، داریم:

$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d} = (4/9) \left(\frac{8/85 \times 10^{-12} \text{ F}}{\text{m}} \right) \frac{(1/0 \cdot m)^2}{(0/500 \times 10^{-3} \text{ m})} = 8/67 \times 10^{-8} \text{ F} \approx 87 \text{ nF}$$

۵- 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 بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم. کدام یک 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.

« پاسخ »

توجه کنید که در این مسئله، خازن همچنان به باتری بسته شده است و بنابراین اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های آن تغییری نمی‌کند. پس گزینه‌ی (ب) نادرست است. با دو برابر کردن فاصله‌ی بین صفحه‌ها، ظرفیت خازن طبق رابطه‌ی $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ نصف می‌شود و بنابراین گزینه‌ی (پ) نیز نادرست است. با توجه به این که ظرفیت خازن کاهش می‌یابد. در حالی که اختلاف پتانسیل ثابت است، بار خازن رابطه‌ی $Q = CV$ کاهش پیدا می‌کند و بنابراین گزینه‌ی (ت) نیز نادرست است.
 تنها گزینه‌ی درست، گزینه‌ی (الف) است، چرا که طبق رابطه‌ی $|\Delta V| = Ed$ ، با توجه به این که اختلاف پتانسیل ثابت است و فاصله‌ی صفحه‌ها دو برابر می‌شود، E نصف می‌شود.

۶- ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات $1/0 \cdot mm$ که بین صفحه‌ها آن هوا قرار دارد، برابر $1/0 \cdot F$ است. مساحت صفحه‌های این خازن چه قدر است؟ از این مسئله چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

« پاسخ »

از ظرفیت یک خازن تخت، مساحت صفحه‌های A ی آنرا به دست می‌آوریم:

$$A = \frac{Cd}{\epsilon_0} = \frac{(1/0 \cdot F)(1/0 \times 10^{-3} \text{ m})}{(8/85 \times 10^{-12} \text{ F/m})} = 1/1 \times 10^8 \text{ m}^2$$

توجه کنید این مساحت، متناظر با مساحت مربعی به ضلع حدوداً $10 \cdot km$ است. حجم چنین خازنی دست کم برابر $Ad = 1/1 \times 10^5 \text{ m}^3$ است، یعنی مکعبی به ضلع تقریبی $50 \cdot m$. بنابراین امکان ساختن چنین خازنی به طریق معمول ناممکن و یا دست کم غیرمعقول است.

۷- با توجه به شکل زیر توضیح دهید چرا یک میله باردار، خرده‌های کاغذ را می‌رباید؟



« پاسخ »

برای مولکول‌های غیرقطبی موجود در کاغذ، همان‌طور که شکل نشان می‌دهد، وقتی در میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرند، مولکول‌ها بر اثر القا، قطبیده می‌شوند و اصطلاحاً مولکول قطبیده می‌شود. میدان الکتریکی باعث می‌شود مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا شوند، به طوری که سر منفی آن‌ها در این‌جا در مقابل بار مثبت شیشه قرار گیرد و بدین ترتیب جذب آن شود.

۸- 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.

« پاسخ »

بار خازن از رابطه‌ی $Q = CV$ به دست می‌آید. با توجه به این‌که ظرفیت خازن ثابت است، بنابراین برای نمو (تغییر) Q داریم:

$$\Delta Q = C\Delta V = C(V_2 - V_1)$$

$$C = \frac{\Delta Q}{V_2 - V_1} = \frac{15 \times 10^{-6} \text{ C}}{40 \text{ V} - 28 \text{ V}} = 1/25 \times 10^{-6} \text{ F} \approx 1/25 \mu\text{F}$$

و از آن‌جا:

۹- اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، در هر یک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می‌کند؟
الف) بار آن دو برابر می‌شود.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن سه برابر می‌شود.

« پاسخ »

ظرفیت خازن فقط به شکل هندسی خازن (و جنس عایق آن) نه به بار اختلاف پتانسیل بین صفحه‌ها بستگی دارد. بنابراین گزینه‌های (الف) و (ب) هیچ تأثیری بر ظرفیت خازن ندارند.



۱۰- وقتی ماهواره‌ای به دور زمین می‌چرخد بر اثر عبور از فضای اطراف زمین باردار می‌شود. این بارها ممکن است موجب آسیب‌رساندن به قطعات الکترونیکی ماهواره شود. فرض کنید ماهواره‌ای در اثر عبور از یکی از لایه‌های جو دارای بار الکتریکی $q = 2/0 \times 10^{-9} \text{ C}$ شود. این ماهواره، مکعبی به ضلع 40 cm است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره را محاسبه کنید. (از تجمع بار بر روی لبه‌ها چشم‌پوشی شود.)

« پاسخ »

با فرض آن که بار q به صورت یک‌نواخت روی شش وجه مکعبی ماهواره توزیع شده باشد، روی هر وجه آن باری به اندازه‌ی $q/6$ قرار می‌گیرد. بنابراین، چگالی سطحی بار چنین می‌شود:

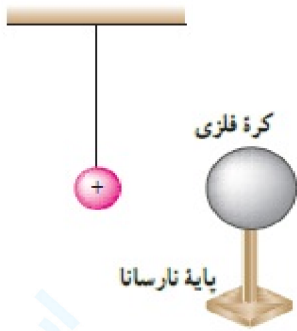
$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{q/6}{a^2} = \frac{(2/0 \times 10^{-9} \text{ C})/6}{(0/40 \text{ m})^2} = 2/0 \times 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2} \approx 2/1 \times 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

۱۱- یک صفحه‌ی پلاستیکی باردار (تلق یا ورق باردار) را به براده‌های ریز آلومینیمی بدون بار نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که براده‌ها به طرف صفحه‌ی پلاستیکی، جذب می‌شوند. علت این پدیده را توضیح دهید.

« پاسخ »

این پدیده بر اثر القا صورت می‌گیرد. براده‌های ریز آلومینیمی بدون بار مثل یک رسانای خنثی هستند که در میدان الکتریکی حاصل از صفحه‌ی پلاستیکی باردار قرار گرفته‌اند. بسته به این که بار صفحه‌ی پلاستیکی، مثبت یا منفی باشد، در سطح مقابل آن در براده‌ها، بار منفی یا مثبت القا می‌شود که این امر، موجب جذب براده‌ها به صفحه‌ی پلاستیکی می‌شود.

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



« پاسخ »

وقتی یک رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، بارهای الکتریکی روی سطح رسانا به گونه‌ای القا می‌شوند که میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر شود. بنابراین، با نزدیک کردن کره به آونگ بارداری، روی کره بارهای مثبت و منفی مشابه شکل زیر القا می‌شود، به طوری که سطح نزدیک به آن دارای بار منفی و سطح دور از آن دارای بار مثبت می‌گردد. اما توجه کنید بارهای منفی به آونگ نزدیک‌ترند، پس نیروی جاذبه‌ی وارد به آونگ بیشتر از نیروی دافعه‌ی وارد بر آن می‌شود و کره، آونگ را جذب می‌کند. اگر فاصله‌ی کره از آونگ کم باشد، آونگ با کره تماس پیدا می‌کند. اکنون اگر گلوله‌ی آونگ هم رسانا باشد، کره و آونگ یک جسم رسانا را تشکیل می‌دهند که باید کل بار روی سطح آن‌ها پخش شود تا میدان الکتریکی خالص داخل آن صفر باشد. پس به بیانی ساده، آونگ بارهای منفی کره را خنثی می‌کند و آونگ و کره هر دو دارای بار مثبت می‌شوند و بنابراین آونگ از کره دفع می‌گردد.

۱۳- بار الکتریکی $q = -4.0 \text{ nC}$ 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.

« پاسخ »

الف) با استفاده از رابطه‌ی $\Delta U = q\Delta V$ داریم:

$$\Delta U = q(V_2 - V_1) = (-4.0 \times 10^{-9} \text{ C})(-10 \text{ V} - (-40 \text{ V})) = -1/2 \times 10^{-6} \text{ J} = -1/2 \mu\text{J}$$

چون $\Delta U < 0$ شده است، پس انرژی پتانسیل الکتریکی بار q کاهش یافته است.

ب) چون از انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاسته شده است و بار آزادانه حرکت می‌کند، بنابراین از پایستگی انرژی نتیجه می‌گیریم که بر انرژی جنبشی بار افزوده می‌شود و لحظه به لحظه سرعت آن زیاد می‌شود.

۱۴- دو صفحه رسانا با فاصله $2/00\text{cm}$ را موازی یکدیگر قرار می‌دهیم و آنها را به اختلاف پتانسیل 100V 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 کدام یک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیشتری دارند.

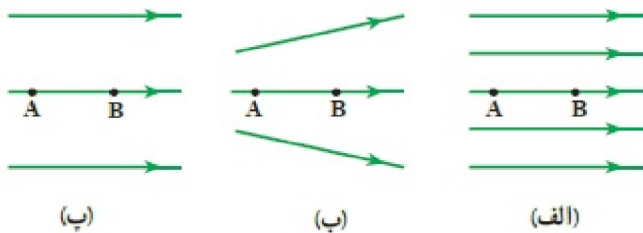
« پاسخ »

با استفاده از رابطه $|\Delta V| = Ed$ ، میدان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} = \frac{100\text{V}}{2/00 \times 10^{-2}\text{m}} = 5/00 \times 10^3 \text{V/m}$$

با حرکت در سوی خطوط میدان، از پتانسیل الکتریکی بیشتر به سمت پتانسیل الکتریکی کم‌تر می‌رویم. هم‌چنین دیدیم خطوط میدان از بارهای مثبت آغاز و به بارهای منفی ختم می‌شود. بنابراین، صفحه‌ی باردار مثبت در پتانسیل بالاتری نسبت به صفحه‌ی منفی قرار دارد.

۱۵- 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 شرایط پروتون در نقطه B بیشتر است؟ توضیح دهید.



« پاسخ »

در شکل الف، در پیرامون همه‌ی نقاط مسیر A تا B ، خطوط میدان متراکم‌تر از دو شکل دیگر است و بنابراین میدان الکتریکی قوی‌تر و نیروی وارد به پروتون در این حالت بیشتر از بقیه‌ی حالت‌ها است و با توجه به این که $\vec{a} = \vec{F}/m$ است، شتاب پروتون نیز بیشتر می‌شود. بنابراین، سرعت نهایی پروتون نیز در جابه‌جایی یکسان، بیشتر می‌شود. البته خوب می‌شد مسئله ترتیب سرعت‌ها را نیز می‌پرسید. در این صورت، سرعت پروتون در نقطه‌ی B برای آرایش (ب) بیشتر از آرایش (پ) می‌شد، زیرا فاصله‌ی خطوط میدان همه‌ی نقاط مسیر در شکل پ، در مقایسه با دو شکل دیگر از همه بیشتر است که این به معنی ضعیف‌تر بودن میدان در مقایسه با دو شکل دیگر است. (در حل چنین مسائلی توجه کنید که خطوط میدان در همه‌ی شکل‌ها با مقیاس یکسانی رسم شده باشند).

۱۶- در شکل زیر ذرهٔ باردار مثبت و کوچکی را از حالت سکون، از نقطهٔ A به سمت کرهٔ باردار که روی پایهٔ عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم، و در نقطهٔ B قرار می‌دهیم.



الف) در این جابه‌جایی، کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟
ب) کاری که ما در این جابه‌جایی انجام می‌دهیم مثبت است یا منفی؟

پ) انرژی پتانسیل ذرهٔ باردار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟

ت) پتانسیل نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.

« پاسخ »

الف) چون بار آزمون در خلاف جهت میدان جابه‌جا شده است و نیروی الکتریکی وارد به میدان هم‌سو با میدان است، $\theta = 180^\circ$ و در نتیجه کار نیروی الکتریکی طبق رابطه‌ی $W_E = |q|Ed\cos\theta$ ، مقداری منفی می‌شود.

ب) چون $\Delta K = 0$ است، مجموع کار نیروی خارجی (W_{ext}) و کار نیروی الکتریکی (W_E) برابر صفر است و بنابراین کار نیروی خارجی، مثبت است.

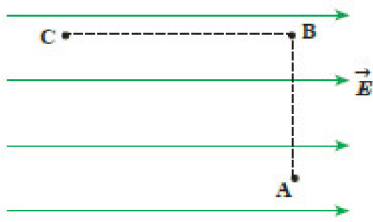
پ) طبق رابطه‌ی $\Delta U = -W_E$ چون $W_E < 0$ شده است، $\Delta U > 0$ می‌شود. پس انرژی پتانسیل زیاد می‌شود.

ت) با توجه به رابطه‌ی $\Delta V = \Delta U_E/q$ و مثبت بودن ΔU و q ، نیز مثبت می‌شود. از طرفی $\Delta V = V_B - V_A$ است. چون $\Delta V > 0$ است، بنابراین پتانسیل B از پتانسیل A بیش‌تر است.

تبصره: روش دیگر حل چنین مسائلی است که بگوییم وقتی بار مثبت را برخلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌دهیم، انرژی پتانسیل گرانشی زیاد می‌شود. این اظهارنظر در تشابه با گرانش است که وقتی در خلاف جهت میدان گرانشی حرکت کنیم، انرژی پتانسیل زیاد می‌شود. این اظهارنظر در تشابه با گرانش است که وقتی در خلاف جهت میدان گرانشی حرکت کنیم، انرژی پتانسیل گرانشی زیاد می‌شود. افزایش انرژی پتانسیل (برای بار مثبت) و با توجه

به رابطه‌ی $V = \frac{U_E}{q}$ ، به معنی افزایش پتانسیل است. می‌دانیم به ازای $\Delta K = 0$ انرژی پتانسیل به کار نیروی خارجی

مثبت می‌انجامد و با توجه به این که $W_{ext} = -W_E$ می‌شود، کار میدان الکتریکی منفی است.



۱۷- مطابق شکل زیر، بار $q = +5.0 \text{ nC}$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $1.0 \times 10^5 \text{ N/C}$ نخست از نقطه A تا نقطه B و سپس تا نقطه C جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = 0.20 \text{ m}$ و $BC = 0.40 \text{ m}$ 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.

« پاسخ »

الف) نیرو از رابطه $F_E = |q|E$ به دست می‌آید. بنابراین چون میدان، یکنواخت است نیروی الکتریکی وارد بر بار

$$F_E = (5.0 \times 10^{-9} \text{ C})(1.0 \times 10^5 \text{ N/C}) = 4.0 \times 10^{-2} \text{ N}$$

در تمام نقاط مسیر برابر است با:

ب) کار نیروی الکتریکی از رابطه $W = |q|Ed \cos \theta$ به دست می‌آید. بنابراین در مسیر AB که $\theta = 90^\circ$ است $W_{AB} = 0$ می‌شود، ولی در مسیر BC جابه‌جایی در خلاف جهت نیروی الکتریکی و $\theta = 180^\circ$ است داریم:

$$W_{BC} = -|q|Ed = -(5.0 \times 10^{-9} \text{ C})(1.0 \times 10^5 \text{ N/C})(0.40 \text{ m}) = -0.016 \text{ J}$$

کار نیروی الکتریکی در مسیر ABC برابر با حاصل جمع کار نیروی الکتریکی در مسیرهای AB و BC است، و بنابراین برابر همان -0.016 J می‌شود.

پ) می‌دانیم $\Delta U_E = -W_E$ است و بنابراین $\Delta U_E = 0.016 \text{ J}$ می‌شود.

۱۸- بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده‌ایم. توضیح دهید چرا آب به جای این‌که به طور قائم فرو ریزد، خمیده می‌شود؟



« پاسخ »

وقتی دی‌الکتریکی قطبی مانند آب در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند در جهت میدان الکتریکی هم‌ردیف شوند، به طوری که سر منفی مولکول‌ها در جهت مقابل پیکانه‌ی خطوط میدان الکتریکی، و سر مثبت مولکول‌ها در همان جهت پیکانه‌ی خطوط میدان الکتریکی قرار گیرند. بنابراین وقتی آب در میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرد، مولکول‌های دوقطبی با میدان هم‌سو می‌شوند و مثلاً اگر بادکنک بار منفی پیدا کرده باشد، سر مثبت مولکول‌های دوقطبی در برابر آن قرار می‌گیرند. بادکنک منفی، سر مثبت هر مولکول را جذب و سر منفی همان مولکول را دفع می‌کند. با توجه به مقایسه‌ی فاصله‌ی سرهای مثبت و منفی هر مولکول تا بادکنک، نیروی جاذبه قوی‌تر از نیروی دافعه و این باعث جذب آن به طرف بادکنک می‌شود.

۱۹- دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهم‌نام $q_1 = +1.0 \text{ nC}$ و $q_2 = -1.0 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله 6.0 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؟



« پاسخ »

الف) با قرار دادن بار آزمون در نقطه‌ی O درمی‌یابیم که میدان‌های حاصل از بارهای q_1 و q_2 در یک جهت (سوی



$+i$ هستند.

بنابراین در نقطه‌ی O داریم:

$$\vec{E}_O = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2\vec{E}_1 = 2k \frac{q_1}{r^2} \vec{i} = 2 \left(9.0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2 \right) \frac{(1.0 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.030 \text{ m})^2} \vec{i}$$

$$= (2.0 \times 10^4 \text{ N/C}) \vec{i}$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطه‌ی O برابر با $2.0 \times 10^4 \text{ N}$ و جهت آن به طرف راست $(+i)$ است.

در نقطه‌ی A، میدان‌ها در خلاف جهت یکدیگرند و بنابراین بزرگی میدان‌ها از کم می‌شود.

$$\vec{E}_A = \vec{E}_2 + \vec{E}_1$$

که چون q_2 به نقطه‌ی A نزدیک‌تر است $E_2 > E_1$ می‌شود و میدان الکتریکی برآیند در جهت $-i$ خواهد بود:

$$\vec{E}_A = (E_2 - E_1)(-\vec{i}) = \left(\frac{kq}{r_2^2} - \frac{kq}{r_1^2} \right) (-\vec{i})$$

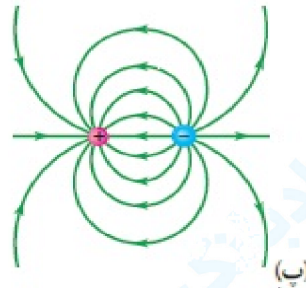
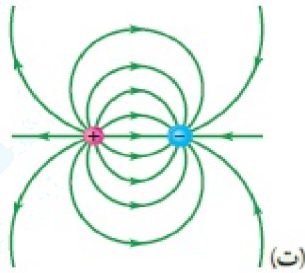
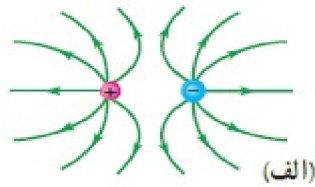
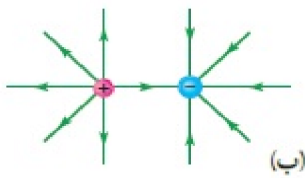
$$= (9.0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2) (1.0 \times 10^{-9} \text{ C}) \left(\frac{1}{(0.030 \text{ m})^2} - \frac{1}{(0.090 \text{ m})^2} \right) (-\vec{i})$$

$$= 8.9 \times 10^3 \text{ N/C} (-\vec{i})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطه‌ی A برابر $E_A = 8.9 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ جهت آن به طرف چپ $(-\vec{i})$ است.

ب) خیر. برای دو بار نقطه‌ای ناهمنام، نقطه‌ای که در آن میدان الکتریکی برآیند صفر باشد، خارج از فاصله‌ی بین دو بار، و در طرف بار با اندازه‌ی کوچک‌تر است. با توجه به این که در این مسئله، اندازه‌ی دو بار مساوی است، مرور آن استدلال به شما نشان می‌دهد چنین نقطه‌ای در فضای پیرامون این دو بار وجود ندارد، که میدان خالص در آن صفر باشد.

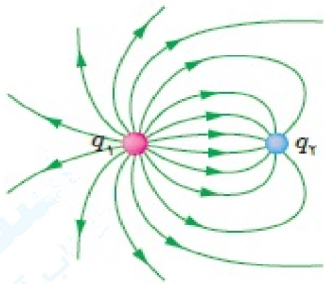
۲۰- در شکل‌های زیر، اندازه دو بار، یکسان ولی علامت آنها مخالف هم است. کدام آرایش خطوط میدان نادرست است؟ دلیل آن را توضیح دهید.



« پاسخ »

(الف) و (پ) نادرست. زیرا خطوط میدان الکتریکی از بار مثبت خارج می‌شود و به بار منفی وارد می‌شود.
(ب) و (ت) درست.

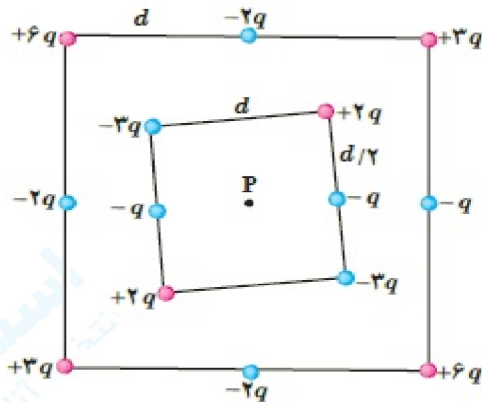
۲۱- خطوط میدان الکتریکی برای دو کره رسانای باردار کوچک در شکل زیر نشان داده شده است. نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازه آنها را مقایسه کنید.



« پاسخ »

بار q_1 مثبت و بار q_2 منفی می‌باشد. همیشه خطوط میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود. خطوط میدان الکتریکی دو بار نشان می‌دهد که $q_1 > |q_2|$ است. زیرا نحوه رسم خطوط میدان در اطراف بار q_1 و q_2 بیان کننده این نتیجه می‌باشند.

۲۲- شکل زیر دو آرایه‌ی مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطه P هم‌مرکزند، هم‌ردیف نیستند. ذره‌ها روی محیط مربع به فاصله‌ی d یا d/۲ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی P چیست؟



« پاسخ »

از تقارن شکل واضح است که همگی میدان‌های حاصل از بارهای روی دو مربع هم‌دیگر را دوه‌دو خنثی می‌کند، به‌جز دو باری که در وسط دو ضلع سمت چپ و راست مربع بزرگ قرار دارند. در این صورت، میدان الکتریکی در نقطه‌ی P، برآیند میدان‌های حاصل از میدان این دو بار می‌شود. توجه کنید برای بررسی جهت میدان، باید بار آزمون (مثبت) را در نقطه‌ی P قرار دهیم. بار آزمون توسط هر دو بار جذب می‌شود، اما چون بار سمت چپ بزرگ‌تر است، جهت میدان برآیند به سوی آن است. بنابراین، خواهیم داشت:

$$\vec{E}_P = k \frac{2q}{d^2} (-\vec{i}) + k \frac{q}{d^2} (\vec{i}) = \frac{kq}{d^2} (-\vec{i})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطه‌ی P برابر با $E_P = k \frac{q}{d^2}$ و جهت رو به سمت چپ است.

۲۳- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $5 \times 10^5 \text{ N/C}$ که جهت قائم و رو به پایین است، ذره‌ی بارداری به جرم $2 \times 10^{-3} \text{ kg}$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \text{ N/kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

« پاسخ »

باید نیروی وارده بر ذره به سمت بالا اعمال شود، تا بتواند با وزن ذره رو به پایین، غلبه نماید. پس در نتیجه بار ذره باید منفی باشد تا در خلاف جهت میدان به آن نیرو وارد شود.

$$m = 2gr = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

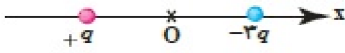
$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F = mg \Rightarrow mg = Eq \Rightarrow q = \frac{mg}{E} \Rightarrow q = \frac{2 \times 10^{-3} \times 10}{5 \times 10^5} = 4 \times 10^{-8} \Rightarrow q = -4 \times 10^{-8} \text{ C}$$

۲۴- 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 برابری با صفر است؟

ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برابری در مبدأ مختصات را بیاید.



« پاسخ »

الف) وقتی دو بار ناهمنام باشند، خارج از دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر برابری میدان الکتریکی صفر است و فاصله نقطه O تا بار q از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{x}{a+x} = \sqrt{\frac{q}{3q}} \Rightarrow x = a + x = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow x = \frac{a}{\sqrt{3}-1}$$

$$E_q = K \frac{q}{\left(\frac{q}{2}\right)^2}$$

$$E_{3q} = K \frac{3q}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} \Rightarrow E = K \frac{3q}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} - \frac{Kq}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} = K \frac{2q}{a^2}$$

ب) راستای میدان الکتریکی در جهت $-3q$ (سمت راست می‌باشد).

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

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

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

« پاسخ »

الف) بار هر پروتون، $q_p = e = 1/6 \times 10^{-19}$ است. بنابراین بزرگی نیروی الکتریکی بین دو پروتون برابر است با:

$$F_E = K \frac{q_p q_p}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{\left(1/6 \times 10^{-19}\right)^2}{\left(4 \times 10^{-15}\right)^2} = 1/44 \times 10 = 14/4 N$$

به دلیل همنام بودن بارها، نیرویی که بین دو بار وارد می‌شود، از نوع دافعه می‌باشد.

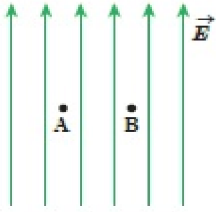
ب) میدان الکتریکی برای یک پروتون:

$$E = K \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{1/6 \times 10^{-19}}{\left(10 \times 10^{-10}\right)^2} = 144 \times 10^7$$

میدان الکتریکی برای ۲۶ پروتون:

$$E = 144 \times 10^7 \times 26 = 3744 \times 10^7$$

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



« پاسخ »

چون خطوط میدان الکتریکی موازی و فاصله بین آنها یکنواخت (یکسان) است، نشان می‌دهد که میدان الکتریکی یکنواخت است و شدت میدان در تمام چنین میدانی هم‌مقدار و هم‌جهت می‌باشد. بدیهی است بار q در هر نقطه در این میدان وارد می‌شود با نقاط دیگر فرقی ندارد. یعنی:

$$F_A = F_B$$



۲۷- در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $2/5g$ و بار یکسان مثبت q در فاصله $1/0cm$ 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؟

« پاسخ »

$$m_1 = m_2 = 2/5gr = 2/5 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$r = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

الف) برای آنکه گوی بالا در تعادل باشد، باید وزنشان با نیروی رانشی الکتریکی گوی‌ها برابر شود. در این صورت خواهیم داشت:

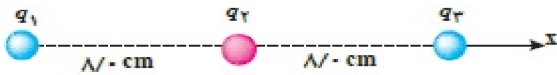
$$F = mg \Rightarrow k \frac{q^2}{r} = mg \Rightarrow q^2 = \frac{mgr}{k}$$

$$\Rightarrow q = r \sqrt{\frac{mg}{k}} = 10^{-2} \sqrt{\frac{2/5 \times 10^{-3} \times 10}{9 \times 10^9}} = 10^{-2} \sqrt{\frac{25 \times 10^{-12}}{9}} = \frac{5}{3} \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$= \frac{5}{3} \times 10^{-8} \times 10^6 = \frac{5}{3} \times 10^{-2} \mu\text{C}$$

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{\frac{5}{3} \times 10^{-8}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{5}{48} \times 10^{12} \approx 10^{11}$$

۲۸- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -4/0 \text{ nC}$ ، $q_2 = +5/0 \text{ nC}$ و $q_3 = -4/0 \text{ nC}$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هریک از بارهای q_2 و q_3 را محاسبه کنید.



« پاسخ »

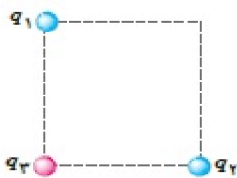
$$q_1 = q_3, r_1 = r_2$$

$$F_{32} = F_{12} = F = .$$

$$F_{13} = K \frac{q_1 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(-4 \times 10^{-9})(-4 \times 10^{-9})}{(16 \times 10^{-2})^2} = \frac{9}{16} \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{23} = K \frac{q_2 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(5 \times 10^{-9})(-4 \times 10^{-9})}{(11 \times 10^{-2})^2} = -\frac{45}{16} \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F = F_{23} - F_{13} = \frac{45}{16} \times 10^{-5} - \frac{9}{16} \times 10^{-5} = \frac{36}{16} \times 10^{-5} = 2/25 \times 10^{-5} \text{ N}$$



۲۹- سه ذره‌ی باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع ۳m ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_2 = -5 \mu\text{C}$ و $q_3 = +0/2 \mu\text{C}$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_3 را برحسب بردارهای یکه‌ی \vec{i} و \vec{j} تعیین کنید.

« پاسخ »

$$F_{13} = F_{23} = K \frac{q_1 q_3}{a^2} = 9 \times 10^9 \frac{(-5 \times 10^{-6})(0/2 \times 10^{-6})}{(3 \times 10^{-2})^2} = -10 \text{ N}$$

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{23} + \vec{F}_{13} = 10 \vec{i} + 10 \vec{j}$$

۳۰- دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = 4/nC$ و $q_2 = -6/nC$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصله‌ی $r = 30\text{cm}$ را از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم‌کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

« پاسخ »

چون گوی‌ها به هم متصل شده‌اند:

$$q_1 = 6nC$$

$$q_2 = -6nC$$

\Rightarrow طبق اصل بقای بار $q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$

$$4 + (-6) = q_1' + q_2' = 2q_2'$$

$$q_1' = q_2' = \frac{-2}{2} = -1nC$$

$$F = K \frac{q_1' q_2'}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(-1 \times 10^{-9})(-1 \times 10^{-9})}{(3 \times 10^{-2})^2} = \frac{10^{-9}}{10^{-4}} = 10^{-5} (N)$$

نیروی بین دو بار به دلیل هم‌نام بودن آنها رانشی است.

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

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

« پاسخ »

الف) هسته‌ی اتم کربن ۶ پروتون دارد، بار الکتریکی هسته برابر است با:

$$q_1 = +ne = +6 \times 1/6 \times 10^{-19} = 9/6 \times 10^{-19} C$$

اتم کربن در حالت عادی ۶ الکترون نیز دارد، بار الکتریکی منفی‌اش برابر است با:

$$q_2 = -ne = -6 \times 1/6 \times 10^{-19} = -9/6 \times 10^{-19} C$$

$$q_{\text{اتم}} = q_1 + q_2 = 0$$

اتم کربن در حالت عادی خنثی است.

ب) اتم کربن (C^+) دارای ۵ الکترون، ولی داخل هسته‌ی آن ۶ پروتون وجود دارد.

$$q_{\text{اتم یونیده}} = -5e + 6e = +1e = +1/6 \times 10^{-19} C$$

۳۲- یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میله‌ی پلاستیکی $12/8 \text{ nC}$ می‌شود.

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

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

« پاسخ »

الف) میله پلاستیکی $q = -12/8 \times 10^{-9} \text{ C}$

پارچه پشمی $q = 12/8 \times 10^{-9} \text{ C}$

ب) $q = ne \Rightarrow \frac{q}{e} = \frac{12/8 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = 8 \times 10^{10}$



۳۳- چگونه توسط یک الکتروسکوپ می‌توانیم تشخیص دهیم:

الف) یک میله باردار است یا نه؟

ب) میله رساناست یا عایق؟

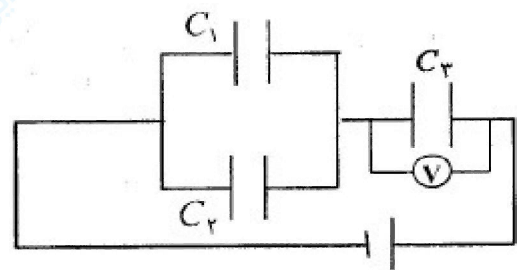
پ) نوع بار میله‌ی باردار چیست؟

« پاسخ »

الف) برای این منظور میله را به الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم. اگر تغییری در انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ ایجاد نشد، میله بدون بار است و در صورت تغییر انحراف ورقه‌ها معلوم می‌شود که میله باردار است.

ب) میله را به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس می‌دهیم. اگر انحراف ورقه‌ها تغییر نکرد، میله رساناست و اگر کاهش پیدا نمود میله رساناست.

پ) میله را به کلاهک الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم (البته به آرامی) اگر انحراف ورقه‌ها کاهش یابد، نوع بار میله مخالف نوع بار الکتروسکوپ است و اگر انحراف ورقه‌ها بیشتر شد نوع بار میله موافق با نوع بار الکتروسکوپ است.



۳۴- در مدار شکل زیر، اگر بار ذخیره شده در خازن C_3 برابر $200 \mu\text{C}$ باشد:

الف) ولت سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

ب) اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_3 چند ولت است؟

$$C_1 = 8 \mu\text{F} \quad C_2 = 2 \mu\text{F} \quad C_3 = 5 \mu\text{F}$$

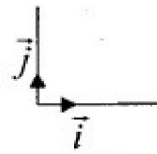
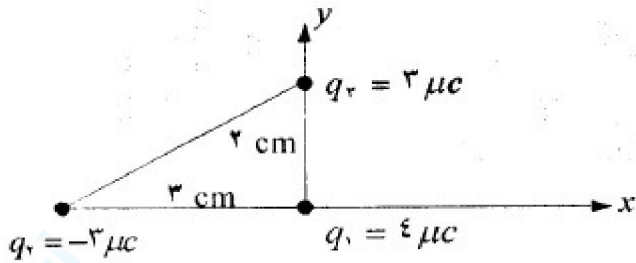
« پاسخ »

الف) ص ۳۹ $C = \frac{q}{V} \quad 5 = \frac{200}{V_3} \quad V_3 = 40 \text{ V} \quad (0/25)$

ب) $q_{12} = q_3 \quad (0/25) \quad C_{12} = 10 \mu\text{F} \quad (0/25) \quad V_{12} = V_2 \quad (0/25) \quad V_2 = \frac{q_{12}}{C_{12}} = 20 \text{ V} \quad (0/25)$

۳۵- مطابق شکل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یگانه \vec{i} و \vec{j} دستگاه مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید.

$$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$



« پاسخ »

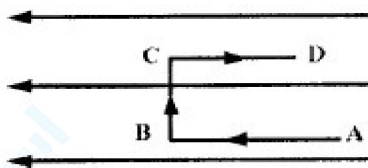
$$F_{21} = K \frac{|q_1||q_2|}{r_{21}^2} \quad (0/25) \quad F_{21} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 3 \times 10^{-12}}{(3 \times 10^{-2})^2} \quad (0/5) \Rightarrow F_{21} = 120 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F_{31} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 7 \times 10^{-12}}{(4 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{31} = 270 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} \quad (0/25) \Rightarrow \vec{F}_T = 120 \vec{i} - 270 \vec{j} \quad (0/25)$$

مشابه مثال ص ۷ کتاب

۳۶- مطابق شکل، بار الکتریکی $-q$ را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یک‌نواخت از A تا D در مسیرهای نشان داده شده جابه‌جا می‌کنیم.



الف- در کدام نقطه، پتانسیل الکتریکی بیش‌تر از سایر نقاط است؟

ب- در کدام مسیر، انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می‌یابد؟

ج- در کدام مسیر، کاری که برای جابه‌جایی بار انجام می‌شود، صفر است؟

« پاسخ »

ج) B تا C (هر مورد ۰/۲۵) ص ۱۹

ب) A تا B

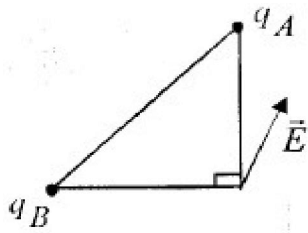
الف) A

۳۷- مقدار بار الکتریکی روی سطح یک کره فلزی را دو برابر می‌کنیم. در این صورت دو برابر می‌شود.

« پاسخ »

چگالی سطحی بار (۰/۲۵) ص ۲۷

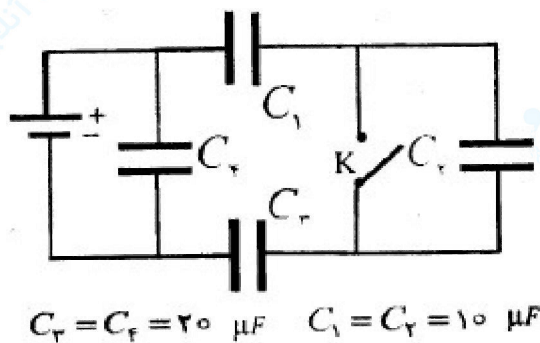
۳۸- مطابق شکل، دو بار الکتریکی q_A و q_B در دو رأس مثلث قائم‌الزاویه متساوی الساقینی ثابت شده‌اند. با توجه به بردار میدان الکتریکی رسم شده در شکل، دو بار الکتریکی هستند و اندازه بار q_A از q_B است.



« پاسخ »

غیرهمنام (۰/۲۵) و بزرگ‌تر ص ۱۲ (۰/۲۵)

۳۹- در مدار روبه‌رو:



$$C_1 = C_2 = 10 \mu F \quad C_3 = C_4 = 20 \mu F$$

آ) ظرفیت معادل خازن‌ها را در حالتی که کلید باز است محاسبه کنید.
 ب) اگر کلید k را ببندیم، با نوشتن رابطه‌ای مناسب توضیح دهید انرژی ذخیره شده در مجموعه خازن‌ها نسبت به حالتی که کلید باز است، کاهش می‌یابد یا افزایش؟

« پاسخ »

$$آ) \frac{1}{C_{1,2,3}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} (0/25) \rightarrow \frac{1}{C_{1,2,3}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = \frac{5}{20} (0/25) \rightarrow C_{1,2,3}$$

$$= 4 (0/25) \mu F$$

$$C_{eq} = C_{1,2,3} + C_4 (0/25) \rightarrow C_{eq} = 4 + 20 = 24 (0/25) \mu F$$

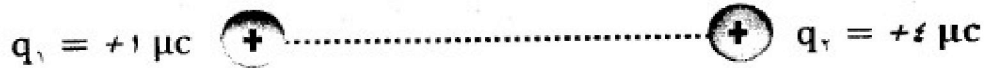
ب) با بستن کلید ظرفیت معادل افزایش می‌یابد (۰/۲۵). در نتیجه طبق رابطه $U_T = \frac{1}{2} C_{eq} V^2$ (۰/۲۵) و ثابت

بودن ولتاژ، انرژی ذخیره شده در مجموعه خازن‌ها افزایش می‌یابد. (۰/۲۵). ص ۷۷

۴۰- دو بار نقطه‌ای $q_1 = 1 \mu\text{C}$ و $q_2 = 4 \mu\text{C}$ بر روی خط راستی به فاصله ۹ سانتی متری از یکدیگر قرار دارند. (آ) در چه فاصله‌ای از بار q_1 برآیند میدان الکتریکی حاصل از دو بار صفر می‌شود؟

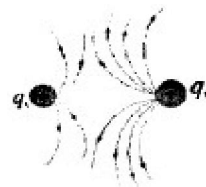
$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

(ب) خط‌های میدان الکتریکی این بارها را به طور کیفی رسم کنید.



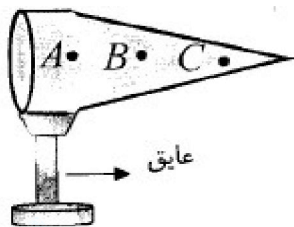
« پاسخ »

$$\begin{aligned} \text{آ) } E_1 &= E_2 \quad (0/25) \rightarrow \frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(9-x)^2} \quad (0/25) \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{4}{(9-x)^2} \quad (0/25) \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{9-x} \quad (0/25) \\ &\rightarrow x = 3 \text{ cm} \quad (0/25) \end{aligned}$$



(ب) (۰/۵)

ص ۴۸ و ۵۰ و ۵۳



۴۱- در شکل روبه‌رو مخروط فلزی باردار است. اگر چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط C و B و A را به ترتیب با σ_C ، σ_B و σ_A نشان دهیم:

$$\sigma_A < \sigma_B < \sigma_C \quad -1$$

$$\sigma_C = \sigma_B = \sigma_A \quad -2$$

$$\sigma_A > \sigma_B > \sigma_C \quad -3$$

« پاسخ »

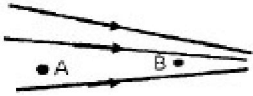
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۰/۲۵) ص ۵۳ تا ۶۰

۴۲- اگر یک رسانای خنثی منزوی در یک میدان الکتریکی خارجی قرار داده شود، میدان خالص درون رسانا: ۱- صفر می‌شود. ۲- افزایش می‌یابد. ۳- کاهش می‌یابد.

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۰/۲۵)

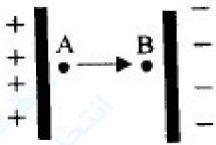
۴۳- شکل روبه‌رو خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضای اطراف یک بار الکتریکی نشان می‌دهد. اگر میدان الکتریکی را در نقاط A و B به ترتیب با E_A و E_B نشان دهیم:



۱- $E_B > E_A$ ۲- $E_B = E_A$ ۳- $E_B < E_A$

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۰/۲۵)



۴۴- ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت را مطابق شکل، در یک میدان الکتریکی یک‌نواخت رها می‌کنیم. اگر ذره در مسیر نشان داده شده به حرکت درآید، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره:

۱- افزایش می‌یابد. ۲- کاهش می‌یابد. ۳- ثابت می‌ماند.

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. (۰/۲۵)

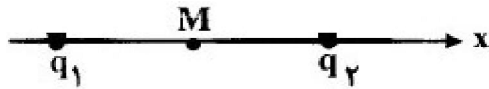
۴۵- در جمله‌های زیر کلمه‌های مناسب را از پرانتز انتخاب نمایید.

- (آ) موتور هواپیماهای ملخ‌دار از نوع ماشین‌های گرمایی (درون‌سوز - برون‌سوز) می‌باشد.
 (ب) در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی اتم (بر هم منطبق - جدا از هم) هستند.
 (پ) نیروهای الکتریکی که دو ذره باردار به یک‌دیگر وارد می‌کنند، (هم‌جهت - خلاف جهت یک‌دیگر) هستند.
 (ت) با ثابت نگه‌داشتن دما و طول یک سیم رسانای اهمی، اگر شعاع مقطع آن $\sqrt{2}$ برابر شود، مقاومتش (دو برابر - نصف) می‌شود.

« پاسخ »

- (آ) درون‌سوز (۰/۲۵) ص ۲۲ (ب) جدا از هم (۰/۲۵) ص ۶۵
 (پ) خلاف جهت یک‌دیگر (۰/۲۵) ص ۳۷ (ت) نصف (۰/۲۵) ص ۸۶

۴۶- مطابق شکل، دو ذره با بارهای $q_1 = 4\mu\text{C}$ و $q_2 = 2\mu\text{C}$ در فاصله‌ی 20 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازه‌ی میدان الکتریکی برآیند را در نقطه‌ی M وسط خط واصل دو ذره حساب کنید.



$$k \cong 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

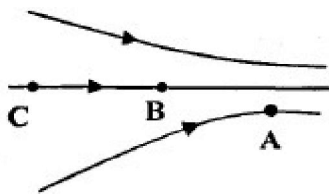
« پاسخ »

$$E = K \frac{|q|}{r^2} \quad E_1 = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6}}{(0.20)^2} \quad E_2 = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6}}{(0.20)^2}$$

$$E_1 = 36 \times 10^5 \text{ N/C} \quad E_2 = 18 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow E_T = 36 \times 10^5 - 18 \times 10^5 \quad (0.20) = 18 \times 10^5 \text{ N/C} \quad (0.20)$$

مشابه مثال ص ۱۳



۴۷- شکل مقابل، خط‌های میدان الکتریکی را در ناحیه‌ای از فضا نشان می‌دهد.

الف) میدان الکتریکی را در نقطه‌ی A و B با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) اگر بار $-q$ از نقطه‌ی C تا نقطه‌ی B جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟

« پاسخ »

الف) در نقطه‌ی A قوی‌تر است. (۰/۲۵) ص ۱۵

ب) افزایش می‌یابد، (۰/۲۵) زیرا در این صورت بار در جهت میدان حرکت کرده و پتانسیل کاهش می‌یابد (۰/۲۵) و

چون بار منفی است بنابر رابطه‌ی $\Delta U = q\Delta v$ (۰/۲۵) انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد. ص ۲۱

۴۸- عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب و به پاسخنامه انتقال دهید:

(الف) اگر فقط اندازه‌ی یکی از بارهای الکتریکی دو برابر شود، اندازه‌ی نیروی الکتریکی بین دو بار (دو برابر - نصف) می‌شود.

(ب) به مجموعه‌ی دو بار الکتریکی هم‌اندازه و (هم‌نام - غیرهم‌نام) دو قطبی الکتریکی گفته می‌شود.

(ج) میدان در هر نقطه، برداری است (مماس - عمود) بر خط میدانی که از آن نقطه می‌گذرد و با آن خط میدان هم‌جهت است.

(د) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه (مستقل از - وابسته به) اندازه و نوع بار الکتریکی است.

(ه) در نبود میدان الکتریکی خارجی، چگالی سطحی بار یک رسانای (متقارن - نامتقارن) در همه‌ی نقاط سطح خارجی آن یکسان است.

(و) خازنی با دی‌الکتریک k به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل شده است. در این حالت با خارج کردن دی‌الکتریک از میان صفحات خازن (ظرفیت - میدان الکتریکی بین صفحات) کاهش می‌یابد.

« پاسخ »

(الف) دو برابر ص ۲ (ب) غیرهم‌نام ص ۱۴ (ج) مماس ص ۱۵ (د) مستقل از ص ۲۱
(ه) متقارن ص ۲۷ (و) ظرفیت ص ۳۳ هر مورد (۰/۲۵)

۴۹- دو بار نقطه‌ای $q_1 = +4\mu C$ و $q_2 = -6\mu C$ بر روی خط راستی به فاصله‌ی ۶ سانتی‌متر از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. برآیند میدان الکتریکی حاصل از دو بار را در وسط خط واصل دو ذره به دست آورید.

$$k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

« پاسخ »

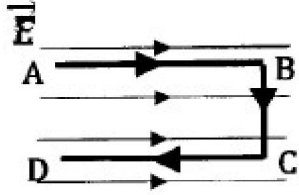
$$E_1 = \frac{Kq_1}{r_1^2} \quad (0/25) \rightarrow E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 4 \times 10^7 \frac{N}{C} \quad (0/5)$$

$$E_2 = \frac{Kq_2}{r_2^2} \rightarrow E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 6 \times 10^7 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

$$E = E_1 + E_2 \quad (0/25) \rightarrow E = 4 \times 10^7 + 6 \times 10^7 = 10 \times 10^7 = 10^8 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

ص ۴۷

۵۰- الکترونی با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یک‌نواختی مطابق شکل روبه‌رو حرکت می‌کند. با انتخاب یکی از مسیرهای $A \rightarrow B$ و $B \rightarrow C$ و $C \rightarrow D$ جاهای خالی را در متن زیر کامل کنید.



- (آ) در مسیر انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون افزایش می‌یابد.
 (ب) در مسیر کار انجام شده توسط نیروی الکتریکی مثبت است.
 (پ) در مسیر پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند.

« پاسخ »

(ب) $C \rightarrow D$ (۰/۲۵)

(آ) $A \rightarrow B$ (۰/۲۵)

(پ) $B \rightarrow C$ (۰/۲۵) ص ۵۳ تا ۵۸

۵۱- اگر فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن در یک مدار را افزایش دهیم، ظرفیت آن کاهش می‌یابد یا افزایش؟

« پاسخ »

کاهش (۰/۲۵) ص ۶۶

۵۲- چرا معمولاً شخصی که درون اتومبیل است از خطر آذرخش در امان است؟

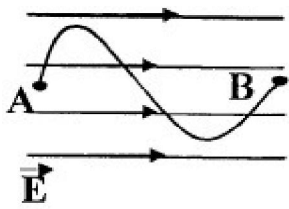
« پاسخ »

زیرا اتومبیل مانند رسانای منزوی (قفس فارادی) عمل می‌کند (۰/۲۵) یعنی بار الکتریکی فقط در سطح خارجی آن قرار می‌گیرد. (۰/۲۵) ص ۵۹

۵۳- دو مورد از ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی را بیان کنید.

« پاسخ »

۱- در هر ناحیه که میدان قوی‌تر باشد، خط‌های میدان به یک‌دیگر نزدیک‌تر و فشرده‌ترند (۰/۲۵). ۲- خط‌های میدان یک‌دیگر را قطع نمی‌کنند (۰/۲۵). (اگر دانش‌آموز موارد دیگری که در کتاب آمده است را ذکر کند، نمره‌ی کامل تعلق گیرد) ص ۴۹ و ۵۰



۵۴- در میدان الکتریکی یک‌نواخت نشان داده شده در شکل، ذره‌ای با بار الکتریکی $q_1 = +2\mu\text{C}$ از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌شود.

(آ) انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره در این جابه‌جایی افزایش می‌یابد یا کاهش؟

(ب) اگر بخواهیم این ذره را از نقطه B به A برگردانیم، کاری که باید انجام دهیم مثبت است یا منفی؟

(پ) اگر به جای بار الکتریکی q_1 ذره‌ای با بار الکتریکی $q_2 = -4\mu\text{C}$ مسیر A تا B را طی کند، با نوشتن رابطه‌ای مناسب بیان کنید اختلاف پتانسیل الکتریکی بین این دو نقطه نسبت به حالت اولیه چه تغییری می‌کند؟

« پاسخ »

(آ) کاهش (۰/۲۵)

(ب) مثبت (۰/۲۵)

(پ) تغییر نمی‌کند (۰/۲۵) زیرا اختلاف پتانسیل الکتریکی طبق رابطه زیر مستقل از بار و اندازه آن است.

$$\Delta v = \frac{\Delta U}{q} = -Ed \cos \alpha \quad (۰/۲۵)$$

(ص ۵۷ - ۵۳)

۵۵- با استفاده از وسایل زیر، آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز سطح جسم رسانای منزوی باردار بیش‌تر از سایر نقاط آن است.

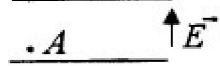
مخروط فلزی با پایه عایق، گلوله کوچک فلزی با دسته عایق، الکتروسکوپ، مولد واندوگراف.

« پاسخ »

ابتدا مخروط فلزی را با واندوگراف باردار می‌کنیم. سپس گلوله فلزی کوچک را از دسته عایق گرفته و با نوک تیز مخروط تماس می‌دهیم. سپس گلوله را با کلاهک الکتروسکوپ تماس می‌دهیم (۰/۵). مشاهده می‌شود ورقه‌های الکتروسکوپ از یک‌دیگر دور می‌شوند (۰/۲۵). با تماس دست، گلوله فلزی و الکتروسکوپ را خنثی می‌کنیم. اینک گلوله را از دسته عایق گرفته و با بدنه مخروط فلزی تماس داده و سپس آن را با کلاهک الکتروسکوپ تماس می‌دهیم. در این حالت، مشاهده می‌شود که ورقه‌های الکتروسکوپ نسبت به حالت اول (نوک تیز) انحراف کم‌تری پیدا می‌کنند (۰/۵). نتیجه می‌گیریم که تجمع بار در نقاط نوک تیز سطح جسم رسانای منزوی باردار از نقاط دیگر آن بیش‌تر است.

(ص ۶۱ - ۶۰)

۵۶- مطابق شکل، یک غبار که دارای بار الکتریکی $1.0 \times 10^{-15} \text{ C}$ و جرم $1.0 \times 10^{-8} \text{ g}$ است در میدان الکتریکی یکنواخت $\frac{5 \text{ N}}{\text{C}}$ بین دو صفحه افقی قرار گرفته است.



اگر غبار در ابتدا ساکن و در نقطه A به فاصله 4 cm از صفحه بالایی قرار داشته باشد، شتاب حرکت غبار را تا رسیدن به صفحه بالایی حساب کنید.

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

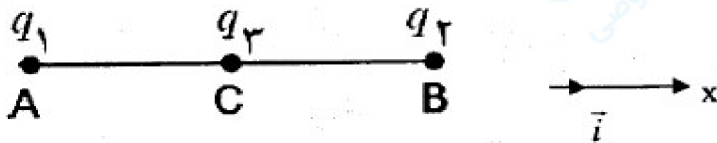
« پاسخ »

$$qE - mg = ma \quad (0/5) \quad 1/2 \times 10^5 \times 10^{-15} - 10^{-8} \times 10^{-3} \times 10 = 10^{-11} a \quad a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (0/25)$$

تمرین ص ۲۰

۵۷- مطابق شکل، سه ذره باردار q_1 ، q_2 و q_3 در نقطه‌های A، B و C ثابت شده‌اند.

نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 را برحسب بردار یگانه دستگاه مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید.



$$K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2, \quad q_1 = q_2 = 2 \mu\text{C}, \quad q_3 = -4 \mu\text{C} \quad AC = CB = 30 \text{ cm}$$

« پاسخ »

$$F_{12} = K \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} \quad (0/25) \Rightarrow F_{12} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 2 \times 10^{-12}}{36 \times 10^{-2}} \quad (0/5) \Rightarrow F_{12} = 0/1 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F_{32} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 4 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow F_{32} = 0/8 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} \quad (0/25) \quad \vec{F}_T = 0/1 \vec{i} - 0/8 \vec{i} \quad \vec{F}_T = -0/7 \vec{i} \quad (0/25)$$

مشابه تمرین‌های حل شده ص ۶

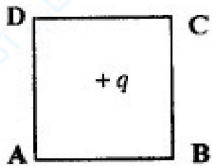
۵۸- خازنی با ظرفیت معلوم و دی الکتریک هوا به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل شده است. در این حالت فضای میان دو صفحه خازن را با دی الکتریکی به ضریب k پر می کنیم. جاهای خالی جدول را با کلمه های (کاهش، افزایش، ثابت) برای این خازن پر کنید:

بار الکتریکی	میدان الکتریکی	انرژی ذخیره شده در خازن

« پاسخ »

بار الکتریکی: افزایش
میدان الکتریکی: ثابت
انرژی: افزایش - هر مورد (۰/۲۵)
مفاهیم ص ۳۰ و ص ۳۷

۵۹- مطابق شکل، بار $q_1 = +q$ در مرکز یک مربع ثابت شده است. بار q_2 را در یکی از رأس های مربع قرار می دهیم طوری که میدان الکتریکی در رأس A صفر شود. نوع و مکان بار الکتریکی q_2 را در این حالت تعیین کنید.



« پاسخ »

در مکان C (۰/۲۵)، نوع بار q_2 منفی است. (۰/۲۵) مشابه پرسش ص ۴۵

۶۰- جاهای خالی را با عبارت های مناسب پر کنید:
الف) انرژی پتانسیل بار الکتریکی q با حرکت در سوی میدان افزایش می یابد. در این صورت نوع بار الکتریکی است.

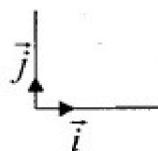
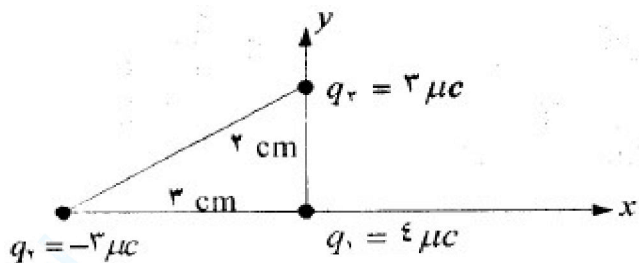
ب) میدان الکتریکی خالص در جسم رسانای باردار که در تعادل الکترواستاتیکی قرار دارد، صفر است.
ج) شعاع کره رسانای باردار A نصف شعاع کره رسانای باردار B است. در صورتی که بار دو کره یکسان باشد، چگالی سطحی بار کره A برابر چگالی سطحی بار کره B می شود.

« پاسخ »

الف) منفی (ص ۱۹) ب) درون (ص ۲۶) ج) ۴ برابر (ص ۲۷) هر مورد (۰/۲۵)

۶۱- مطابق شکل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یگانه \vec{i} و \vec{j} دستگاه مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید.

$$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$



« پاسخ »

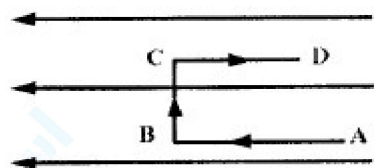
$$F_{21} = K \frac{|q_1||q_2|}{r_{21}^2} \quad (0/25) \quad F_{21} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 3 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} \quad (0/5) \Rightarrow F_{21} = 120 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F_{31} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 7 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{31} = 270 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} \quad (0/25) \Rightarrow \vec{F}_T = 120 \vec{i} - 270 \vec{j} \quad (0/25)$$

مشابه مثال ص ۷ کتاب

۶۲- مطابق شکل، بار الکتریکی $-q$ را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یک‌نواخت از A تا D در مسیرهای نشان داده شده جابه‌جا می‌کنیم.



الف- در کدام نقطه، پتانسیل الکتریکی بیش‌تر از سایر نقاط است؟

ب- در کدام مسیر، انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می‌یابد؟

ج- در کدام مسیر، کاری که برای جابه‌جایی بار انجام می‌شود، صفر است؟

« پاسخ »

ج) B تا C (هر مورد ۰/۲۵) ص ۱۹

ب) A تا B

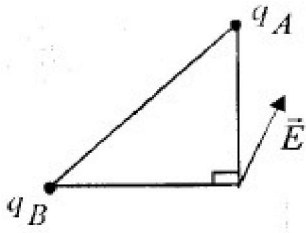
الف) A

۶۳- مقدار بار الکتریکی روی سطح یک کره فلزی را دو برابر می‌کنیم. در این صورت دو برابر می‌شود.

« پاسخ »

چگالی سطحی بار (۰/۲۵) ص ۲۷

۶۴- مطابق شکل، دو بار الکتریکی q_A و q_B در دو رأس مثلث قائم‌الزاویه متساوی الساقینی ثابت شده‌اند. با توجه به بردار میدان الکتریکی رسم شده در شکل، دو بار الکتریکی هستند و اندازه بار q_A از q_B است.



« پاسخ »

غیرهمنام ($0/25$) و بزرگ‌تر ص ۱۲ ($0/25$)

۶۵- دو بار نقطه‌ای $q_1 = 1 \mu\text{C}$ و $q_2 = 4 \mu\text{C}$ بر روی خط راستی به فاصله ۹ سانتی متری از یک‌دیگر قرار دارند. (آ) در چه فاصله‌ای از بار q_1 برآیند میدان الکتریکی حاصل از دو بار صفر می‌شود؟

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

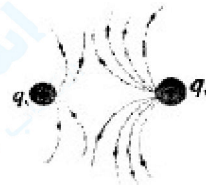
(ب) خط‌های میدان الکتریکی این بارها را به طور کیفی رسم کنید.



« پاسخ »

$$\text{آ) } E_1 = E_2 (0/25) \rightarrow \frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(9-x)^2} (0/25) \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{4}{(9-x)^2} (0/25) \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{9-x} (0/25)$$

$$\rightarrow x = 3 \text{ cm } (0/25)$$



(ب) ($0/5$)

ص ۴۸ و ۵۰ و ۵۳

۶۶- در شکل روبه‌رو مخروط فلزی باردار است. اگر چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط C و B و A را به ترتیب با σ_C ، σ_B و σ_A نشان دهیم:

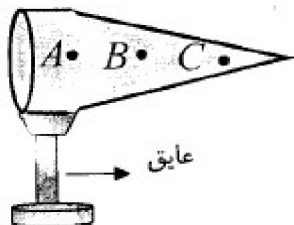
$$\sigma_A < \sigma_B < \sigma_C \quad -1$$

$$\sigma_C = \sigma_B = \sigma_A \quad -2$$

$$\sigma_A > \sigma_B > \sigma_C \quad -3$$

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ($0/25$) ص ۵۳ تا ۶۰

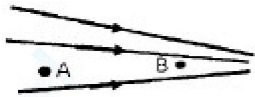


۶۷- اگر یک رسانای خشتی منزوی در یک میدان الکتریکی خارجی قرار داده شود، میدان خالص درون رسانا:
 ۱- صفر می شود. ۲- افزایش می یابد. ۳- کاهش می یابد.

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۰/۲۵)

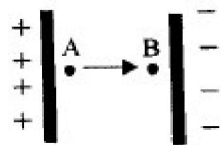
۶۸- شکل روبه‌رو خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضای اطراف یک بار الکتریکی نشان می دهد. اگر میدان الکتریکی را در نقاط A و B به ترتیب با E_A و E_B نشان دهیم:



۱- $E_B > E_A$ ۲- $E_B = E_A$ ۳- $E_B < E_A$

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۰/۲۵)

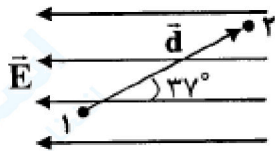


۶۹- ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت را مطابق شکل، در یک میدان الکتریکی یکنواخت رها می کنیم. اگر ذره در مسیر نشان داده شده به حرکت درآید، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره:
 ۱- افزایش می یابد. ۲- کاهش می یابد. ۳- ثابت می ماند.

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. (۰/۲۵)

۷۰- در میدان الکتریکی یکنواخت شکل زیر که بزرگی آن برابر 10^6 V/m است، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط ۱ و ۲، $(V_2 - V_1)$ را محاسبه کنید.



$$d = 0.2 \text{ m}, \quad \sin 37^\circ = 0.6, \quad \cos 37^\circ = 0.8$$

« پاسخ »

$$\Delta V = -Ed \cos \alpha \quad (0/25) \rightarrow \Delta V = -(10^6)(0.2)(-\cos 37^\circ) \quad (0/25)$$

$$\Delta V = 16 \times 10^4 \text{ V} \quad (0/25)$$

۷۱- با استفاده از بذر چمن، ورقه‌ی آلومینیومی، ظرف شیشه‌ای مناسب، روغن مایع، سیم‌های رابط و مولد واندوگراف، آزمایشی برای مشاهده‌ی طرح خط‌های میدان الکتریکی در اطراف دو بار الکتریکی هم‌اندازه و ناهم‌نام طراحی کنید.

« پاسخ »

داخل ظرف شیشه‌ای مقداری روغن مایع می‌ریزیم و دو ورقه‌ی آلومینیومی را به صورت دو گلوله‌ی کوچک هم‌اندازه در می‌آوریم (۰/۲۵) و سپس آن‌ها را سیم‌های رابط به پایانه‌های خروجی مولد واندوگراف وصل می‌کنیم (۰/۲۵) مولد را روشن می‌کنیم و مقداری بذر چمن را در فضای بین دو گلوله می‌پاشیم. سمت‌گیری دانه‌های بذر در اطراف دو گلوله، طرح خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهند. (۰/۲۵)

۷۲- به لحاظ میکروسکوپی، فروریزش الکتریکی ماده‌ی دی‌الکتریک یک خازن ناشی از چیست؟

« پاسخ »

به لحاظ میکروسکوپی، فروریزش الکتریکی ناشی از کنده شدن الکترون‌های اتم‌های ماده‌ی دی‌الکتریک توسط میدان الکتریکی (۰/۲۵) و سپس رانده شدن این الکترون‌ها توسط میدان الکتریکی و ایجاد یک مسیر رسانایی بین دو صفحه‌ی خازن است. (۰/۲۵)

۷۳- قانون کولن را بنویسید.

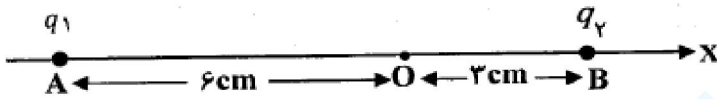
« پاسخ »

بزرگی نیروی الکتریکی ربایشی یا رانشی بین دو ذره با بارهای q_1 و q_2 که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، با حاصل ضرب اندازه‌ی بار دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله‌ی دو ذره از هم نسبت عکس دارد. (۰/۵)

۷۴- دو ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +4\mu C$ و $q_2 = +2\mu C$ در نقطه‌های A و B روی محور x مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند.

الف) میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی O مبدأ مختصات را، (در SI) محاسبه کنید و آن را برحسب بردارهای یکه بنویسید.

ب) اگر در نقطه‌ی O ذره‌ای با بار الکتریکی، $-5\mu C$ قرار دهیم، نیروی الکتریکی وارد بر ذره را (در SI) برحسب بردارهای یکه محاسبه کنید.



$$k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

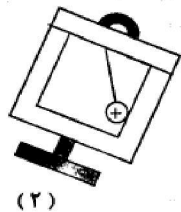
« پاسخ »

$$\text{الف) } E_1 = K \frac{q_1}{r_1^2} \quad \text{E}_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} \quad \vec{E}_1 = (-2 \times 10^7) \hat{i}$$

$$E_2 = K \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} \quad \text{E}_2 = (-2 \times 10^7) \hat{i}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (-10^7) \hat{i} = (-10^7) \hat{i}$$

$$\text{ب) } \vec{F}_O = q \vec{E}_T \quad \vec{F}_O = -5 \times 10^{-6} \times (-10^7) \hat{i} = (50) \hat{i}$$



۷۵- یک گلوله‌ی فلزی باردار مطابق شکل (۱)، توسط نخ‌ی عایق، به درپوش فلزی جعبه‌ی رسانای بدون باری وصل شده است. در شکل (۲)، جعبه‌ی رسانا را کج می‌کنیم به طوری که گلوله به بدنه‌ی داخلی آن تماس یابد.

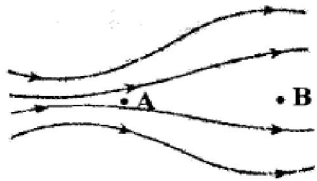
الف) وضعیت بار الکتریکی در گلوله‌ی فلزی چگونه می‌شود؟

ب) از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟

« پاسخ »

الف) گلوله بدون بار می‌شود. (۰/۲۵)

ب) از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که، بار اضافی داده شده به یک جسم رسانای منزوی، بر روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود. (۰/۵)



- ۷۶- در شکل مقابل الکترونی را در میدان الکتریکی از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌کنیم.
 الف) در کدام نقطه میدان الکتریکی قوی‌تر است؟
 ب) در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون افزایش می‌یابد یا کاهش؟
 پ) پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.
 ت) کار انجام شده توسط میدان الکتریکی بر روی الکترون در جابه‌جایی از A تا B مثبت است یا منفی؟

« پاسخ »

- الف) نقطه‌ی A (۰/۲۵) ب) افزایش (۰/۲۵) پ) $V_A > V_B$ (۰/۲۵) ت) منفی (۰/۲۵)

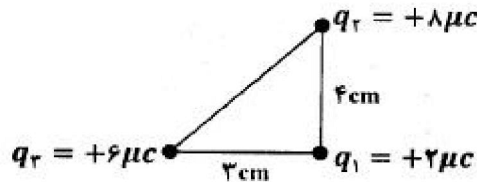
- ۷۷- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را تعیین کنید و در پاسخ برگ بنویسید.
 چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز سطح جسم رسانا، از نقاط دیگر آن کم‌تر است.

« پاسخ »

نادرست (۰/۲۵)

- ۷۸- مطابق شکل، سه ذره‌ی باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یکه محاسبه کنید.

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$



« پاسخ »

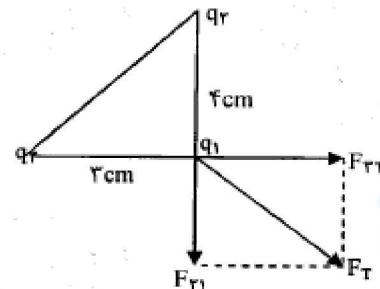
$$F_{31} = K \frac{q_3 q_1}{r_{31}^2} \rightarrow 9 \times 10^9 \times 6 \times \frac{10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} \quad (۰/۲۵)$$

$$\vec{F}_{31} = (120 \text{ N}) \vec{i} \quad (۰/۲۵)$$

$$F_{21} = K \frac{q_2 q_1}{r_{21}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} \quad (۰/۲۵)$$

$$\vec{F}_{21} = (-90 \text{ N}) \vec{j} \quad (۰/۲۵)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{21} = (120 \text{ N}) \vec{i} - (90 \text{ N}) \vec{j} \quad (۰/۲۵)$$



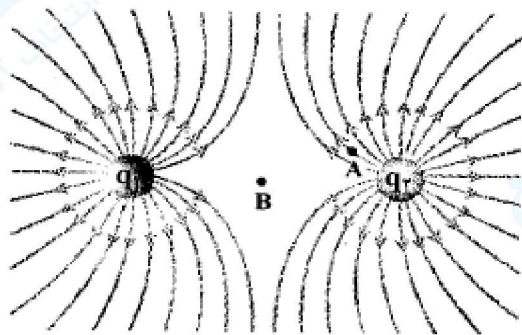
(به رسم شکل بارم تعلق نمی‌گیرد.)

۷۹- خازن تختی با دی الکتریک شیشه‌ای را به دو سر باتری متصل می‌کنیم و پس از شارژ شدن آن را از باتری جدا کرده و سپس دی الکتریک خازن را خارج می‌کنیم. خانه‌های خالی جدول زیر را با عبارت‌های (افزایش، کاهش، ثابت) کامل کرده و در پاسخ برگ بنویسید.

بار الکتریکی	اختلاف پتانسیل	انرژی خازن	ظرفیت خازن
الف:	ب:		پ:

« پاسخ »

الف) ثابت (۰/۲۵) ب) افزایش (۰/۲۵) پ) کاهش (۰/۲۵)



۸۰- شکل مقابل خط‌های میدان الکتریکی در اطراف دو ذره با بارهای الکتریکی q_1 و q_2 را نشان می‌دهد.

الف) نوع بار الکتریکی q_1 را تعیین کنید.

ب) اندازه‌ی این دو بار را با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) در کدام یک از نقاط A یا B میدان الکتریکی قوی‌تر است؟

« پاسخ »

الف) مثبت (۰/۲۵) ب) $|q_2| = |q_1|$ (۰/۲۵) پ) نقطه‌ی A (۰/۲۵)

۸۱- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را تعیین کنید و در پاسخ برگ بنویسید. در اجسامی که سطح خارجی آن‌ها شکل تقارنی کروی ندارد چگالی سطحی بار الکتریکی در همه جای سطح خارجی یکسان است.

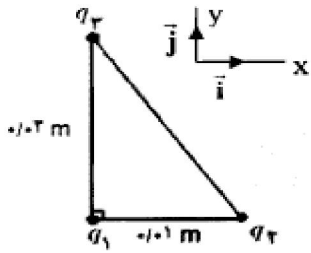
« پاسخ »

نادرست (۰/۲۵)

۸۲- در جمله‌ی زیر گزینه‌ی درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید. اگر بار الکتریکی (مثبت - منفی)، در جهت میدان الکتریکی یکنواخت جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

« پاسخ »

مثبت (۰/۲۵)



۸۳- مطابق شکل سه ذره ی باردار، در سه رأس مثلث قائم الزاویه ای قرار دارند.

(الف) نیروی الکتریکی وارد بر q_1 را برحسب بردارهای یکه \vec{i} و \vec{j} دستگاه مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید.

(ب) بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر q_1 را تعیین کنید.

$$K = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}, \quad q_1 = 4 \mu\text{C}, \quad q_2 = -1 \mu\text{C}, \quad q_3 = 4 \mu\text{C}$$

« پاسخ »

$$\text{الف) } F_{31} = K \left| \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} \right| \quad (0/25) \Rightarrow F_{31} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 4 \times 10^{-12}}{4 \times 10^{-4}} \quad (0/25) \Rightarrow F_{31} = 360 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F_{31} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 4 \times 10^{-12}}{1 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{21} = 360 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = F_x (\vec{i}) + F_y (\vec{j}) \quad (0/25) \quad \vec{F}_T = 360 \vec{i} - 360 \vec{j} \quad (0/5)$$

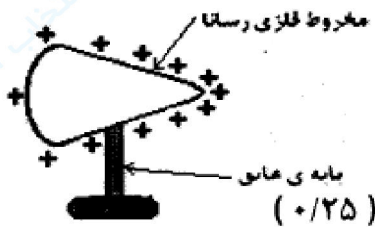
$$\text{ب) } F_T = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (0/25) \quad F_T = 360 \sqrt{2} \text{ N} \quad (0/25)$$

یک رسانای مخروطی شکل بدون بار را روی یک پایه ی عایق قرار می دهیم و در این حالت یک میله با بار مثبت را با مخروط تماس می دهیم، ۲ پرسش بعد را پاسخ دهید.

۸۴- چگونگی توزیع بار روی مخروط را با رسم شکل نشان دهید.

« پاسخ »

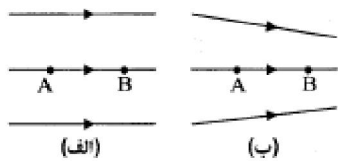
رسم درست (0/25)



۸۵- نام مفهوم فیزیکی که مرتبط با این مطلب است را بنویسید.

« پاسخ »

چگالی سطحی بار الکتریکی یا چگونگی توزیع بار الکتریکی در جسم رسانا (0/25)



۸۶- شکل روبه‌رو دو 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. فاصله‌ی نقاط A و B در هر دو آرایش یکسان است. در کدام شکل سرعت پروتون در نقطه‌ی B بیش‌تر است؟ توضیح دهید.

« پاسخ »

در شکل (ب) $(\frac{0}{25})$ زیرا میدان قوی‌تر است و نیروی وارد بر پروتون بیش‌تر می‌شود و شتاب حرکت در نتیجه سرعت آن بیش‌تر خواهد شد. $(\frac{0}{5})$

۸۷- جمله‌ی زیر را با عبارت مناسب کامل کنید. در یک میدان الکتریکی هر گاه بار الکتریکی $+q$ خلاف جهت میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی این بار می‌یابد.

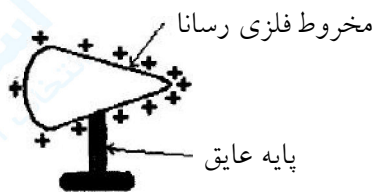
« پاسخ »

افزایش $(\frac{0}{25})$

۸۸- جمله‌ی زیر را با عبارت مناسب کامل کنید. بار الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف خود خاصیتی ایجاد می‌کند که به آن می‌گویند.

« پاسخ »

میدان الکتریکی $(\frac{0}{25})$

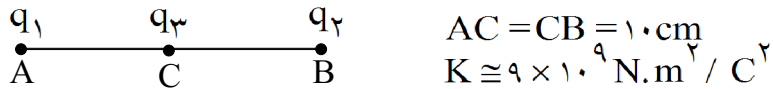


۸۹- استنباط خود را از مشاهده‌ی شکل مقابل بنویسید.

« پاسخ »

در مکان‌های برجسته و نوک تیز جسم رسانا، چگالی سطحی بار از سایر مکان‌های دیگر جسم بیش‌تر است. $(\frac{0}{5})$ یا فاصله‌ی بارهای داده شده به جسم در مکان‌های نوک تیز کم‌تر از فاصله‌ی آن‌ها در مکان‌های پهن است.

۹۰- در شکل زیر، سه ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +4\mu C$ ، $q_2 = +9\mu C$ ، $q_3 = +1\mu C$ در نقطه‌های A و B و C ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید.



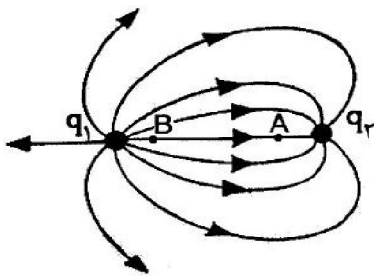
« پاسخ »

$$F_{13} = K \frac{q_1 q_2}{r_{13}^2} \Rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 1 \times 10^{-12}}{100 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{13} = 3/6 \text{ N}$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 1 \times 10^{-12}}{100 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{23} = 8/1 \text{ N}$$

$$F_T = |F_{23} - F_{13}| = 8/1 - 3/6 \Rightarrow F_T = 4/5 \text{ N}$$

۹۱- در شکل زیر میدان الکتریکی را اطراف دو ذره باردار q_1 و q_2 مشاهده می‌کنید. با توجه به شکل به سوال‌های زیر



با بلی و خیر پاسخ دهید:

الف) نوع بار الکتریکی q_1 منفی است؟ (بلی - خیر)

ب) اندازه‌ی بار الکتریکی q_1 بیش‌تر از q_2 است؟ (بلی - خیر)

پ) پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A کم‌تر از نقطه‌ی B است؟ (بلی - خیر)

ت) اندازه‌ی میدان الکتریکی در دو نقطه‌ی A و B برابر است؟ (بلی - خیر)

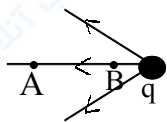
« پاسخ »

ت) خیر (۰/۲۵)

پ) بلی (۰/۲۵)

ب) بلی (۰/۲۵)

الف) خیر (۰/۲۵)



با توجه به شکل به ۳ پرسش زیر پاسخ دهید.

شکل مقابل، بخشی از خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار الکتریکی منفرد را نشان می‌دهد.

۹۲- بار q مثبت است یا منفی؟

« پاسخ »

مثبت (۰/۲۵)

۹۳- بزرگی میدان الکتریکی را در نقاط A و B باهم مقایسه کنید.

« پاسخ »

$E_A < E_B$ (۰/۲۵)

۹۴- پتانسیل الکتریکی کدام نقطه بیشتر است؟

« پاسخ »

نقطه ی B (۰/۲۵)

۹۵- خازن تختی را به مولد وصل می کنیم و پس از پر شدن، از مولد جدا کرده و سپس فاصله ی صفحه های خازن را نصف می کنیم. در جدول زیر، هر عبارت از ستون A به یک عبارت از ستون B مرتبط است. آن ها را مشخص کنید.

ستون B	ستون A
۱ - نصف می شود	الف) بار الکتریکی ذخیره شده در خازن
۲ - دو برابر می شود.	ب) اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازن
۳ - ثابت می ماند.	پ) ظرفیت خازن
۴ - $\frac{1}{4}$ برابر می شود.	

« پاسخ »

الف) ۳ (۰/۲۵)

ب) ۱ (۰/۲۵)

پ) ۲ (۰/۲۵)

۹۶- جای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.
اگر بار الکتریکی منفی، در جهت میدان الکتریکی یکنواخت جابه جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن می یابد.

« پاسخ »

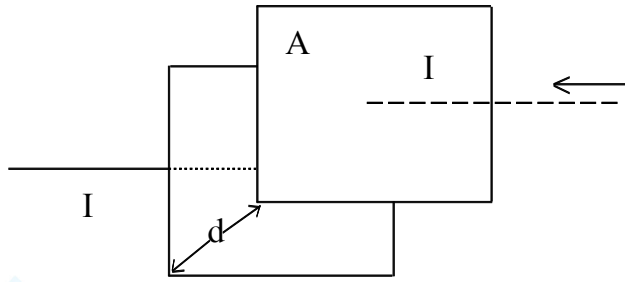
افزایش (۰/۲۵)

۹۷- جای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.
در جسم رسانا با سطح خارجی ، چگالی سطحی بار الکتریکی در همه جای آن یکسان است.

« پاسخ »

متقارن (۰/۲۵)

۹۸- خازن مسطحی با مساحت صفحات A و فاصله‌ی d را مطابق شکل در نظر بگیرید. در یک لحظه جریان I به طرف یکی از صفحه‌ها می‌رود و از صفحه‌ی دیگر همان جریان I خارج می‌شود. در مدت زمان کوتاه Δt :



الف) افزایش بار خازن، ΔQ را حساب کنید.
ب) افزایش میدان الکتریکی میان صفحه‌ها، ΔE را حساب کنید.

ج) آهنگ تغییرات میدان الکتریکی، $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ را حساب کنید.

در لحظه‌ای که بار خازن Q باشد، شدت میدان الکتریکی E است.

« پاسخ »

الف - با توجه به تعریف شدت جریان، می‌توانیم بنویسیم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = I \Delta t$$

ب - اختلاف پتانسیل صفحات خازن با افزایش بار الکتریکی صفحه‌ها، افزایش می‌یابد. بنابراین:

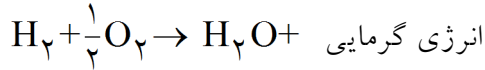
$$V = \frac{q}{c} \rightarrow \Delta V = \frac{\Delta q}{c} = \frac{I \Delta t}{c} = \frac{I \Delta t d}{\epsilon_0 A}$$

$$E = \frac{V}{d} \rightarrow \Delta E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{I \Delta t}{\epsilon_0 A}$$

ج - برای آهنگ تغییرات میدان الکتریکی بر حسب زمان، داریم:

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{I}{\epsilon_0 A}$$

۹۹- واکنش تشکیل آب از اکسیژن و هیدروژن با آزاد ساختن انرژی گرمایی همراه است.



اگر انرژی آزاد شده به ازای تشکیل یک مولکول گرم آب $10^5 \times 2/875$ ژول باشد، حداقل اختلاف پتانسیل لازم برای تجزیه‌ی آب در عمل الکترولیز را تعیین کنید.

« پاسخ »

حداقل اختلاف پتانسیل الکتریکی یک دستگاه الکترولیز آب را برابر V (بر حسب ولت) در نظر می‌گیریم. برای آن که یک مولکول هیدروژن آزاد شود، باری به اندازه‌ی دو برابر بار الکتریکی الکترون (اندازه‌ی بار الکتریکی الکترون برابر $e = 1/6 \times 10^{-19}$ است) باید از اختلاف پتانسیل V عبور کند. پس انرژی مصرف شده برای تجزیه‌ی یک مولکول آب برابر است با:

$$\Delta U = \Delta V \times q \rightarrow \Delta U = V \times 2e$$

با تجزیه‌ی یک مولکول گرم آب، به اندازه عدد آووگادرو ($N_a = 6/022 \times 10^{23}$) مولکول آب تجزیه می‌شود. بنابراین کل انرژی مصرف شده برای تجزیه‌ی یک مولکول گرم آب برابر مقدار زیر است:

$$U = N_a \times \Delta U \rightarrow U = 2N_a Ve$$

این مقدار انرژی با انرژی گرمایی آزاد شده به هنگام تشکیل یک مولکول گرم آب برابر است. پس با جایگزینی مقدار کمیت‌ها در رابطه‌ی اخیر حداقل ولتاژ مورد نظر را به دست می‌آوریم.

$$2/875 \times 10^5 = 2 \times (6/022 \times 10^{23}) \times V \times (1/6 \times 10^{-19}) \rightarrow V \cong 1/492 \text{ V}$$

۱۰۰- به یک کره‌ی رسانا به شعاع 1 cm بار الکتریکی $1256 \mu\text{C}$ داده شده است. چگالی سطحی بار کره را حساب کنید.

« پاسخ »

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{1256 \times 10^{-6}}{4 \times 3/14 \times 10^{-4}} = 1 \frac{\text{C}}{\text{m}^2} \quad (0/25)$$

۱۰۱- دو ذره با بارهای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصله‌ی 3 سانتی‌متر از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. اندازه‌ی نیرویی که دو ذره به

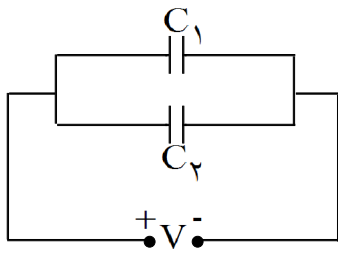
یک‌دیگر وارد می‌کنند، 50 N است. اندازه‌ی q_1 و q_2 را حساب کنید.

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}}{\text{C}^2}$$

« پاسخ »

$$F = \frac{Kq_1 q_2}{r^2} \quad (0/25) \quad 50 = \frac{9 \times 10^9 \times 5q_1^2}{9 \times 10^{-4}} \quad (0/5)$$

$$q_1 = 10^{-6} \text{ C} \quad (0/25) \quad q_2 = 5 \times 10^{-6} \text{ C} \quad (0/25)$$



مطابق شکل دو خازن C_1 و C_2 به صورت موازی به یک مولد متصل شده اند. کدام یک از ۴ جمله زیر درست و کدام یک نادرست است؟

۱۰۲- ظرفیت معادل، از ظرفیت هر یک از خازن‌ها بیشتر است.

« پاسخ »

درست (۰/۲۵)

۱۰۳- اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از خازن‌ها یکسان است.

« پاسخ »

درست (۰/۲۵)

۱۰۴- بار ذخیره شده در خازن C_2 بیشتر است.

« پاسخ »

نادرست (۰/۲۵)

۱۰۵- انرژی ذخیره شده در خازن C_2 بیشتر از انرژی ذخیره شده در خازن C_1 است.

« پاسخ »

نادرست (۰/۲۵)

۱۰۶- دو صفحه‌ی خازن که مساحت هر کدام $2 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ است، در فاصله‌ی 3 mm از یکدیگر قرار دارند و فضای بین دو

صفحه از عایقی به ضریب دی‌الکتریک ۶ پر شده است. ظرفیت خازن چند فاراد است؟ $\left(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}} \right)$

« پاسخ »

$$C = k\epsilon \frac{A}{d} = 6 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{2 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-3}} = 36 \times 10^{-11} \text{ F} \quad (۰/۷۵)$$

۱۰۷- اگر در رأس قائم بار الکتریکی $q' = 0.5C$ قرار گیرد، نیروی وارد بر آن چند نیوتون می‌شود؟

$$\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$$

« پاسخ »

$$F = E_T q' = 10^4 \times 0.5 = 5000 \text{ N} \quad (0.5)$$

۱۰۸- بزرگی میدان الکتریکی برآیند را در رأس قائم مثلث با رسم شکل بدست آورید.

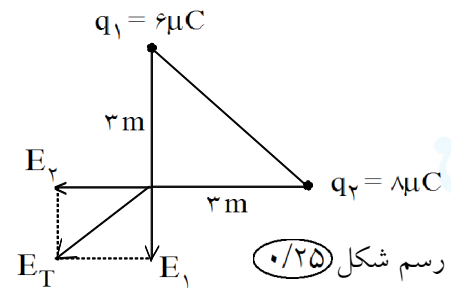
« پاسخ »

$$E = k \frac{q}{r^2} \quad (0.25)$$

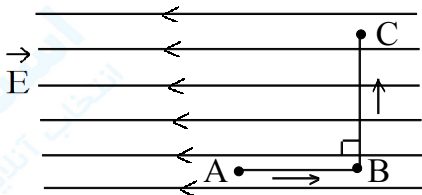
$$E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6}}{9} = 6000 \frac{N}{C} \quad (0.25)$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6}}{9} = 8000 \frac{N}{C} \quad (0.25)$$

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(36 + 64) \times 10^6} = 10^4 \frac{N}{C} \quad (0.5)$$



مطابق شکل، یک بار الکتریکی منفی q ، در میدان الکتریکی یکنواخت، مسیر $A \rightarrow B \rightarrow C$ را می‌پیماید. با توجه به این مطلب به دو سؤال زیر پاسخ دهید.



۱۰۹- پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A ، B ، C را مقایسه کنید.

« پاسخ »

$$V_A < V_B = V_C \quad (0.5)$$

۱۱۰- انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در مسیر $A \rightarrow B$ کاهش می‌یابد یا افزایش؟ چرا؟

« پاسخ »

چون بار الکتریکی منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کند و به صفحه‌ی مثبت نزدیک می‌شود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد. (0.5)

۱۱۱- از داخل پراتنز عبارت درست را انتخاب کنید.
بار الکتریکی داده شده به یک جسم رسانا، در سطح (داخلی- خارجی) آن توزیع می شود.

« پاسخ »

خارجی (۰/۲۵)

۱۱۲- در یک میدان الکتریکی به بزرگی $\frac{4N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره‌ی باردار به جرم $4g$ معلق و در حال سکون قرار دارد. اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

$$g = 10 \frac{N}{kg}$$

« پاسخ »

بار q منفی است. (۰/۲۵)

$$F = mg \quad (0/25) \quad E. q = mg \quad (0/25)$$

$$q = \frac{4 \times 10^{-3} \times 10}{2 \times 10^4} = 2 \times 10^{-6} \text{ C} \quad (0/25)$$

۱۱۳- دو ذره با بارهای $q_1 = 2\mu\text{C}$, $q_2 = 5\mu\text{C}$ در فاصله‌ی 30 سانتی‌متری از یکدیگر ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی که دو ذره به یکدیگر وارد می کنند، چند نیوتون است؟

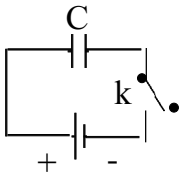
$$k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

« پاسخ »

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \quad (0/25) \quad F = 1N \quad (0/25)$$

۱۱۴- در شکل مقابل، پس از بستن کلید، در خازن انرژی ذخیره می‌شود. علت را توضیح دهید.



« پاسخ »

انرژی ای که باتری مصرف می‌کند تا در خازن بار الکتریکی ذخیره شود، به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود. (۰/۵)

۱۱۵- دو صفحه‌ی رسانای موازی و هم‌اندازه به فاصله‌ی 2 cm از هم واقع‌اند و اختلاف پتانسیل بین آن‌ها 12 V است. یک ذره با بار الکتریکی $q = -2\mu\text{C}$ از صفحه‌ی مثبت تا صفحه‌ی منفی جابه‌جا می‌شود. به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید. انرژی پتانسیل الکتریکی ذره چه قدر و چگونه تغییر می‌کند؟

« پاسخ »

$$\Delta U = q\Delta V = -2 \times (-12) = 24\mu\text{J}$$

افزایش می‌یابد.

۱۱۶- اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه را حساب کنید.

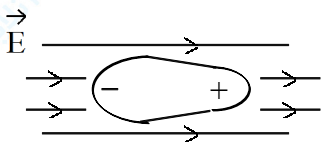
« پاسخ »

$$E = \frac{V}{d} = \frac{12}{2 \times 10^{-2}} = 600 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

۱۱۷- اتم قطبیده چیست؟ شکل آن را رسم کنید.

« پاسخ »

اتمی که مرکز مؤثر بارهای مثبت و منفی آن از هم جدا شده‌اند.



۱۱۸- توزیع بار الکتریکی در سطح خارجی یک جسم رسانای نامتقارن چگونه است؟

« پاسخ »

چگالی سطحی بار الکتریکی در قسمت‌های برجسته و نوک‌تیز بیشتر است.

۱۱۹- در جمله‌ی زیر، عبارت مناسب را انتخاب کنید.

میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه‌ی رسانای موازی با بار مساوی و ناهم‌نام (یکنواخت - غیریکنواخت) است.

« پاسخ »

یکنواخت

بار الکتریکی $q = -12 \mu\text{C}$ ، از نقطه‌ای با پتانسیل $V_1 = -40\text{V}$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = 10\text{V}$ آزادانه جابه‌جا

می‌شود. به ۲ پرسش بعدی پاسخ دهید.

۱۲۰- انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

« پاسخ »

$$\Delta U = q\Delta V \Rightarrow \Delta U = -12 \times 10^{-6} \times (10 - (-40))$$

$$\Delta U = -6 \times 10^{-4} \text{ J}$$

انرژی پتانسیل بار q کاهش می‌یابد.

۱۲۱- با توجه به قانون پایستگی انرژی، توضیح دهید انرژی پتانسیل بار q به چه نوع انرژی تبدیل می‌گردد؟

« پاسخ »

به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

۱۲۲- آزمایشی طراحی کنید که به وسیله‌ی آن بتوان در دو کره‌ی رسانای یکسان، بار الکتریکی برابر و ناهم‌نام قرار داد.

« پاسخ »

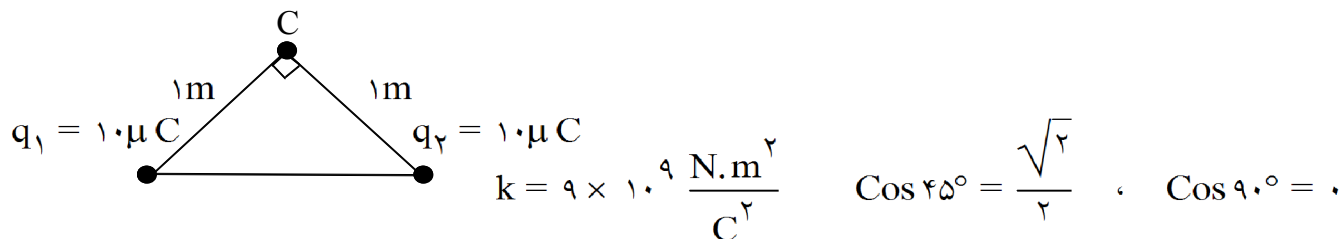
ابتدا دو کره‌ی رسانا را با هم تماس می‌دهیم و سپس یک میله‌ی باردار را به یک طرف نزدیک می‌کنیم، در حالی که میله نزدیک کره حضور دارد، دو کره را از هم جدا می‌کنیم و سپس میله را دور می‌کنیم.

۱۲۳- نیرویی که دو جسم بر هم وارد می‌کنند، نیروی الکتریکی نام دارد.

« پاسخ »

باردار

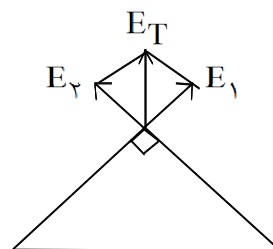
۱۲۴- در شکل روبه‌رو، بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای q_1 و q_2 را در نقطه‌ی C تعیین کنید.



« پاسخ »

$$E_1 = E_2 = \frac{kq_1}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6}}{1} = 9 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

$$E_T = 2E \cos \frac{\theta}{2} = 2 \times 9 \times 10^4 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 9\sqrt{2} \times 10^4 \frac{N}{C}$$

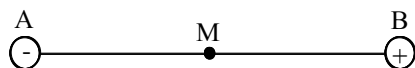


۱۲۵- بار الکتریکی موجود در واحد سطح جسم رسانا را می‌نامند.

« پاسخ »

چگالی سطحی بار الکتریکی

۱۲۶- در شکل مقابل، بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه‌ی M تعیین کنید.



$$q_A = -5 \mu C \quad q_B = 20 \mu C \quad AM = BM = 30 \text{ cm} \quad \left(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2} \right)$$

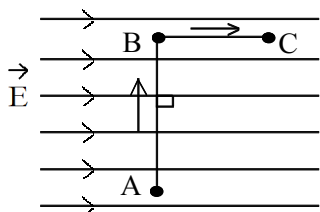
« پاسخ »

$$E_M = E_1 + E_2 \quad E_M = \frac{kq_1}{r_1^2} + \frac{kq_2}{r_2^2}$$

$$E_M = 9 \times 10^9 \left(\frac{5 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} + \frac{20 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \right) = 25 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

به طرف چپ

۱۲۷- مطابق شکل، یک بار الکتریکی منفی، در میدان الکتریکی یکنواخت، مسیر $A \rightarrow B \rightarrow C$ را با سرعت ثابت می‌پیماید. خانه‌های خالی جدول زیر را با کلمه‌های (افزایش، کاهش، ثابت) پر کرده و جدول را به پاسخ برگ انتقال دهید.

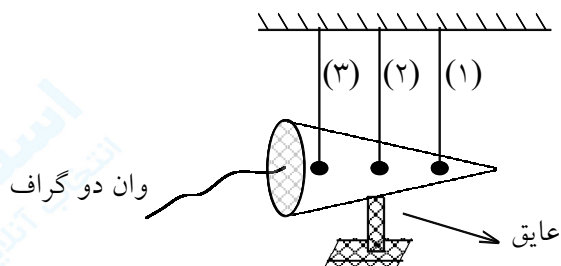


مسیر	پتانسیل الکتریکی (V)	انرژی پتانسیل الکتریکی (U)	میدان الکتریکی (E)
A → B			
B → C			

« پاسخ »

مسیر	(V)	(U)	(E)
A → B	ثابت		ثابت
B → C	کاهش	افزایش	

در شکل، سه آونگ الکتریکی مشابه با گلوله‌های فلزی سبک، در تماس با یک مخروط فلزی هستند. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.



۱۲۸- با اتصال مخروط به وان دوگراف رفتار آونگ را پیش‌بینی کنید.

« پاسخ »

آونگ‌ها از مخروط فاصله می‌گیرند به طوری که انحراف آونگ‌های (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب از بیش‌تر به کم‌تر خواهد بود.

۱۲۹- این آزمایش برای تحقیق کدام ویژگی مهم در فیزیک اجسام رسانا طراحی شده است؟

« پاسخ »

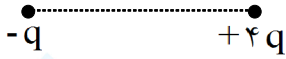
در اجسام رسانای باردار، چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز بیش‌تر است.

۱۳۰- از داخل پراتنز عبارت درست را انتخاب کنید و به پاسخ برگ انتقال دهید.
با افزایش اختلاف پتانسیل دو سر خازن (ظرفیت، بار الکتریکی) خازن نیز، افزایش می‌یابد.

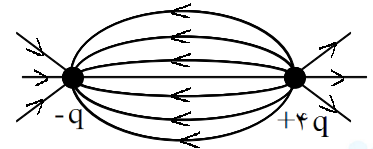
« پاسخ »

بار الکتریکی

۱۳۱- در شکل زیر، خطهای میدان الکتریکی را رسم کنید و جهت میدان را روی این خطها نشان دهید.

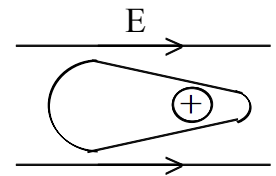


« پاسخ »



۱۳۲- با رسم یک شکل، تأثیر میدان الکتریکی را بر مرکز مؤثر بارهای مثبت و منفی اتم، نشان دهید.

« پاسخ »



۱۳۳- در جمله‌ی زیر، جای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.
وقتی مساحت صفحه‌های خازن را کنیم، خازن، دو برابر می‌شود.

« پاسخ »

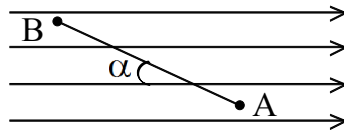
دو برابر - ظرفیت

۱۳۴- در جمله‌ی زیر، جای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.
هرگاه فاصله‌ی دوبار نقطه‌ای از یکدیگر دو برابر شود، بزرگی نیروی کولنی نیروی اولیه می‌شود.

« پاسخ »

$\frac{1}{4}$

۱۳۵- مطابق شکل روبرو، بار $q = 10 \mu\text{C}$ را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 8 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ از نقطه ی A



تا B جابه جا می کنیم. اگر $AB = 4\text{m}$ و $\alpha = 30^\circ$ باشد، مطلوب است:
الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q
ب) کاری که برای این جابه جایی باید انجام دهیم

پ) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

« پاسخ »

$$F = qE$$

الف)

$$F = 10 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^5 = 8\text{N}$$

$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

ب)

$$W = 8 \times 4 \times \cos 30^\circ = 32 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 16\sqrt{3}\text{J}$$

$$\Delta U = W = 16\sqrt{3}\text{J}$$

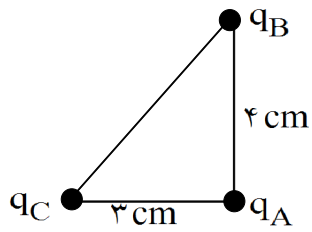
پ)

انرژی پتانسیل الکتریکی $16\sqrt{3}$ ژول افزایش می یابد.

۱۳۶- در جمله ی زیر، جای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید:
خطهای میدان الکتریکی، یکدیگر را قطع یعنی از هر نقطه فقط می گذرد.

« پاسخ »

نمی کنند - یک خط میدان



۱۳۷- در شکل مقابل، بزرگی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A را حساب کنید و جهت نیروی برآیند را با رسم شکل تعیین کنید.

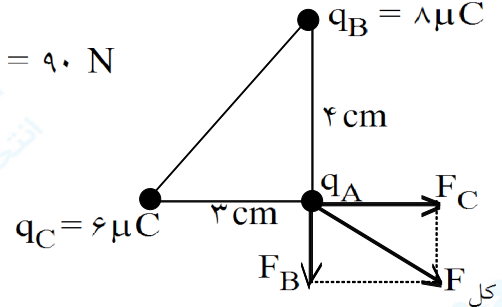
$$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \text{ و } q_A = 2 \mu C \text{ و } q_B = 8 \mu C \text{ و } q_C = 6 \mu C \right)$$

« پاسخ »

$$F_B = \frac{k q_B q_A}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{16 \times 10^{-4}} = 9 \times 10^1 = 90 \text{ N}$$

$$F_C = \frac{k q_C q_A}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 120 \text{ N}$$

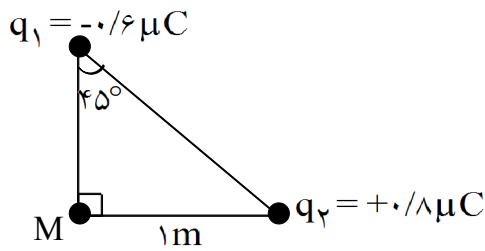
$$F = \sqrt{F_B^2 + F_C^2} = \sqrt{90^2 + 120^2} = 150 \text{ N}$$



۱۳۸- گلوله‌ی سبک رسانایی از نخ عایق آویزان است، ابتدا آن را با دست لمس می‌کنیم، بعد میله‌ای با بار منفی را به آن نزدیک می‌کنیم، توضیح دهید چه اتفاقی می‌افتد؟

« پاسخ »

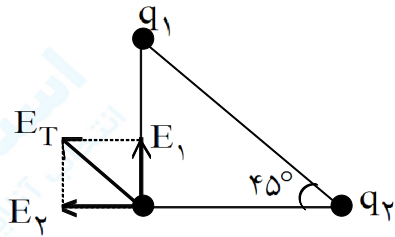
ابتدا گلوله بدون بار می‌شود و با نزدیک کردن میله‌ی باردار، میدان الکتریکی میله روی گلوله تأثیر گذاشته در نتیجه گلوله به طور القایی باردار شده و جذب میله می‌شود. بار کره بعد از برخورد با میله هم‌نام بار میله شده از آن دفع می‌شود.



۱۳۹- در نقطه‌ی M واقع در شکل مقابل:

- الف) میدان الکتریکی برآیند را با رسم شکل نشان دهید.
ب) بزرگی میدان الکتریکی برآیند را محاسبه کنید.

« پاسخ »



الف)

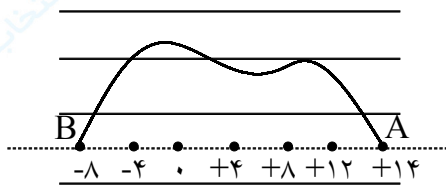
ب)

$$E_1 = \frac{Kq_1}{r_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 0.6 \times 10^{-6}}{1} = 5400 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{Kq_2}{r_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 0.8 \times 10^{-6}}{1} = 7200 \frac{N}{C}$$

$$E_T^2 = E_1^2 + E_2^2 = (5400)^2 + (7200)^2 = 81 \times 10^6 \Rightarrow E_T = 9000 \frac{N}{C}$$

۱۴۰- در شکل مقابل، خطهای موازی، میدان الکتریکی یکنواختی را نشان می‌دهد اعداد نمایش داده شده، پتانسیل الکتریکی نقطه‌های مسیر برحسب ولت است.



الف) جهت خطهای میدان را با ارائه‌ی دلیل مشخص کنید.

- ب) اگر بار الکتریکی $q = +2 \mu C$ از نقطه‌ی A به B در مسیر نشان داده شده (خط منحنی) جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی دستگاه چقدر و چگونه (کاهش یا افزایش) تغییر می‌کند؟

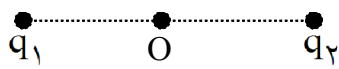
« پاسخ »

الف) به طرف چپ، با حرکت در جهت خطهای میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی کم می‌شود.

$$\Delta U = \Delta V \cdot q = (V_B - V_A)q$$

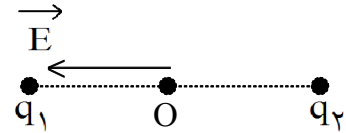
$$\Delta U = -22 \times 2 = -44 \mu J$$

ب) کاهش



مانند شکل، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -10\mu\text{C}$ و $q_2 = 20\mu\text{C}$ در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متر از هم قرار دارند. به ۳ سؤال بعدی پاسخ دهید.
۱۴۱- جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه‌ی O (وسط خط واصل دو بار) نشان دهید.

« پاسخ »



۱۴۲- بزرگی میدان الکتریکی برآیند را در نقطه‌ی O محاسبه کنید. $\left(K = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2} \right)$

« پاسخ »

$$E = E_1 + E_2 = K \frac{q_1}{r_1^2} + K \frac{q_2}{r_1^2} \Rightarrow E = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{(0.3)^2} (10 + 20) = 3 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

۱۴۳- بار نقطه‌ای $q' = 5\mu\text{C}$ را در نقطه‌ی O قرار می‌دهیم. بزرگی نیروی وارد بر آن چند نیوتن است؟

« پاسخ »

$$F = Eq \Rightarrow F = 3 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-6} \Rightarrow F = 15\text{N}$$

۱۴۴- عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب نمایید.
وقتی به یک جسم (رسانا - نارسانا) بار الکتریکی داده می‌شود، بار در محل داده‌شده به جسم، باقی می‌ماند.

« پاسخ »

نارسانا

۱۴۵- بار الکتریکی نقطه‌ای و مثبت $200\mu\text{C}$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی 5000N/C ، به اندازه‌ی ۲ متر در جهت خطهای میدان جابه‌جا می‌شود. کار نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی چند ژول است؟

« پاسخ »

$$E = \frac{F}{q} \rightarrow F = Eq \quad \theta = 0 \rightarrow \cos \theta = 1$$

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta \quad W = E q \cdot d \cos \theta$$

$$W = 5000 \times 200 \times 10^{-6} \times 2 \times 1 = 2\text{J}$$

۱۴۶- در محیط اطراف ما، جاذبه‌های الکتریکی بیش‌تر از دافعه‌های الکتریکی مشاهده می‌شود. با ذکر دلیل، علت را توضیح دهید.

« پاسخ »

دلیل اول، اجسام باردار، اجسام بدون بار را جذب می‌کنند.
دلیل دوم، بارهای الکتریکی محیط اطراف ما، اکثراً با روش مالش تولید شده‌اند، یعنی بارهای ناهمنام هستند، پس یک دیگر را جذب می‌کنند.

۱۴۷- جمله‌ی زیر را با عبارت مناسب کامل کنید.
بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و نیز از بین نمی‌رود، به این بیان گفته می‌شود.

« پاسخ »

پایستگی بار الکتریکی

۱۴۸- بار الکتریکی $+1/5$ کولن از پایانه‌ی مثبت تا منفی یک باتری ۱۲ ولتی جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی آن، چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

« پاسخ »

وقتی بیان می‌شود اختلاف پتانسیل یعنی ولت ۱۲ $V_+ - V_- =$

$$V_2 - V_1 = \frac{\Delta u}{q}$$

$$V_- - V_+ = \frac{\Delta u}{q} \Rightarrow -12 = \frac{\Delta u}{+1/5} \Rightarrow \Delta u = -18J$$

انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد.

۱۴۹- دو بار الکتریکی نقطه‌ای و مساوی، در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند و نیروی ۰/۴ نیوتن را بر هم وارد

می‌کنند. اندازه‌ی بار هر کدام چند میکروکولن است؟

$$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$$

« پاسخ »

$$q_1 = q = ?$$

$$q_2 = q = ?$$

$$r = 0.3 \text{ متر}$$

$$F = 0.4 \text{ N}$$

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

$$0.4 = 9 \times 10^9 \times \frac{q^2}{(0.3)^2}$$

$$\sqrt{\frac{0.4 \times 0.3^2}{9 \times 10^9}} = q \Rightarrow q = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-10} \cdot (0.3)^2}{9}}$$

$$q = \frac{2 \times 10^{-5} \times 0.3}{3} \Rightarrow q = 2 \times 10^{-6} \text{ C} = 2 \mu\text{C}$$

۱۵۰- در عبارت زیر جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید.

نیروهای الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار با فاصله‌ی آنها از یکدیگر، نسبت دارد.

« پاسخ »

مجذور (مربع) - عکس

۱۵۱- جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید:

بار الکتریکی موجود در واحد سطح یک جسم رسانا را بار الکتریکی می‌گویند و یکای آن است.

« پاسخ »

چگالی سطحی - کولن بر متر مربع

۱۵۲- جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید:

اگر بارهای الکتریکی دو جسم نابرابر باشند، نیروی الکتریکی وارد شده بر هر یک از جسم‌ها، می‌باشد.

« پاسخ »

هم‌اندازه

۱۵۳- جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید:

نیروی الکتریکی بین دو بار، با حاصل ضرب نسبت دارد.

« پاسخ »

اندازه‌ی بار آن‌ها - مستقیم

۱۵۴- ذره‌ای با بار $15\mu\text{C}$ در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $E = 150000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ به اندازه‌ی 0.5 متر در جهت عمود بر میدان با سرعت ثابت جابه‌جا شده است. کار میدان روی ذره چند ژول است؟

$$\cos 90^\circ = 0$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

« پاسخ »

$$W = Fd \cos \theta \Rightarrow W = Eqd \cos \theta$$

$$W = 0$$

۱۵۵- به یک کره‌ی رسانا به قطر 2 سانتی متر، $188/4$ میکروکولن بار الکتریکی داده شده است. با در نظر گرفتن $\pi \approx 3/14$ چگالی سطحی بار کره را حساب کنید.

« پاسخ »

$$188/4 \mu\text{C} = 188/4 \times 10^{-6} \text{C}$$

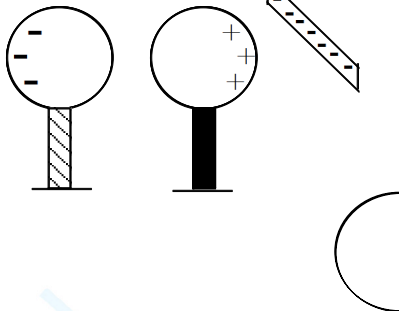
$$r = \frac{d}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{q}{4\pi r^2} = \frac{188/4 \times 10^{-6}}{4 \times 3/14 \times 10^{-4}} = 0.15 \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$$

۱۵۶- با رسم شکل و توضیح کافی بنویسید چگونه می‌توان در دو کره‌ی رسانای مشابه بدون بار، بار الکتریکی مثبت و منفی ایجاد کرد؟

« پاسخ »

یک میله با بار منفی را نزدیک دو کره‌ی رسانا که در تماس می‌باشند، می‌بریم. کره‌ی اول دارای بار مثبت و کره‌ی دوم دارای بار منفی می‌گردد. سپس، دو کره را از هم جدا می‌کنیم. بعد از آن میله را دور می‌کنیم.



۱۵۷- بین دو ورقه‌ی فلزی که ابعاد هر کدام $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ است، یک کاغذ آغشته به پارافین به ضخامت 0.2 mm

قرار می‌دهیم. اگر ثابت دی‌الکتریک را ۲ فرض کنیم، ظرفیت این خازن را محاسبه کنید.
 $\epsilon_r \cong 9 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N.m}^2}$

« پاسخ »

$$C = k\epsilon_r \frac{A}{d} \Rightarrow A = 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 1600 \text{ cm}^2 = 0.16 \text{ m}^2$$

$$C = \frac{2 \times 9 \times 10^{-12} \times 0.16}{0.2 \times 10^{-3}} \Rightarrow C = 144/4 \times 10^{-9} \text{ F}$$

۱۵۸- نیروی الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار $+0.4 \mu\text{C}$ و $-0.8 \mu\text{C}$ برابر 0.2 N است. فاصله‌ی میان دو بار را حساب کنید.

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$

« پاسخ »

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{K q_1 q_2}{F} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{K q_1 q_2}{F}}$$

$$r = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 0.4 \times 10^{-6} \times 0.8 \times 10^{-6}}{0.2}} = \sqrt{9 \times 0.16 \times 10^{-2}} = 0.12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

۱۵۹- چهار ویژگی خطهای میدان مغناطیسی را ذکر کنید.

« پاسخ »

ویژگی‌های این خط عبارتند از:

- ۱- در هر نقطه‌ی هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت‌اند.
- ۲- در هر نقطه‌ی میدان الکتریکی برداری است مماس بر خط میدانی که از آن نقطه می‌گذرد.
- ۳- هر جا که میدان قوی‌تر باشد، خطهای میدان متراکم‌تر و فشرده‌ترند.
- ۴- خطهای میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

۱۶۰- شخصی می‌خواهد خازن $442/5$ میکروفارادی تختی به مساحت 1 cm^2 طراحی کند. به طوری که فاصله‌ی میان

صفحاتش 0.1 mm باشد، ثابت دی‌الکتریک مورد استفاده‌ی او را حساب کنید. $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N.m}^2}$

« پاسخ »

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

$$K = \frac{Cd}{\epsilon_0 A} = \frac{442/5 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-5}}{8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^6$$

۱۶۱- دو بار الکتریکی $q_1 = 4 \mu\text{C}$ و $q_2 = -16 \mu\text{C}$ در فاصله‌ی 10 سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند. نوع و اندازه‌ی

نیروی که هر کدام از این بارها بر دیگری وارد می‌کند، مشخص کنید. $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$

« پاسخ »

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times (16) \times 10^{-6}}{10^{-2}}$$

$$F = 57.6 \text{ N} \quad \text{ربایشی}$$

برای محاسبه‌ی کمیت‌های برداری نیروی الکتریکی علامت منفی بار را در رابطه قرار نمی‌دهیم و هنگام رسم با توجه به نوع بار جهت بردار نیروی الکتریکی و بردار میدان الکتریکی را مشخص می‌کنیم.

۱۶۲- جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید.

اگر بارهای الکتریکی دو جسم باشد، نیروی بین دو جسم، رانشی و اگر بارهای الکتریکی دو جسم، باشند، نیروی بین دو جسم ربایشی خواهد بود.

« پاسخ »

هم‌نام - غیرهم‌نام

۱۶۳- آیا با الکتروسکوپ می‌توان مقدار بار دو کره‌ی هم اندازه، رسانا و بردار را با یکدیگر مقایسه کرد؟

« پاسخ »

بله با نزدیک کردن کره‌ها به الکتروسکوپ و مقایسه‌ی فاصله‌ی تیغه‌ها در دو حالت.

۱۶۴- جسمی رساناست یا نارسانا؟

« پاسخ »

جسم خنثی را به الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم. اگر فاصله‌ی تیغه‌ها تغییر کرد معلوم است در جسم مجهول، القا صورت گرفته است، پس رسانا است در غیر این صورت جسم نارسانا است.

۱۶۵- جسم چه نوع باری دارد؟

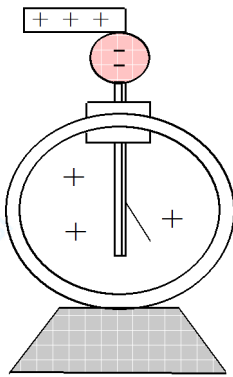
« پاسخ »

الکتروسکوپ را باردار می‌کنیم (با بار معلوم) جسم باردار مجهول را به آن نزدیک می‌کنیم. اگر تیغه‌ها از هم دورتر شوند، بار مجهول و الکتروسکوپ هم‌نوع است و اگر به هم نزدیک شدند، بار مجهول و الکتروسکوپ هم‌نوع نیستند. جسم مجهول باید دارای بار باشد.

۱۶۶- جسمی باردار است؟

« پاسخ »

الکتروسکوپ را با تماس به زمین خنثی می‌کنیم و بعد از قطع اتصال زمین، جسم مورد نظر را به الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. در صورتی که تیغه‌ها از هم دور شوند، جسم باردار است.



۱۶۷- هر گاه جسمی را که دارای بار الکتریکی است (مثلاً میله‌ای شیشه‌ای با بار مثبت) به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار تماس دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟ علت را توضیح دهید.

« پاسخ »

در اثر تماس بخشی از بار سطحی شیشه به الکتروسکوپ منتقل شده، تیغه‌ها دارای بار مثبت می‌شوند و از هم فاصله می‌گیرند.

۱۶۸- نیرویی که بارهای الکتریکی هم نوع بر یکدیگر وارد می‌کنند و نیرویی که بارهای الکتریکی غیرهم نوع بر یکدیگر وارد می‌کنند است.

« پاسخ »

رانش، ربایش

۱۶۹- در یک جسم بار الکتریکی در محل ایجاد شده باقی می ماند.

« پاسخ »

نارسانا

۱۷۰- با جابه جا شدن الکترون های آزاد، بار الکتریکی درون شارش می کند.

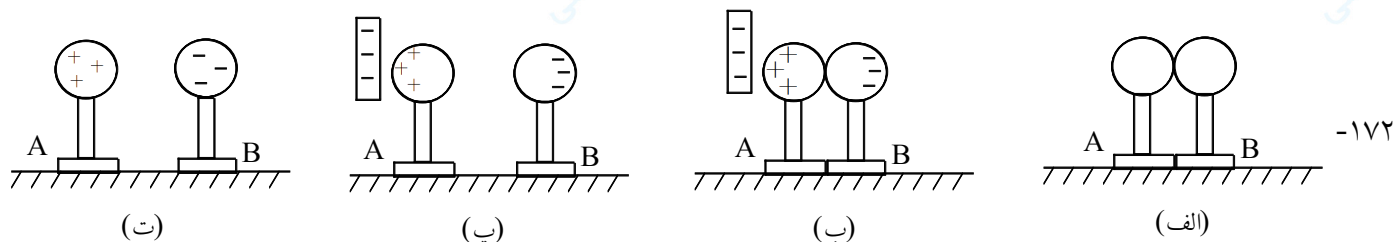
« پاسخ »

رسانا

۱۷۱- وقتی دو جسم به یکدیگر داده می شوند، بین آنها الکترون مبادله می شود.

« پاسخ »

مالش



الف) توضیح دهید چرا در آزمایش بالا، کره ی A دارای بار مثبت و کره ی B دارای بار منفی است.
ب) آیا بار الکتریکی تیغه ی پلاستیکی کاهش یافته است؟

« پاسخ »

الف) چون کره ی A به تیغه نزدیک تر است، الکترون های آزاد آن به کره ی B منتقل می شوند.
ب) خیر.

۱۷۳- به تعداد پروتون های موجود در هسته ی اتم، عدد اتمی گفته می شود و آن را با Z نشان می دهند. عدد اتمی مس برابر ۲۹ است. بار الکتریکی هسته ی اتم مس چه قدر است؟ اتم مس چه مقدار بار الکتریکی منفی دارد؟ بار الکتریکی اتم مس چه قدر است؟

« پاسخ »

$$q = ne \Rightarrow 29 \times \frac{1}{6} \times 10^{-19} = 4/64 \times 10^{-18} \text{ C}$$

همین اندازه بار منفی دارد. بار کلی اتم مس صفر است، چون تعداد پروتون ها و الکترون ها برابر است.

۱۷۴- برای آن که در جسمی خنثی بار الکتریکی $6/4$ میکروکولن ($C \times 10^{-6} \times 6/4$) ایجاد شود، چه تعداد الکترون باید از آن گرفته شود؟

« پاسخ »

$$q = ne \Rightarrow 6/4 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 4 \times 10^{13}$$

۱۷۵- می دانیم که تعداد الکترون های آزاد موجود در رسانا بسیار زیاد است. به عنوان مثال در یک سانتی متر مکعب مس در حدود 10^{22} الکترون آزاد وجود دارد. آیا بزرگی این عدد را می توانید تصور کنید؟ برای آنکه به بزرگی این عدد پی ببرید. فرض کنید بخواهید این تعداد را بشمارید. شما در هر ثانیه قادر به شمارش چه تعداد الکترون هستید؟ ۲، ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰۰۰، ... فرض کنید که در هر ثانیه بتوانید یک تریلیون یعنی 10^{12} الکترون را بشمارید. چه مدت طول می کشد تا تمام الکترون های آزاد موجود در یک سانتی متر مکعب مس را بشمارید؟ برای محاسبه یک سال را تقریباً برابر 3×10^7 ثانیه در نظر بگیرید.

« پاسخ »

$$t = \frac{n}{n_0} = \frac{10^{22}}{10^{12}} = 10^{10} \text{ و } \text{تعداد سال} = \frac{10^{10}}{3 \times 10^7} \approx 3/3 \times 10^2 = 333 \text{ سال}$$

۱۷۶- چرا در بعضی مواد پلاستیک یا نایلون بهتر از سایر مواد می توان بار الکتریکی تولید کرد؟

« پاسخ »

چون این مواد عایق (نارسانای) الکتریسیته هستند.

۱۷۷- چرا آزمایش های الکتریسته ی ساکن در روزهای سرد و خشک، نتیجه ی بهتری می دهد؟

« پاسخ »

چون هوای مرطوب رسانای الکتریسیته است و هوای خشک نارسانای الکتریکی می باشد.

۱۷۸- در تاریکی لباس خود را از تن بیرون آورید، چرا جرقه زده می شود؟

« پاسخ »

در اثر مالش لباس و بدن، لباس باردار می شود و زمان تخلیه ی الکتریکی جرقه تولید می شود.

۱۷۹- با یک پارچه ی خشک، صفحه ی تلویزیون را تمیز کنید. چرا پرزهای پارچه به صفحه ی تلویزیون می چسبند؟

« پاسخ »

در اثر مالش، صفحه ی تلویزیون باردار شده، ذرات ریز غبار و پرز را به خود جذب می کند.

۱۸۰- موهای تمیز و خشک خود را با یک شانه‌ی پلاستیکی خشک شانه کنید. چرا موهای شما مرتب نمی‌شود و به سوی دانه‌های شانه کشیده می‌شود؟

« پاسخ »

چون در اثر مالش موها و شانه دارای بار مخالف می‌شوند و هم‌دیگر را جذب می‌کنند.

۱۸۱- علت افزایش ظرفیت خازن را در اثر قرار دادن دی الکتریک بین صفحه‌های آن توضیح دهید.

« پاسخ »

اتم‌های ماده‌ی الکتریکی در میدان الکتریکی قطبیده می‌شوند. (۰/۲۵) و در مجاورت صفحه‌های خازن در سطح دی الکتریک بارهای غیر همنام با بار صفحه ایجاد می‌شود. (۰/۲۵) و این باعث می‌شود که با ولتاژ ثابت، بار خازن افزایش یابد و این به معنای افزایش ظرفیت خازن است. (۰/۲۵)

۱۸۲- ظرفیت خازن تخت، به کدام یک از عامل‌های زیر بستگی دارد و به کدام بستگی ندارد؟

۱) مساحت سطح مشترک صفحه‌های خازن

۲) فاصله‌ی دو صفحه‌ی خازن از یک‌دیگر

۳) اختلاف پتانسیل دو سر خازن

« پاسخ »

۱- بستگی دارد. (۰/۲۵) ۲- بستگی دارد. (۰/۲۵) ۳- بستگی ندارد. (۰/۲۵)

۱۸۳- در یک میدان الکتریکی، بار $q = +3\mu\text{C}$ از نقطه‌ی A تا B جابه جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقطه‌های A و B به ترتیب -4×10^{-5} و 5×10^{-5} باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

« پاسخ »

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \quad (0/25)$$

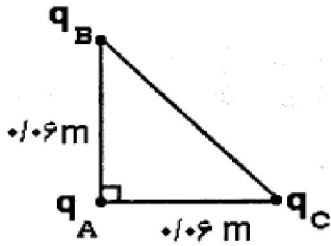
$$V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q} = \frac{5 \times 10^{-5} - (-4 \times 10^{-5})}{3 \times 10^{-6}} \quad (0/25) \quad V_B - V_A = 3.0 \text{ V} \quad (0/25)$$

۱۸۴- بر بار الکتریکی $+2\mu\text{C}$ در یک نقطه از میدان الکتریکی، نیرویی برابر 5×10^{-2} N وارد می‌شود. اندازه‌ی میدان الکتریکی را در این نقطه محاسبه کنید.

« پاسخ »

$$E = \frac{F}{q} \quad (0/25) \quad E = \frac{5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-6}} \quad (0/25) \quad E = 2.5 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (0/25)$$

۱۸۵- مطابق شکل زیر، سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم الزاویه ABC ثابت شده‌اند. اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر ذره q_A چند نیوتون است؟



$$q_A = 4\mu\text{C} \quad q_B = q_C = +3\mu\text{C}$$

$$AB = AC = 0.06\text{m}$$

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$$

« پاسخ »

$$F_{AB} = K \frac{q_A q_B}{r^2} \quad F_{AB} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 3 \times 3 \times 10^{-12}}{(0.06)^2} \quad F_{AB} = 30\text{N}$$

$$F_{CA} = F_{AB} = 30\text{N} \quad F_T = \sqrt{(F_{AB})^2 + (F_{CA})^2}$$

$$F_T = \sqrt{(30)^2 + (30)^2} \quad F_T = 30\sqrt{2}\text{N}$$

۱۸۶- در جدول زیر، هریک از جمله‌های ستون A به کدام یک از عبارت‌های ستون B مربوط است؟ (درستون B یک مورد اضافی است.)

B	A
(الف) خاصیتی که بار الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف خود ایجاد می‌کند. (۱) اختلاف پتانسیل الکتریکی	(ب) بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی جسم رساناست.
(ب) میدان الکتریکی	(پ) عامل شارش الکتریکی بین دو نقطه‌ی واقع در میدان الکتریکی است.
(۲) میدان الکتریکی	(ت) این پدیده موجب سوراخ شدن دی الکتریک جامد خازن می‌شود.
(۳) نیروی الکتریکی	(۴) چگالی سطحی بار
(۴) چگالی سطحی بار	(۵) فروریزش

« پاسخ »

الف) ۲ (الف) ۲ (ب) ۴ (پ) ۱ (ت) ۵

۱۸۷- میدان الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای $q_1 = +2\mu\text{C}$ و $q_2 = +32\mu\text{C}$ در فاصله ۱۶ سانتی‌متری از بار q_2 صفر می‌باشد. فاصله‌ی دو بار الکتریکی از یکدیگر چندسانتی‌متر است؟

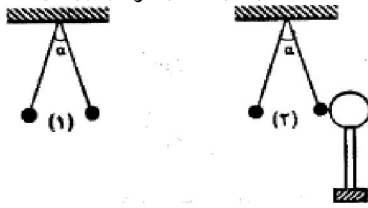
« پاسخ »

$$E_1 = E_2 \rightarrow \frac{Kq_1}{r_1^2} = \frac{Kq_2}{r_2^2} \quad \frac{2}{x^2} = \frac{32}{16^2} \quad \frac{1}{x} = \frac{4}{16} \rightarrow x = 4\text{Cm}$$

$$d = 16 + 4 = 20\text{Cm}$$

فاصله از بار کوچک‌تر: x و فاصله‌ی دو بار: d

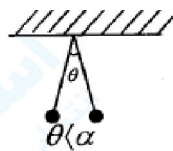
۱۸۸- شکل (۱) دو آونگ الکتریکی کاملا مشابه با بارهای مثبت و هم اندازه را نشان می دهد که با یکدیگر زاویه α ساخته اند. یک کره ی رسانای بدون بار را با پایه ی عایق مطابق شکل (۲) به گلوله ی یکی از آونگ ها تماس داده و سپس دور می کنیم.



الف) با رسم شکل ساده پیش بینی کنید چه اتفاقی می افتد؟
ب) از انجام این آزمایش، چه نتیجه ای می گیریم؟

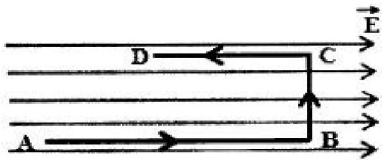
« پاسخ »

الف) پس از تماس، گلوله ی آونگ مقداری از بارش را به کره می دهد (۰/۲۵) و نیروی بین دو گلوله آونگ به علت کم شدن بار کم می شود و زاویه ی انحراف بین دو آونگ کم تر می شود. (۰/۲۵)
رسم شکل (۰/۲۵)



ب) نیروی الکتریکی با بار گلوله ها، نسبت مستقیم دارد. (۰/۲۵)

۱۸۹- الکترونی را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت مطابق شکل در مسیرهای $A \rightarrow B$ و $B \rightarrow C$ و $C \rightarrow D$ جابه جا می کنیم. به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید.



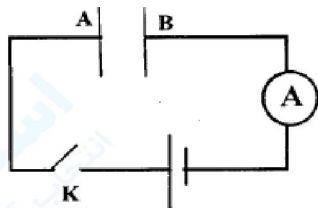
الف) پتانسیل الکتریکی نقطه ی A بیش تر است یا نقطه ی D؟

ب) در کدام مسیر، انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون، افزایش می باید؟

پ) در کدام مسیر، کاری که باید برای جابه جایی الکترون انجام دهیم، صفر است؟

« پاسخ »

الف) نقطه ی A (۰/۲۵) ب) AB (۰/۲۵) پ) BC (۰/۲۵)



۱۹۰- در شکل مقابل، یک خازن با دی الکتریک هوا و یک باتری و کلید، مشاهده می کنید. با استفاده از کلمه های داده شده در کادر، جاهای خالی در متن زیر را کامل کنید.

مثبت- بیش تر از- برابر با- کم تر از- منفی

الف) پس از وصل کلید، صفحه ی B دارای بار می شود.

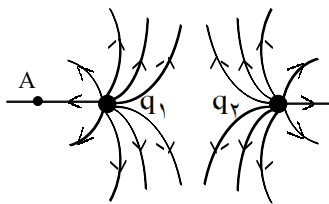
ب) زمانی که ولتاژ دو سر مولد، ولتاژ دو سر خازن است، آمپرسنج عبور جریان را نشان نمی دهد.

پ) بدون آن که خازن را از مولد جدا کنیم، صفحه ی A را طوری بالا می بریم که نصف آن مقابل صفحه ی B قرار گیرد، انرژی خازن در این حالت، انرژی خازن در حالت اولیه است.

« پاسخ »

الف) منفی (۰/۲۵) ب) برابر با (۰/۲۵) پ) کم تر از (۰/۲۵)

با استفاده از شکل زیر به ۳ سؤال بعدی پاسخ دهید.



۱۹۱- نوع بار الکتریکی q_1 را تعیین کنید.

« پاسخ »

$$q_1 > 0 \quad (0/25)$$

۱۹۲- اندازه‌ی بار الکتریکی دو ذره را با یکدیگر مقایسه کنید.

« پاسخ »

$$|q_1| = |q_2| \quad (0/25)$$

۱۹۳- اگر بار الکتریکی مثبت در نقطه‌ی A قرار گیرد، جهت نیروی الکتریکی وارد بر آن را با رسم شکل نشان دهید.

« پاسخ »

$$\leftarrow (0/25)$$

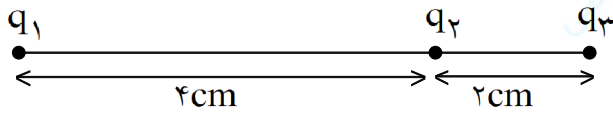
۱۹۴- دو صفحه‌ی مربعی شکل به ضلع 10 cm در فاصله‌ی 2 mm از یکدیگر قرار دارند. فضای بین دو صفحه از ماده‌ای با ضریب دی‌الکتریک ۵ پر شده است. ظرفیت خازن حاصل را محاسبه کنید.

$$\epsilon_r \cong 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$$

« پاسخ »

$$C = K\epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \quad (0/25) \Rightarrow C = \frac{5 \times 9 \times 10^{-12} \times 100 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-2}} \quad (0/75)$$

$$C = 225 \times 10^{-11} \text{ F} \quad (0/25)$$



۱۹۵- در شکل روبه‌رو:

بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر ذره‌ی باردار q_3 چند نیوتون است؟

$$q_1 = 4\mu\text{C} \quad , \quad q_2 = q_3 = -2\mu\text{C} \quad , \quad K \cong 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

« پاسخ »

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (0/25)$$

$$F_{13} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 4 \times 10^{-12}}{36 \times 10^{-4}} \quad (0/25) \Rightarrow F_{13} = 20 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 2 \times 10^{-12}}{4 \times 10^{-4}} \quad (0/25) \Rightarrow F_{23} = 90 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} \quad (0/25) \quad F_T = 90 - 20 \quad (0/25) \Rightarrow F_T = 70 \text{ N} \quad (0/25)$$

۱۹۶- چرا خط‌های میدان الکتریکی یکنواخت، به صورت خط‌های راست و موازی با فاصله‌های مساوی با یک‌دیگرند؟

« پاسخ »

چون بردار میدان الکتریکی یکنواخت در همه‌ی نقطه‌ها، بزرگی و جهت ثابتی دارد. (0/5)

۱۹۷- اختلاف پتانسیل الکتریکی را تعریف کنید.

« پاسخ »

برابر تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت است وقتی یکای بار از نقطه‌ی اول به نقطه‌ی دوم جابه‌جا می‌شود. (0/5)

۱۹۸- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را با حرف (د) یا (ن) مشخص کنید:

انرژی‌ای که مولد برای پر کردن خازن مصرف می‌کند، به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود.

« پاسخ »

درست (0/25)

۱۹۹- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را با حرف (د) یا (ن) مشخص کنید:
در حضور میدان الکتریکی، مرکز مؤثر بارهای مثبت و منفی اتم‌های یک ماده‌ی دی‌الکتریک بر هم منطبق‌اند.

« پاسخ »

نادرست (۰/۲۵)

۲۰۰- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را با حرف (د) یا (ن) مشخص کنید:
در جسم‌هایی که سطح خارجی متقارن ندارند، چگالی سطحی بار الکتریکی در همه جای سطح خارجی یکسان است.

« پاسخ »

نادرست (۰/۲۵)