اگرچه نیت خوبی است زیستن ...
اما خوشا که دست به تصمیم بهتری بزنیم !

www.konkursara.com
۰۲۱۵۵۷۵۶۵۰۰

دانلود بهترین جزوات در

کنکورسرا

کنکورسرا

مرجع تخصصی قبولی آزمون فرهنگیان و آزمون استخدامی آموزش و پرورش

www.konkursara.com

این فایل متعلق به کنکورسرا می باشد. هر گونه استفاده غیر مجاز از آن شرعا حرام و غیر اخلاقی است.

به نام خدا

فایل پیش رو به منظور تسهیل در آموزش درس فیزیک توسط گروه فیزیک استان فارس و همراهی صمیمانه جناب آقای امینی نسب وخانم زهرا علی اکبری آماده شده تا در اختیار دانش آموزان مناطق محروم و کم امکانات قرار بگیرد و در راستای برقراری عدالت آموزشی قدمی برداشته شود. این فایل توسط دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک بازبینی و خلاصه شده و سعی شده تا خطاهای علمی و محاسباتی نداشته باشد . با توجه به کمبود وقت امکان خطاهای سهوی وجود دارد که خواهشمند است این موارد را به دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک منتقل نمائید.

باآرزوی سلامتی برای همه دلسوزان عرصه تعلیم و تربیت...

فیزیک یازدهم

«فصل اول – رشته های علوم ریاضی و علوم تجربی»

الکتریسته ساکن

تعریف بار الکتریکی : کوچکترین باری که در طبیعت وجود دارد، بار الکتریکی الکترون و یا پروتون است که آنرا با نماد (e) نمایش می‌دهند و مقدار آن برابر $1/6\times10^{-19}C$ است.

نکته: مقدار بار الکتریکی جسم از رابطه $q=\pm ne$ بدست می‌آید، (علامت + موقعی که جسم الکترون از دست بدهد، علامت - موقعی که جسم الکترون دریافت کند. از آنجا که تعداد الکترون‌های جابه‌جا شده همواره عدد درستی است، بار الکتریکی کمیتی ناپیوسته است. یعنی بار الکتریکی یک جسم نمی‌تواند $1/25e$ و ... باشد. (e) را بار پایه (کوانتوم بار) می‌نامیم.

اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی: بار الکتریکی همواره مضرب درستی از بار پایه یعنی الکترون $(-e)$و بار پروتون $(+e)$ که در اتمهای ماده وجود دارد، است. یک جسم نمی‌تواند بار الکتریکی $5\times10^{-19}C$ داشته باشد، ولی می‌تواند بار الکتریکی $8\times10^{-19}C$ داشته باشد. زیرا:

$$\begin{cases} q = 5\times10^{-19}C \Rightarrow n=\dfrac{q}{e}=\dfrac{5\times10^{-19}}{1/6\times10^{-19}}=3/125 \\ q = 8\times10^{-19}C \Rightarrow n=\dfrac{q}{e}=\dfrac{8\times10^{-19}}{1/6\times10^{-19}}=5 \end{cases}$$

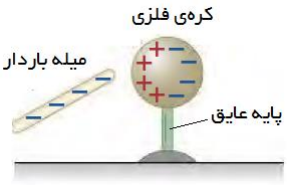
روشهای باردار کردن اجسام:

- روش مالش: در این روش، در اثر مالش دو ماده، تعدادی الکترون از یکی جدا شده و به دیگری انتقال می‌یابد. مثلاً اگر یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش دهیم، میله دارای بار منفی و پارچه‌ی پشمی به همان اندازه دارای بار مثبت می شود و هر گاه یک میله‌ی شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش دهیم، میله دارای بار مثبت و پارچه‌ی ابریشمی به همان اندازه دارای بار منفی می شود، این روش معمولاً برای باردار کردن اجسام نارسانا بکار می رود. در این روش؛ دو جسم دارای بار الکتریکی هم‌اندازه ولی ناهمنام می‌شوند.

سری تریبو الکتریک (سری الکتریسته‌ی مالشی): مثبت یا منفی شدن اجسام در اثر مالش به یکدیگر، بر اساس جدول سری تریبو الکتریک مشخص می‌شود. توضیحات بیشتر را می‌توانید در صفحه ۴ کتاب بیابید.(جدول ۱-۱)

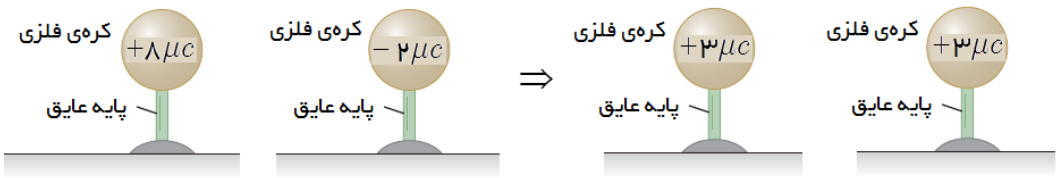
- باردار کردن با روش تماس: هر گاه یک جسم رسانای باردار را با یک جسم رسانای خنثی تماس دهیم، مقداری بار از جسم باردار به جسم خنثی منتقل شده و بار هر دو همنام شده و یکدیگر را می‌رانند. در این روش هر دو جسم باید رسانا باشند.

- باردار کردن به روش القاء: در این روش مطابق شکل، یک جسم باردار را به جسم رسانای بدون باری نزدیک می‌کنند. در اثر القا، جسم دارای بار مثبت و منفی القایی می‌شود که بنا به قانون پایستگی بار الکتریکی، مقدار بار مثبت و منفی القا شده برابر است. ایجاد بار در رساناها بدون تماس آنها با یکدیگر را القای بارالکتریکی گویند و بارهای ایجاد شده را بار القایی گویند.



اصل پایستگی بار الکتریکی (قانون بقای بار): براثر مالش دو جسم به یکدیگر، بار الکتریکی آفریده یا نابود نمی‌شود، بلکه مقداری بار از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود و دو جسم باردار می‌شوند ولی بار کل دو جسم ثابت می‌ماند.

اگر دو کره‌ی مشابه روی پایه‌های عایقی داشته باشیم، و آنها را با سیم نازکی به هم متصل کنیم؛ بار آنها پس از تعادل به صورت زیر محاسبه می‌شود.



$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

۱-با توجه به جدول تریبو الکتریک، اگر یک میله‌ی شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش دهیم:

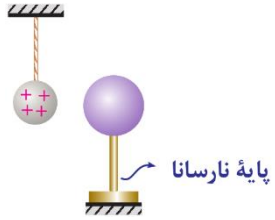
۱) پروتون‌ها از پارچه کنده می‌شوند و روی میله‌ی شیشه‌ای قرار می‌گیرند

۲) پروتون‌ها از میله کنده می‌شوند و روی پارچه قرار می‌گیرند.

۳) الکترون‌ها از میله کنده می‌شوند و روی پارچه قرار می‌گیرند.

۴) الکترون‌ها از پارچه کنده می‌شوند و روی میله قرار می‌گیرند.

۲-مطابق شکل زیر، یک کره فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه ی نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. در ابتدا برای گلوله باردار چه اتفاقی می‌افتد؟ (جرم نخ ناچیز و بار الکتریکی گلوله ثابت است و گلوله با کره‌ی فلزی تماس داده نمی‌شود.)



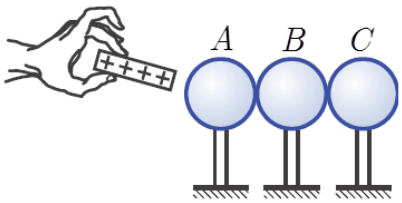
۱)گلوله به طرف کره منحرف می‌شود.

۲)گلوله از کره دور می‌شود.

۳)گلوله در راستای افقی نوسان می‌کند.

۴)گلوله به همان صورت ساکن می‌ماند.

۳-مطابق شکل زیر، میله‌ای با بار مثبت در مجاورت سه کره‌ی فلزی مشابه A ، B و C که بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند، می‌باشد. در کدام حالت کره‌ی C دارای بار مثبت و کره‌های A و B دارای بار منفی می‌شوند؟



۱)ابتدا A را از مجموعه دور می‌کنیم و سپس میله را دور کرده و B و C را جدا می‌کنیم.

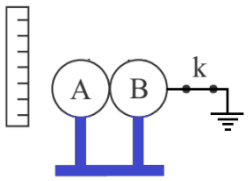
۲) ابتدا C را از مجموعه دور می‌کنیم و سپس میله را دور کرده و A و B را جدا می‌کنیم.

۳)میله را ثابت نگه می‌داریم و سپس A ، B و C را جدا می‌کنیم.

۴) ابتدا میله را دور کرده و سپس A ، B و C را جدا می‌کنیم.

پاسخ:گزینه ۲ درست است. نزدیکترین نقطه به میله با بار مثبت، یعنی در کره‌ی A به روش القا، بار منفی ایجاد می‌شود، و در دورترین نقطه از میله، یعنی در کره‌ی C بار مثبت ایجاد می‌شود؛ اکنون اگر پایه‌ی کره‌ی C را گرفته و جدا سازیم، بار کره C مثبت و بار دو کره‌ی دیگر منفی خواهد شد. با دور کردن میله، بار مثبت کره‌ی C بر روی سطح خارجی پخش شده و بار منفی نیز بر روی دو کره‌ی A و B پخش می‌شود.

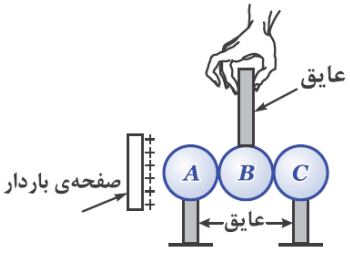
۴-در شکل مقابل، کره رسانای B به زمین متصل است. ابتدا کلید K را قطع و کره B را از کره A جدا می‌کنیم و سپس میله باردار را دور می‌کنیم. بار الکتریکی کره A و B به ترتیب چگونه است؟



۱)مثبت – مثبت ۲)مثبت – خنثی ۳)مثبت – منفی ۴)منفی – خنثی

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است. در اثر القا ابتدا بار کره‌های A و B به ترتیب مثبت و منفی می‌شود، به دلیل اتصال کره B به زمین بار منفی آن به زمین می‌رود. و با جداسازی کره B، این کره بدون بار می‌ماند. پس کره A مثبت و بار کره B خنثی است.

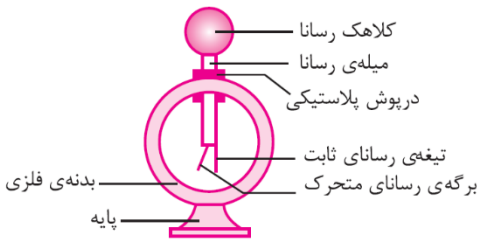
۵-سه کره‌ی فلزی A ، B و C در تماس با یکدیگر و مجاور صفحه‌ی بارداری قرار دارند. اگر ابتدا کره‌ی B را از بین دو کره خارج نموده و دور کنیم و سپس صفحه‌ی باردار را به فاصله‌ی خیلی دور انتقال دهیم، کدام گزینه در مورد بار نهایی دو کره‌ی A و C درست است؟



۱) $|q_A| = |q_C|, q_C > 0, q_A < 0$ ۲) $|q_A| > |q_C|, q_C > 0, q_A < 0$

۳) $|q_A| = |q_C|, q_C < 0, q_A > 0$ ۴) $|q_A| < |q_C|, q_C < 0, q_A > 0$

الکتروسکوپ یا برق نما: وسیله‌ای است متشکل از یک کلاهک فلزی که یک میله فلزی به آن متصل است و در سر دیگر میله دو ورقه‌ی نازک فلزی (یا یک ورقه) قرار دارد. که میله و ورقه‌ها در یک ظرف شیشه ای قرار دارند.



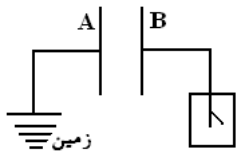
- هر گاه جسم بارداری به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک شود، در اثر القاء کلاهک، ورقه ها باردار شده، سبب رانش ورقه ها و دور شدن آنها شده و مشخص می شود که جسم باردار است.
- هر گاه به الکتروسکوپ باردار، یک جسم باردار، دارای بار همنام با الکتروسکوپ را به آرامی نزدیک کنیم، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ بیشتر می شود.
- هر گاه به الکتروسکوپ باردار، جسمی با بار غیرهمنام الکتروسکوپ را به آرامی نزدیک کنیم، ورقه‌های الکتروسکوپ بسته و دوباره باز می شوند.
- هر گاه جسم خنثی به الکتروسکوپ باردار نزدیک کنیم، ورقه‌ها ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند.
- هر گاه جسم بدون باری را به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس دهیم، اگر انحراف ورقه‌ها تغییر محسوسی نکند، جسم نارساناست و اگر انحراف ورقه‌ها کم شود و یا حتی از بین برود، جسم رساناست.

۶-میله‌ای با بار الکتریکی مثبت را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. ورقه‌های الکترسکوپ ابتدا بسته و سپس از هم باز می‌شوند. بار الکتریکی الکتروسکوپ از چه نوع بوده است؟

۱)مثبت ۲)منفی ۳)خنثی یا مثبت ۴)منفی یا خنثی

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

۸-دو صفحه‌ی A و B مطابق شکل، موازی هم قرار دارند. صفحه‌ی A را به زمین و صفحه‌ی B را به الکتروسکوپ وصل کرده‌ایم. ورقه‌های الکتروسکوپ باز هستند. اگر یک صفحه‌ی شیشه‌ای بدون بار را بین این دو صفحه وارد کنیم، انحراف ورقه های الکتروسکوپ:



۱)کم می‌شود. ۲) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود. ۳)زیاد می‌شود. ۴) تغییر نمی‌کند.

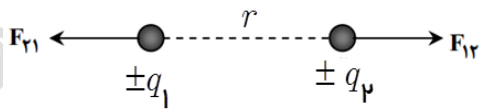
پاسخ:گزینه ۲ صحیح است. به دلیل دو قطبی شدن دی‌الکتریک بین صفحات، بار صفحات بیشتر می‌شود، چون یکی از صفحات بار الکتروسکوپ را تأمین می‌کند؛ بنابراین مقداری از بار الکتروسکوپ کاهش یافته و انحراف ورقه‌های آن کم می‌شود و حتی ممکن است با انتقال تمام بار ورقه‌ها به صفحه‌های خازن ورقه‌ها بسته شده و پس از آن در اثر تراکم بار دوباره باز شوند.

قانون کولن: بزرگی نیروی الکتریکی ربایشی یا رانشی بین دو ذره با بارهای q_1 و q_2 که در فاصله r از یکدیگر قرار دارند، با حاصلضرب اندازه (بزرگی) بار دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله دو ذره از هم، نسبت وارون دارد.

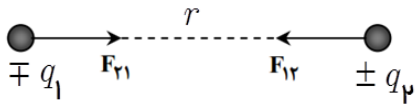
$$F = K\frac{|q_1|\times|q_2|}{r^2}\ ,\ \varepsilon_0 \cong 8/85\times 10^{-12}\frac{C^2}{N.m^2}\ ,\ K=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cong 9\times 10^9\frac{N.m^2}{C^2}$$

نکته: در رابطه قانون کولن، تمام کمیتها در دستگاه SI جایگذاری می‌شوند، یعنی نیرو بر حسب نیوتن (N)، اندازه‌ی بارهای الکتریکی بر حسب کولن (C) و فاصله‌ی بین دو بار الکتریکی بر حسب متر (m) باید جایگذاری شوند.

- نکته: طبق قانون سوم نیوتن نیروهای الکتریکی که دو ذره باردار به هم وارد می‌کنند هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند. یعنی: $\vec{F}_{12}=-\vec{F}_{21}$ و $|\vec{F}_{12}|=|\vec{F}_{21}|=F$

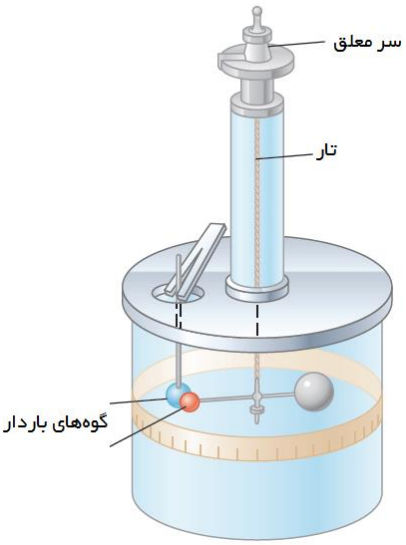


$q_1q_2>0 \Rightarrow F>0$ نیروی رانشی



$q_1q_2<0 \Rightarrow F<0$ نیروی ربایشی

۹-سازوکار ترازوی پیچشی را شرح دهید، این آزمایش اولین بار توسط چه کسی بنا شد و هدف از آن چیست؟



در یک سر میله نارسانای سبک افقی، یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن، یک قرص جهت حفظ تعادل قرار دارد. میله از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانه شیشه‌ای برده می‌شود. درجه‌هایی بر سطح استوانه حک شده است که میزان چرخش میله را نشان می‌دهد. نیروی موثر بین این بارها از اندازه گیری زاویه چرخش تا رسیدن به حالت تعادل بدست می‌آید.

این آزمایش اولین بار توسط دانشمندی فرانسوی به نام شارل آگوستین کولُن، جهت محاسبه‌ی بزرگی نیروی بین دو بار الکتریکی بنا شد و یکای بار الکتریکی به افتخار این دانشمند فرانسوی، کولن نامیده می‌شود.

نکته۱) تکنیک ۹۰: برای سادگی محاسبات می‌توان قانون کولن را به صورت $F = 90\frac{|q_1| \times |q_2|}{r^2}$ نوشت؛ اما توجه کنید در این رابطه، اندازه‌ی بارها بر حسب μC و فاصله بر حسب cm جایگذاری شود.

نکته۲) نسبت نیروی کولنی در دو حالت مختلف: $\frac{F'}{F} = \frac{|q'|_1 \times |q'_2|}{|q_1| \times |q_2|} \times (\frac{r}{r'})^2$

۱۰-دو بار نقطه‌ای q_1 ، q_2 $(q_1 > q_2)$ در فاصله‌ی ۲ از یکدیگر قرار دارند. نیروئی که q_1 بر q_2 اعمال می‌کند را F_{12} و نیروئی که q_2 بر q_1 وارد می‌کند را F_{21} می‌نامیم. در این صورت کدام گزینه صحیح می‌باشد؟

۱) $F_{12} > F_{21}$ ۲) $F_{12} = F_{21}$

۳) $F_{12} < F_{21}$ ۴) هر سه گزینه می‌تواند صحیح باشد.

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است. طبق قانون سوم نیوتن، نیرویی که بار q_1 بر q_2 اعمال می‌کند، برابر است با نیرویی که بار q_2 بر q_1 اعمال می‌کند؛ زیرا نیرو با حاصلضرب بارها متناسب است.

۱۱-اگر اندازه بارهای هر یک از دو بار الکتریکی نقطه‌ای را ۳ برابر و فاصله بین آنها را نیز ۳ برابر کنیم، نیروی الکتریکی بین آنها چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۹

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است. $\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1| \times |q'_2|}{|q_1| \times |q_2|} \times (\frac{r}{r'})^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{|3q_1| \times |3q_2|}{|q_1| \times |q_2|} \times (\frac{r}{3r})^2 = 1$

۱۲-نیروئی که دو بار نقطه‌ای $+q$ از فاصله‌ی r بر یکدیگر وارد می‌کنند، برابر $960N$ است. اگر $3\mu C$ از یکی برداریم و بر دیگری بیافزاییم؛ نیروئی که دو بار جدید در همان فاصله به یکدیگر وارد می‌کنند، $900N$ می‌شود. q چند میکروکولن است؟

۱) 6 ۲) 12 ۳) 18 ۴) 24

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

$$\begin{cases} q_1 = q_2 = q \\ q_1' = (q-3)\ ,\ q_2' = (q+3) \end{cases} \quad \frac{F'}{F} = \frac{|q_1'|\times|q_2'|}{|q_1|\times|q_2|}\times(\frac{r}{r'})^2 \Rightarrow \frac{900}{960} = \frac{|q-3|\times|q+3|}{|q|\times|q|} \Rightarrow \frac{90}{96} = \frac{(q^2-9)}{q^2}$$

$$\Rightarrow 30q^2 = 32q^2 - 288 \Rightarrow 2q^2 = 288 \Rightarrow q^2 = 144 \Rightarrow q = 12\mu C$$

۱۳-دو کره فلزی خیلی کوچک و مشابه دارای بار الکتریکی ناهمنام $q_1 > 0$ و $|q_2| > q_1$ هستند و در فاصله $60cm$ هم قرار دارند و بر هم نیروی الکتریکی $0/9N$ وارد می‌کنند. اگر کره‌ها را به هم تماس دهیم و دوباره به همان فاصله قبلی از هم دور کنیم، نیروی الکتریکی $1/6N$ به هم وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ $(K = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ (سراسری تجربی خارج از کشور-۹۹)

۱) 1 ۲) 2 ۳) 10 ۴) 20

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است. چون بار الکتریکی دو کره ناهمنام است، بعد از تماس مقدار بار هر یک برابر با $\frac{|q_2|-q_1}{2}$ است و بار هر دو در حالت جدید منفی خواهد بود.

$$F = K\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} 0/9 = \dfrac{90\times|q_1|\times|q_2|}{3600} \Rightarrow |q_1|\times|q_2| = 36 \\ 1/6 = \dfrac{90\times(|q_2|-q_1)^2}{4\times3600} \Rightarrow (|q_2|-q_1) = 16 \end{cases} \Rightarrow q_1 = 2\mu C$$

۱۴-دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 2q_1$ در فاصله r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم، تا در همان فاصله، نیروی دافعه بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور -۹۵)

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است. در هنگام رد و بدل کردن بار برای دو بار هم نامی که در فاصله‌ی ثابتی از هم قرار دارند، هنگامی نیروی دافعه بیشینه می‌گردد که بار هر کدام برابر میانگین بار کل‌شان شود.

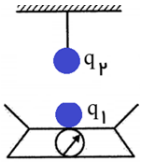
$$\left.\begin{matrix} q_1 \\ q_2 = 2q_1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow q_1' = q_2' = \frac{q_1+q_2}{2} = \frac{q_1+2q_1}{2} = \frac{3}{2}q_1$$

هر وقت درصد تغییر یک کمیت را خواستند، مقدار اولیه و ثانویه آن کمیت را حساب می‌کنیم و طبق رابطه‌ی زیر داریم: مثلاً درصد تغییر کمیتی به نام x برابر است با: $\frac{x_2 - x_1}{x_1} \times 100$

درصد تغییرات بار الکتریکی برابر است با:

$$\frac{q_2' - q_2}{q_2} \times 100 = \frac{\frac{3}{2}q_1 - 2q_1}{2q_1} \times 100 = \frac{-1}{4} \times 100 = -\%25$$

۱۵-مطابق شکل، دو گلوله کوچک و یکسان به جرم‌های $0/3kg$ یکی از نخی عایق آویزان و دیگری روی یک نیروسنج به حال تعادل قرار دارند. چنانچه بار هر گلوله $5\mu C$ و فاصله آنها از هم $30cm$ باشد، به ترتیب از راست به چپ، نیروی کشش نخ و عدد نیروسنج چند نیوتن است؟



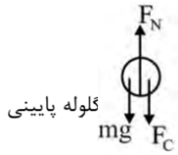
$(K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}, g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۲ و ۳ ۲) ۰/۵ و ۵/۵ ۳) ۲ و ۵/۵ ۴) ۰/۵ و ۳

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.برای گلوله بالایی داریم:

$$T + F = mg = 0/3 \times 10 = 3N$$
$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2} = 2/5N$$

برای گلوله پایینی داریم:



$$T + 2/5 = 3 \Rightarrow T = 0/5N$$
$$F_N = mg + F_C = 3 + 2/5 = 5/5N$$

اصل برهم نهی نیروهای الکتریکی: نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره، برآیند نیروهایی است که هر یک از ذرات، در غیاب سایر ذرات، بر آن ذره وارد می‌کنند. مثلاً فرض کنید n ذره‌ی باردار داشته باشیم، که در نزدیکی بار نقطه‌ای q_0 قرار دارند. آنگاه نیروی خالص وارد بر بار نقطه‌ای q_0 به صورت جمع برداری بدست می‌آید.

$$\vec{F}_{T0} = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} + ... + \vec{F}_{n0}$$

گامهای اساسی حل مسائل بر هم نهی نیروی الکتریکی

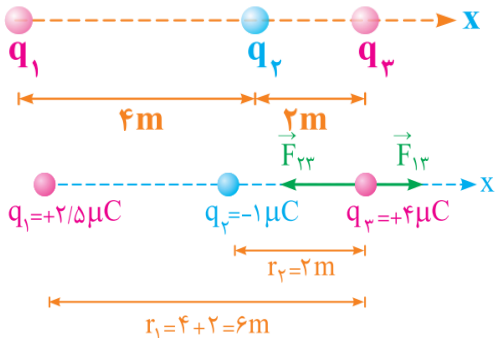
۱)اندازه نیروی الکتریکی ناشی از تک تک بارها را بر بار مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

۲)جهت نیروی الکتریکی هر بار را بر بارمورد نظر رسم می‌کنیم.

۳)اندازه و جهت نیروی برآیند را محاسبه می‌کنیم.

۱۶-مطابق شکل روبرو، سه ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +2/5\mu C$، $q_2 = -1\mu C$ و $q_3 = +4\mu C$ بر روی محور x ثابت شده‌اند. بردار برایند نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3 در SI را بر حسب بردارهای یکه به دست آورید.

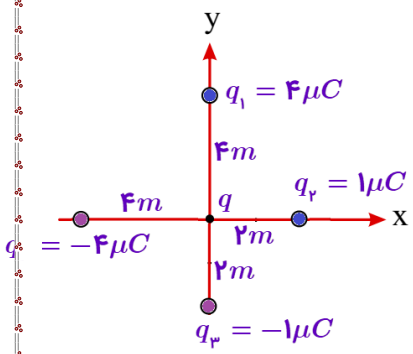
$(K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



پاسخ:

$$F_{13}=k\frac{|q_1||q_3|}{r_1^2}=9\times10^9\frac{(2/5\times10^{-6})(4\times10^{-6})}{6^2}\Rightarrow$$
$$F_{13}=2/5\times10^{-3}N\Rightarrow\vec{F}_{13}=2/5\times10^{-3}\vec{i}$$
$$F_{23}=k\frac{|q_2||q_3|}{r_1^2}=9\times10^9\frac{(1\times10^{-6})(4\times10^{-6})}{2^2}\Rightarrow$$
$$F_{23}=9\times10^{-3}N\Rightarrow\vec{F}_{23}=-9\times10^{-3}\vec{i}$$
$$\vec{F}_T=\vec{F}_{13}+\vec{F}_{23}=2/5\times10^{-3}\vec{i}+(-9\times10^{-3}\vec{i})\Rightarrow$$
$$\vec{F}_T=-6/5\times10^{-3}\vec{i}$$

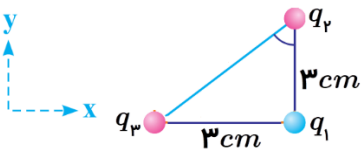
۱۷-در شکل مقابل، بزرگی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q=8\mu C$ چند میلی نیوتن است؟ $(K=9\times10^9\frac{N.m^2}{C^2})$



۱) 0 ۲) $18\sqrt{2}$ ۳) $36\sqrt{2}$ ۴) 18

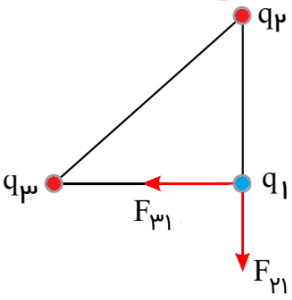
پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

۱۸-مطابق شکل سه بار الکتریکی $q_1=-4nC$، $q_1=-8nC$ و در سه رأس مثلث قائم الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 بر حسب میکرونیوتن و به صورت بردارهای یکه کدام است؟ $(K=9\times10^9\frac{N.m^2}{C^2})$



۱) $-320\vec{i}-480\vec{j}$ ۲) $+320\vec{i}-480\vec{j}$
۳) $-320\vec{i}-480\vec{j}$ ۴) $+480\vec{i}-320\vec{j}$

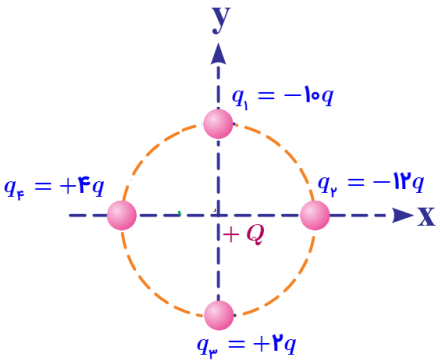
پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.با توجه به شکل مقابل و علامت بردارهای $\vec{F}_{21}$ و $\vec{F}_{31}$، بردار برایند به صورت $\vec{F}_T=-F_{31}\vec{i}-F_{21}\vec{j}$ خواهد بود، داریم:



$$F_{21}=k\frac{|q_1||q_2|}{r_1^2}=9\times10^9\frac{(4\times10^{-9})(8\times10^{-9})}{9\times10^{-4}}=32\times10^{-5}=320\mu N$$
$$F_{31}=k\frac{|q_3||q_1|}{r_3^2}=9\times10^9\frac{(4\times10^{-9})(12\times10^{-9})}{9\times10^{-4}}=48\times10^{-5}=480\mu N$$

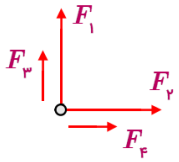
۱۹-مطابق شکل چهار بار روی محیط دایره و بار Q در مرکز دایره قرار دارد. اگر بزرگی نیرویی که بار q به بار Q در مرکز دایره وارد می‌کند، F باشد؛ بزرگی نیروی برآیند وارد بر بار Q در مرکز دایره چند F است؟

۱) 28 ۲) $8\sqrt{2}$ ۳) 8 ۴) 20



پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.با توجه به شکل مقابل و علامت بار Q به صورت مقابل است. اندازه این نیروها عبارت است از:

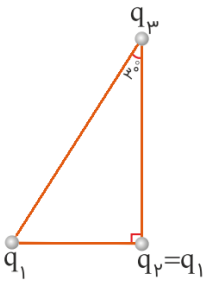
$$F_1 = 10F \ , \ F_2 = 12F \ , \ F_3 = 2F \ , \ F_4 = 4F$$



با توجه به عمود بودن دو نیروی F_1 و F_3 بر دو نیروی F_2 و F_4 داریم:

$$F_T = \sqrt{(12F)^2 + (16F)^2} = 20F$$

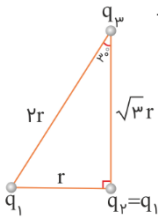
۲۰-سه ذره باردار در سه رأس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند.بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 بر q_2 وارد می‌کند، F_1 و بزرگی نیروی الکتریکی که q_2 بر q_3 وارد می‌کند، F_2 است. در صورتی که $F_1 = F_2$ باشد، بزرگی نیرویی که q_1 بر q_3 وارد می‌کند، چند برابر F_1 است؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور -۹۸)



۱) $\frac{3}{4}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{3}{2}$

$$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{kq_2q_3}{3r^2} \Rightarrow q_1 = \frac{q_3}{3} \Rightarrow q_3 = 3q_1$$

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.



$$\frac{F_3}{F_1} = \frac{\frac{kq_1q_3}{4r^2}}{\frac{kq_1q_2}{r^2}} = \frac{q_1 \times 3q_1}{q_1 \times q_1} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

میدان الکتریکی (کیفی): در فضای اطراف هر جسم باردار خاصیتی بوجود می‌آید، که هر گاه جسم باردار دیگری در آن فضا قرار گیرد تحت تاثیر قرار می‌گیرد، به این خاصیت میدان الکتریکی می‌گویند.

تعریف کمی میدان الکتریکی: نیروی وارد بر یکای بار الکتریکی مثبت را در هر نقطه، میدان الکتریکی در آن نقطه می‌نامیم. میدان الکتریکی بار q در محل بار q_0 برابر است با: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$

میدان الکتریکی کمیتی برداری است که آن را با نماد $\vec{E}$ نشان می دهند و یکای آن در SI ، نیوتن بر کولن (N/C) است.

تذکر ۱: جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ در نقطه‌ی A در شکل زیر، در همان جهت نیروی وارد بر بار مثبت آزمونی است که به طور ذهنی (فرضی) در نقطه‌ی A می‌گذاریم.

میدان حاصل از بار q+در نقطهٔ A

تذکر۲: برای رسم بردار میدان الکتریکی در نقطه‌ی M در شکل زیر، چون بار q منفی است، بار آزمون مثبت فرضی را جذب می‌کند؛ بنابراین جهت میدان در نقطه‌ی M هم‌جهت با همین نیرو است.

میدان بار q- در نقطهٔ M

۲۱-در یک میدان الکتریکی یکنواخت، به بار الکتریکی $q = ۲\mu c$ نیروی الکتریکی $\vec{F} = ۱۰/۸\vec{i} - ۱۴/۴\vec{j}$ وارد می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتن بر کولن است؟ (سراسری تجربی -۹۸)

۱) ۳۶×۱۰^{۶} ۲) ۱۸×۱۰^{۶} ۳) ۹×۱۰^{۶} ۴) $۴/۵\times ۱۰^{۶}$

پاسخ:گزینه ۳ صحیح است. ابتدا اندازه نیروی الکتریکی را محاسبه کرده و سپس به کمک رابطه $E = \frac{|\vec{F}|}{q}$ بزرگی میدان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$|F| = \sqrt{۱۰/۸^{۲} + ۱۴/۴^{۲}} = \sqrt{۳۲۴} = ۱۸ \qquad E = \frac{|F|}{q} = \frac{۱۸}{۲\times ۱۰^{-۶}} = ۹\times ۱۰^{۶}\ \frac{N}{C}$$

۲۲-اگر اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک بار الکتریکی نقطه‌ای در $30\ cm$ آن، $1/6\times 10^{4}\ \frac{N}{C}$ کمتر از اندازه میدان الکتریکی در $10cm$ آن باشد، اندازه میدان الکتریکی در فاصله یک متری آن ذره باردار چند نیوتن بر کولن است؟ (سراسری ریاضی -۹۹)

۱) 90 ۲) 120 ۳) 180 ۴) 240

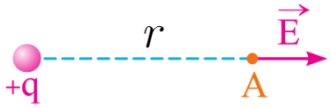
پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

$$r_1 = 30cm\ ,\ r_2 = 10cm\ ,\ E_2 - E_1 = 1/6\times 10^{4}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = (\frac{r_1}{r_2})^{2} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = (\frac{30}{10})^{2} = 9 \Rightarrow E_1 = 2000\frac{N}{C}$$

$$\frac{E_x}{E_1} = (\frac{r_1}{r_x})^{2} \Rightarrow \frac{E_x}{2000} = (\frac{30}{1000})^{2} \Rightarrow E_x = 180\frac{N}{C}$$

میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار:



بنا بر قانون کولن نیروی F وارد بر این بار برابر است با:

$$F = K\frac{q_1 q_0}{r^{2}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_0}{r^{2}}$$

با توجه به تعریف کمی میدان الکتریکی داریم:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = K\frac{q_1}{r^{2}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r^{2}}$$

نکته: اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار با اندازه بار متناسب و با مجذور فاصله از آن نسبت عکس دارد. $E\alpha\frac{q}{r^{2}}$، آنگاه داریم: $\frac{E_2}{E_1} = \frac{q_2}{q_1}\times(\frac{r_2}{r_1})^{2}$

نکته: اگر بار الکتریکی q در یک میدان الکتریکی $\vec{E}$ قرار گیرد، این میدان بر بار q نیروی $\vec{F}_E = q.\vec{E}$ را وارد می‌کند.

تذکر: جهت نیروی $\vec{F}_E$ اگر، q مثبت باشد، هم‌جهت با $\vec{E}$ خواهد بود.

جهت نیروی $\vec{F}_E$ اگر، q منفی باشد، خلاف‌جهت $\vec{E}$ خواهد بود.

اصل برهم نهی میدان‌های الکتریکی:

میدان الکتریکی ناشی از چند بار الکتریکی در نقطه‌ای از فضا، برابر مجموع میدان‌هایی است که هر بار در نبود سایر بارها در آن نقطه از فضا ایجاد می‌کند. $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} + \vec{E_3} + \dots$

گامهای اساسی حل مسائل بر هم نهی میدان الکتریکی

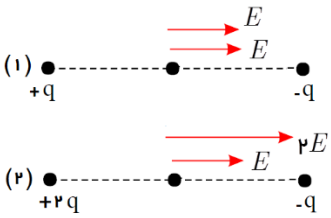
۱)اندازه میدان الکتریکی ناشی از تک تک بارها را در نقطه مورد نظر محاسبه می‌کنیم.

۲)جهت میدان الکتریکی هر بار را در نقطه مورد نظر رسم می‌کنیم.

۳)اندازه و جهت میدان برآیند را محاسبه می‌کنیم.

۲۳-شدت میدان الکتریکی در وسط دو بار نقطه‌ای غیر هم‌نام با اندازه‌های یکسان مقدار معینی است. اگر اندازه یکی از بارها ۲ برابر شود، شدت میدان نقطه مذکور چند برابر حال اول می‌شود؟

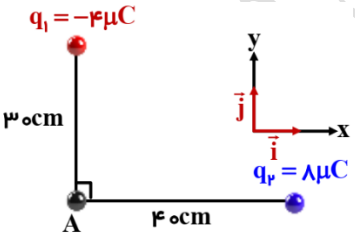
۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۵



پاسخ: گزینه (۱) صحیح است. در حالت اول (شکل ۱) میدان ناشی از هر بار الکتریکی برابر E است، پس میدان برآیند در حالت اول $۲E$ خواهد شد.

در حالت دوم (شکل ۲) بار مثبت را دو برابر فرض می‌کنیم و میدان برآیند در این حالت $۳E$ خواهد شد. بنابراین طبق رابطه: $\frac{E_{T۲}}{E_{T۱}} = \frac{۳E}{۲E}$

۲۴-در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در نقطه A در SI ، کدام است؟



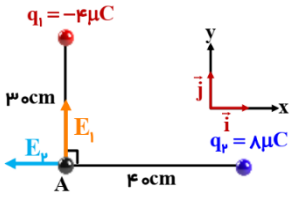
$(K = ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$

۱) $\vec{E} = ۹\times۱۰^۳\vec{i} - ۸\times۱۰^۳\vec{j}$

۲) $\vec{E} = -۹\times۱۰^۳\vec{i} + ۸\times۱۰^۳\vec{j}$

۳) $\vec{E} = ۴/۵\times۱۰^۵\vec{i} - ۴\times۱۰^۵\vec{j}$

۴) $\vec{E} = -۴/۵\times۱۰^۵\vec{i} + ۴\times۱۰^۵\vec{j}$



پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

۲۵-در شکل زیر، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای الکتریکی صفر است. نسبت‌های $\frac{x}{r}$ و $\frac{q_3}{q_2}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (سراسری ریاضی -۹۹)

$q_1 = -\frac{9}{4}q_2$

۱) $9, \frac{3}{2}$ ۲) $-9, \frac{3}{2}$ ۳) $9, 2$ ۴) $-9, 2$

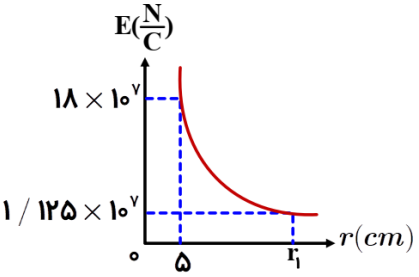
پاسخ: گزینه ۴ صحیح است. یکبار q_3 و بار دیگر q_1 را در حالت تعادل در نظر می‌گیریم. داریم:

تعادل q_3: $E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{\frac{9}{4}q_2}{(r+x)^2} = \frac{q_2}{x^2} \Rightarrow x = 2r$

تعادل q_1: $E_2 = E_3 \Rightarrow \frac{q_2}{r^2} = \frac{q_3}{(r+x)^2} \Rightarrow |q_3| = |9q_2|$

چون بار q_1 خارج از فاصله‌ی دو بار دیگر است، پس q_2 و q_3 نا همنام‌اند، داریم: $q_3 = -9q_2 \Rightarrow \frac{q_3}{q_2} = -9$

۲۶-نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q بر حسب فاصله از آن به صورت شکل زیر است، اندازه q چند میکروکولن و r_1 چند سانتی‌متر است؟ $(K = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ (سراسری ریاضی خارج از کشور -۹۹)



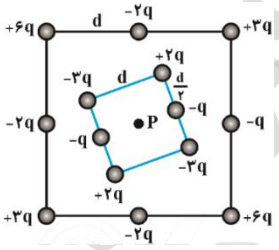
۱) $10\ ,\ 50$ ۲) $20\ ,\ 50$ ۳) $10\ ,\ 25$ ۴) $20\ ,\ 25$

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

$E = K\frac{q}{r^2} \Rightarrow 18\times10^7 = 9\times10^9 \frac{q}{25\times10^{-4}} \Rightarrow q = 25\mu C$

$\frac{E_2}{E_1} = (\frac{r_1}{r_2})^2 \Rightarrow \frac{1/25}{18} = (\frac{5}{r_2})^2 \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{5}{r_2} \Rightarrow r_2 = 20cm$

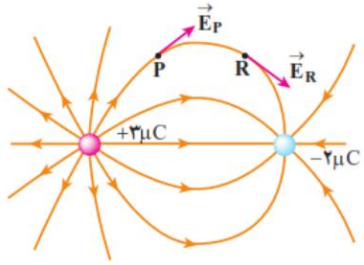
۲۷-شکل زیر، دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطه‌ی P هم‌مرکزند، هم ردیف نیستند و ذره‌ها روی محیط مربع به فاصله‌ی d یا $\frac{d}{2}$ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی میدان الکتریکی برآیند در نقطه P مرکز مشترک مربع‌ها کدام است؟



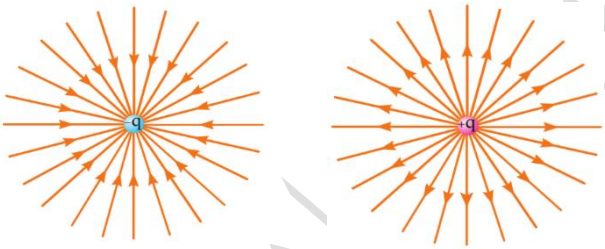
۱) $\frac{Kq}{d^2}$ ۲) $\frac{2Kq}{d^2}$ ۳) $\frac{Kq}{2d^2}$ ۴) $\frac{2Kq}{3d^2}$

تجسم میدان الکتریکی: برای تجسم میدان الکتریکی در فضای اطراف هر جسم بارداری از خط های میدان الکتریکی استفاده می‌شود. ویژگیهای این خطوط عبارتند از:

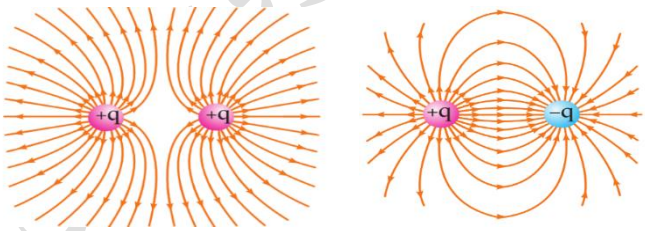
- خط های میدان در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت (بار آزمون) واقع در آن نقطه است. در نتیجه، جهت این خطها از بار مثبت به طرف خارج و به سوی بار منفی است.



- مماس بر هر خط میدان در هر نقطه دلخواه، راستای $\vec{E}$ در آن نقطه را نشان می‌دهد. سوی خطها سوی میدان الکتریکی است.
- خطوط میدان باید طوری رسم شوند که تعداد آنها در واحد سطحی عمود بر خط های میدان با بزرگی $\vec{E}$ متناسب باشد. به عبارت دیگر هر جا خط های میدان به هم نزدیکتر (متراکم تر) باشند، اندازه E بزرگتر و هر جا که از هم دورتر باشند، اندازه E کوچکتر است.
- خط های میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند، یعنی از هر نقطه دلخواه در فضای اطراف یک یا چند جسم باردار فقط یک خط میدان می‌گذرد که همان میدان الکتریکی برآیند است.
- میدان بر سطح رسانا عمود است.
- میدان در داخل رسانا صفر است.

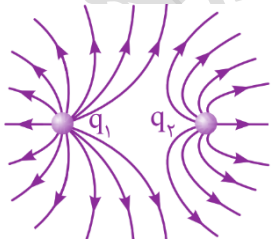


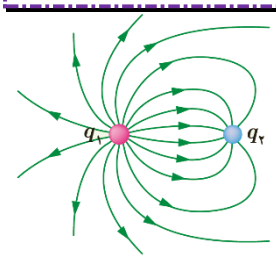
خطوط میدان یک بار مثبت خطوط میدان یک بار منفی



خطوط میدان یک دو قطبی خطوط میدان الکتریکی دو بارمثبت هم‌اندازه

۲۸-در شکل زیر، بارهای q_1 و q_2 هر دو (مثبت‌اند- منفی‌اند)، زیرا میدان الکتریکی از هر دوی آنها خارج شده است. از سوی دیگر اندازه‌ی بار q_1 از q_2 (کوچکتر – بزرگتر) است، زیرا خطوط الکتریکی آن فضای بیشتری را اشغال کرده‌اند.



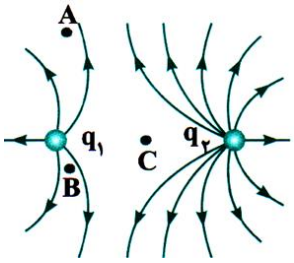


۲۹-خطوط میدان الکتریکی برای دو کره رسانای باردار کوچک در شکل زیر نشان داده شده است. (تمرین کتاب درسی)

الف)نوع بار و اندازه‌ی بار هر کره را تعیین کنید.

ب) اگر یک بار منفی را در اطراف این دو بار قرار دهیم، جهت نیروی وارد بر آن چگونه خواهد بود؟

ج) اگر یک بار مثبت را در اطراف این دو بار قرار دهیم، جهت نیروی وارد بر آن چگونه خواهد شد؟



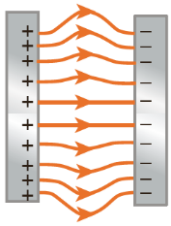
۳۰-در شکل مقابل، بارهای q_1 و q_2..... و اندازه بار q_2 ..... از q_1 می‌باشد، همچنین مقایسه شدت میدان الکتریکی در نقاط A، B و C به صورت ..... می‌باشد. (مشابه تمرین کتاب درسی)

۱) هم علامت و مثبت، کوچک تر $E_B > E_A > E_C$

۲) هم علامت و مثبت، بزرگ تر $E_B > E_A > E_C$

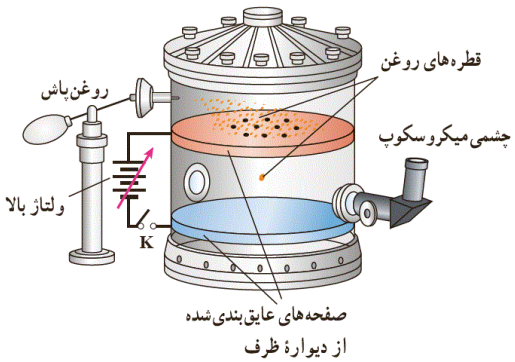
۳) هم علامت و منفی، کوچک تر $E_C > E_A > E_B$

۴) هم علامت و مثبت، بزرگ تر $E_C > E_A > E_B$



میدان الکتریکی یکنواخت: میدان الکتریکی را یکنواخت می‌نامند، که در فضای بین دو صفحه‌ی رسانا و دور از لبه‌های صفحات، خطوط میدان مستقیم، موازی و هم‌فاصله‌اند؛ یعنی بردار میدان در تمام نقاط بین دو صفحه هم اندازه و هم جهت است.

آزمایش قطره روغن میلیکان: این آزمایش نشان می‌دهد که بار الکتریکی کمیتی کوانتیده است ($q = \pm ne$). میلیکان بین دو صفحه فلزی موازی و افقی میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ را توسط یک منبع ولتاژ قابل تنظیم ایجاد کرد. او در مرکز ورقه‌ی بالایی چند سوراخ ریز ایجاد کرد که از طریق این سوراخ‌ها، قطرات روغت حاصل از یک روغن‌پاش به ناحیه بین دو ورقه می‌پاشید. بیشتر این قطره‌ها در اثر مالش با دهانه خروجی روغن‌پاش باردار می‌شدند. میلیکان با تغییر دادن میدان الکتریکی بین صفحات و با در نظر گرفتن مقاومت هوا، نیروی الکتریکی وارد بر هر قطره را محاسبه کرد و از آنجا بار الکتریکی هر قطره را تعیین کرد.



بررسی حرکت بار الکتریکی در میدان الکتریکی یکنواخت:

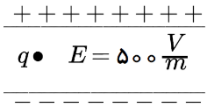
در یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم، اگر صفحه پایینی منفی باشد بار منفی به حال تعادل درمی‌آید و اگر صفحه پایینی مثبت باشد، بار مثبت به حال تعادل درمی‌آید و شرط تعادل به صورت زیر است.

$$F_E = W \Rightarrow Eq = mg$$

نکته:شتاب ذره‌ی باردار، با فرض ناچیز بودن نیروی گرانش از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

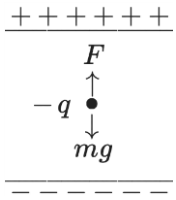
$$a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m}$$

۳۱-مطابق شکل زیر، روی ذره‌ای به جرم $1g$، بار الکتریکی q قرار داده و آن را در میدان الکتریکی یکنواختی بین دو صفحه‌ی رسانای موازی باردار رها می‌کنیم. اگر ذره در حالت سکون باشد، q چند میکروکولن است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



۱) ۲۰ ۲) 2×10^{-5} ۳) -20 ۴) -2×10^{-5}

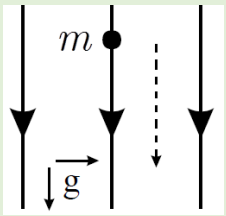
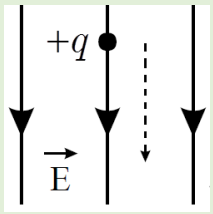
پاسخ: طبق شکل، بار ذره باید منفی باشد تا نیروی میدان الکتریکی بر آن بار، به سمت بالا بوده و نیروی وزن را خنثی کند.



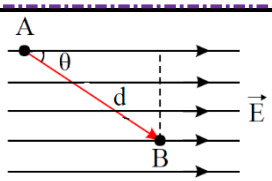
$$F_E = W \Rightarrow |q|E = mg \Rightarrow |q| \times 500 = 10^{-3} \times 10 \Rightarrow$$

$$|q| = \frac{10^{-2}}{5\times10^{2}} = \frac{1}{5}\times10^{-4} = 0/2\times10^{-4}C = 20\mu c$$

انرژی پتانسیل الکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی:

انرژی پتانسیل گرانشی	انرژی پتانسیل الکتریکی
همیشه ذره‌ای به جرم m در میدان گرانشی زمین سقوط می‌کند، یعنی از پتانسیل گرانشی بیشتر به پتانسیل گرانشی کمتر حرکت می‌کند. 	همیشه ذره‌ای با بار $+q$ در میدان الکتریکی قائم رو به پایین سقوط می‌کند، یعنی از پتانسیل الکتریکی بیشتر به پتانسیل الکتریکی کمتر حرکت می‌کند. 
نتیجه ۱: رفتار ذره‌ی باردار، با بار مثبت در میدان الکتریکی؛ همانند رفتار ذره‌ای به جرم m در میدان گرانشی زمین است.	
نتیجه ۲: هر گاه حرکتی، خود به خودی رخ دهد، از پتانسیل (گرانشی – الکتریکی) بیشتر به پتانسیل کمتر می‌رود و انرژی پتانسیل (گرانشی – الکتریکی) آن کاهش می‌یابد.	
نتیجه ۳: هر گاه در جهت خطوط میدان (گرانشی – الکتریکی) جابجا شویم، پتانسیل (گرانشی – الکتریکی) مستقل از نوع بار الکتریکی کاهش می‌یابد.	

۳۲-در شکل مقابل، بار $+q$ را به اندازه‌ی d از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابجا می‌کنیم.



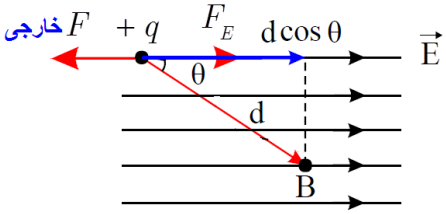
$(AB = d)$

الف) اختلاف پتانسیل دو نقطه $(V_B - V_A)$ چگونه تغییر می‌کند؟

ب) کار میدان الکتریکی در این جابجایی + است یا - ؟

ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در این جابجایی + است یا - ؟

پاسخ: الف) می‌دانیم هر گاه در راستای خطوط میدان جابجا شویم، پتاسیل الکتریکی کاهش می‌یابد، پس $V_A > V_B$ می‌باشد، و عبارت $(V_B - V_A)$ منفی است. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در میدان الکتریکی ربطی به بار و بزرگی بار جابجا شده ندارد.



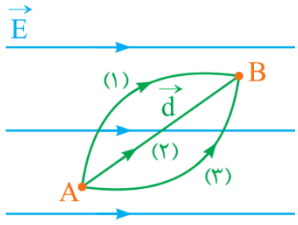
$$W_E = F_E \times d\cos\theta \xrightarrow{F_E = qE} W_E = qEd\cos\theta \xrightarrow[\cos\theta > 0]{0^\circ < \theta < 90^\circ} W_E = +qEd\cos\theta > 0$$

ب)

ج) $\Delta U = W_F = -qEd\cos\theta < 0$

نتایج مثال فوق:

- تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک ذره‌ی باردار در میدان الکتریکی $\vec{E}$ در یک جابجایی مشخص برابر با منفی کار انجام شده توسط نیروی الکتریکی در همان جابجایی است. $\Delta U = -W_E = -|q|Ed.\cos\alpha$
- تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک ذره‌ی باردار در میدان الکتریکی $\vec{E}$ در یک جابجایی مشخص برابر با مثبت کار انجام شده توسط نیروی عامل خارجی در همان جابجایی است. $\Delta U = +W$
- $\Delta U = +W = -W_E$
- هر گاه بار الکتریکی به طرف صفحه همنام حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد؛ هر گاه به طرف صفحه غیر همنام حرکت کند انرژی پتانسیل الکتریکی آن بار کاهش می‌یابد.
- اگر کاری که برای جایجایی بار الکتریکی (با سرعت ثابت) انجام می دهیم مثبت باشد $(W > 0)$ انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می‌یابد $(\Delta U > 0)$ در نتیجه: $U_2 > U_1$
- اگر کاری که برای جایجایی بار الکتریکی (با سرعت ثابت) انجام می دهیم منفی باشد $(W < 0)$ انرژی پتانسیل الکتریکی بارکاهش می‌یابد $(\Delta U < 0)$ در نتیجه: $U_2 < U_1$



- اگر بار q مطابق شکل زیر طی سه مسیر متفاوت از نقطه A به B برسد، خواهیم داشت: $\Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_3$

یعنی تغییر انرژی پتانسیل بار الکتریکی به مسیر حرکت بستگی ندارد.

اختلاف پتانسیل الکتریکی:

اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه، برابر تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت است، وقتی یکای بار از نقطه اول تا نقطه دوم جابجا شود.

بنابراین اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار مثبت q در یک نقطه برابر U_1 و در نقطه دوم برابر U_2 باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین این دو نقطه که با نماد ΔV نشان داده می شود عبارت است از:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \ , \ \Delta V = V_2 - V_1 \ , \ \Delta U = U_2 - U_1$$

نکته: ΔU برحسب ژول (J)، q برحسب کولن (C) و ΔV برحسب ولت (v) می باشند.

تعریف ولت: یک ولت اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از میدان الکتریکی است که برای جابجا کردن یک کولن بار الکتریکی، یک ژول کار انجام دهیم.

$$1J = 1v.C \Rightarrow 1v = \frac{1J}{1C}$$

اثبات رابطه $V = Ed$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت:

اگر فاصله میان صفحات یک میدان یکنواخت را با d نشان دهیم و ذره‌ی باردار در راستای خطوط میدان الکتریکی حرکت کند ($\alpha = 0$)، آنگاه داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{qEd.\cos(0)}{q} = Ed$$

نکته: از رابطه $E = \frac{V}{d}$ می فهمیم که واحد میدان الکتریکی $\frac{v}{m}$ می باشد. یعنی $1\frac{v}{m} = 1\frac{N}{C}$

نکته: اگر بار الکتریکی مثبت در جهت میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. تغییر پتانسیل الکتریکی به تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بستگی دارد.

تذکر: هرگاه بار الکتریکی مثبت در جهت میدان الکتریکی جابجا شود، از پتانسیل الکتریکی بیشتر به پتانسیل کمتر رفته است و هرگاه بار الکتریکی مثبت در خلاف جهت میدان حرکت کند، از پتانسیل الکتریکی کمتر به پتانسیل الکتریکی بیشتر رفته است.

تذکر: هرگاه بار الکتریکی منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی جابجا شود، از پتانسیل الکتریکی کمتربه بیشتر رفته است و هرگاه در جهت میدان الکتریکی جابجا شود، از پتانسیل الکتریکی بیشتر به کمتر رفته است. (شکل زیر)

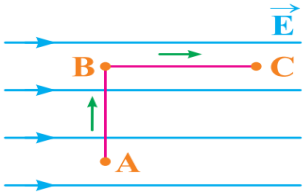
$U_D < U_C$ و $V_D > V_C$

$U_B > U_A$ و $V_B < V_A$

نکته: معمولاً پتانسیل زمین را صفر در نظر می‌گیریم و پتانسیل هر جسم را نسبت به آن می‌سنجیم در این صورت پتانسیل هر جسم متصل به زمین برابر صفر است.

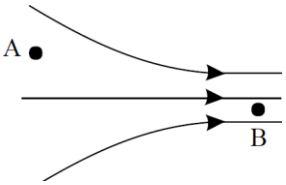
جمع بندی	مستقل از جابجایی	وابسته به جابجایی
مستقل از بار	E $\times q$ F	$\times d$ v $\times q$ U
وابسته به بار		$\times d$

۳۳- مطابق شکل روبرو، یک بار الکتریکی منفی در میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده شده، مسیر $A \to B \to C$ را با سرعت ثابت می‌پیماید. خانه‌های خالی جدول زیر را با توجه به شکل (با کلمات ثابت، افزایش و کاهش) تکمیل کنید.



مسیر	پتانسیل الکتریکی	انرژی الکتریکی	پتانسیل	میدان الکتریکی
$A \to B$				
$B \to C$				

۳۴-در طرح مقابل، که مربوط به یک میدان الکتریکی است.



الف) اندازه‌ی میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی، را در نقطه‌های A و B با هم مقایسه کنید؟

ب) اگر بار $+q$ را در نقاط A و B قرار دهیم، جهت نیروی وارد بر بار $+q$ را در این نقاط رسم کنید.

پاسخ: تراکم خطوط میدان الکتریکی، بیانگر شدت (بزرگی) میدان الکتریکی است. پس $E_B > E_A$، در نتیجه طبق فرمول $F = qE$ برای بار یکسان داریم: $F_B > F_A$

از طرفی نقاط نزدیک به صفحه‌ی مثبت، پتانسیل بیشتری دارند. پس $V_A > V_B$

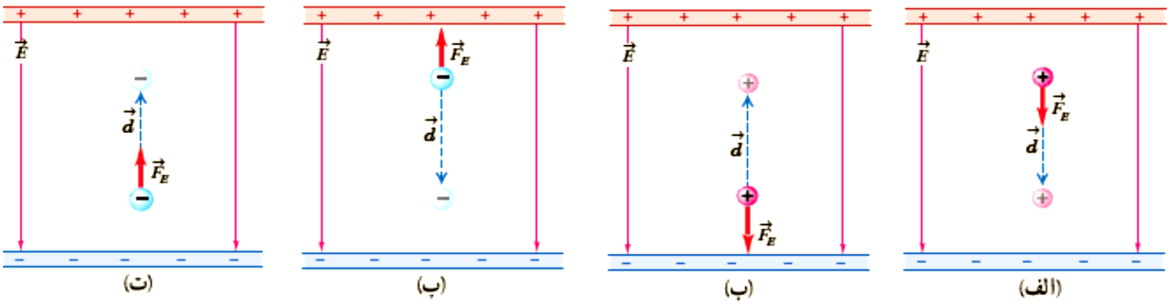
۳۵-جاهای خالی زیر را پر کنید.

الف) اگر بار مثبتی در جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا شود، پتانسیل الکتریکی..... ، انرژی پتانسیل آن..... و کار نیروی الکتریکی..... می شود.

ب) اگر بار مثبتی خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا شود، پتانسیل الکتریکی..... و انرژی پتانسیل آن... و کار نیروی الکتریکی..... می شود.

پ) اگر یک بار منفی در جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا شود، پتانسیل الکتریکی..... و انرژی پتانسیل آن..... و کار نیروی الکتریکی ..... می شود.

ت) اگر یک بار منفی خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی جا به جا شود، پتانسیل الکتریکی..... و انرژی پتانسیل آن..... و کار نیروی الکتریکی ..... می شود.



(بیشتر از تمرین ۱-۱۰ کتاب درسی)

۳۶-اگر در یک میدان الکتریکی یکنواخت، در جهت خطوط میدان حرکت کنیم. پتانسیل الکتریکی نقاط ..... و اندازه‌ی میدان الکتریکی ..... .

۱)کاهش می‌یابد – کاهش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد – ممکن است کاهش یا افزایش یابد.

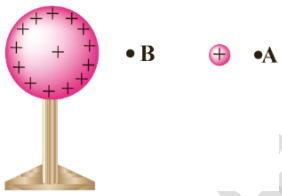
۳)ثابت می‌ماند- کاهش می‌یابد. ۴) کاهش می‌یابد – ثابت می‌ماند.

۳۷-اگر در یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار الکتریکی منفی را در جهت میدان الکتریکی جابجا کنیم. انرژی پتانسیل الکتریکی و انرژی جنبشی آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) افزایش می‌یابد – کاهش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد –افزایش یابد.

۳) کاهش می‌یابد – ممکن است ثابت بماند. ۴) افزایش می‌یابد – ممکن است ثابت بماند.

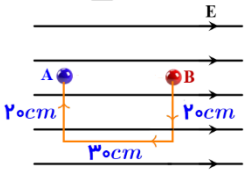
۳۸-در شکل مقابل، کره‌ای با بار مثبت روی پایه‌ی عایقی قرار دارد؛ شخصی در میدان الکتریکی حاصل از این کره، ذره ی باردار مثبت را با سرعت ثابت در راستای افقی از نقطه‌ی **B** تا **A** جا به جا می کند. اگر کار شخص در این میدان W و کار نیروی حاصل از میدان W' و اختلاف پتانسیل الکتریکی $V_A - V_B = \Delta V$ باشد. کدام رابطه درست است؟



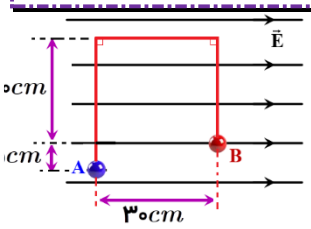
۱) $\Delta V > 0 \ , \ W' > 0 \ , \ W < 0$ ۲) $\Delta V < 0 \ , \ W' > 0 \ , \ W < 0$

۳) $\Delta V > 0 \ , \ W' < 0 \ , \ W > 0$ ۴) $\Delta V < 0 \ , \ W' < 0 \ , \ W > 0$

۳۹- در شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^5 \frac{N}{C}$ ، بار نقطه‌ای $q = -5\mu C$ از طریق مسیر نشان داده شده از نقطه A به نقطه B منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره باردار چند ژول تغییر می‌کند؟ (سراسری ریاضی -۹۹)



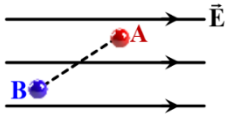
۱) $+0/15$ ۲) $-0/15$ ۳) $+0/10$ ۴) $-0/10$



پاسخ: گزینه ۱ صحیح است. هر گاه بار الکتریکی منفی در جهت میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد. (به طور کلی، هر گاه بار الکتریکی به طرف صفحه ناهمنام پیش رود، انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد.)

$$|W| = qEd = 5\times10^{-6}\times10^{5}\times0/3 = 0/15j \Rightarrow \Delta U = 0/15j$$

۴۰-در شکل زیر، بار الکتریکی $q = -50\mu c$ از نقطه A به پتانسیل الکتریکی $120v$ به نقطه B می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن $5mj$ تغییر می‌کند. پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟ (سراسری ریاضی -۹۸)



۱) ۲۰ ۲) ۱۱۰ ۳) ۱۳۰ ۴) ۲۲۰

پاسخ:گزینه ۴ صحیح است. بار الکتریکی به طرف صفحه ناهمنام حرکت کرده، بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش یافته است، بنابراین داریم:

$$\Delta U = q\Delta v \Rightarrow -5\times10^{-3} = -50\times10^{-6}(v_B - v_A) \Rightarrow -5\times10^{-3} = -50\times10^{-6}(v_B - 120) \Rightarrow$$
$$(v_B - 120) = 100 \Rightarrow v_B = 220v$$

۴۱-در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره بارداری به جرم $0/1g$، از نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $+100v$ از حال سکون به حرکت درمی‌آید و با سرعت $10\frac{m}{s}$ به نقطه دیگری به پتانسیل $-100v$ می‌رسد. اگر در این مسیر نیروی مؤثر بر ذره فقط حاصل از میدان الکتریکی باشد، بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور -۹۵)

۱) ۲/۵ ۲) ۴ ۳) ۲۵ ۴) ۴۰

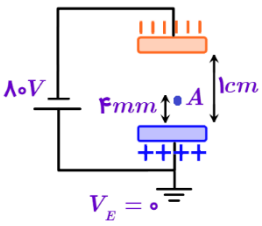
پاسخ: گزینه ۳ صحیح است. با قضیه کار و انرژی داریم:

$$W_T = \Delta k \Rightarrow W_E = k_2 - k_1 \xrightarrow{W_E = -\Delta U = -q\Delta v} -q(v_2 - v_1) = \frac{1}{2}mV_2^2 \Rightarrow$$
$$-q(-100-100) = \frac{1}{2}\times0/1\times10^{-3}\times10^2 \Rightarrow q = \frac{5\times10^{-3}}{200} = 25\mu c$$

روش دوم: قانون پایستگی انرژی

$$\Delta U = q\Delta v \xrightarrow{\Delta U = -\Delta k} -\Delta k = q\Delta v \Rightarrow -(k_2 - k_1) = q\Delta v$$
$$\Rightarrow -\frac{1}{2}mV_2^2 = q(v_2 - v_1) \Rightarrow -\frac{1}{2}\times10^{-4}\times100 = q(-100-100) \Rightarrow q = \frac{-5\times10^{-3}}{-200} = 25\mu c$$

۴۲-دو صفحه رسانای موازی با ابعاد بزرگ را مطابق شکل زیر، به یک باتری وصل کرده‌ایم، پتانسیل نقطه A چند ولت است؟ (سراسری تجربی -۹۹)



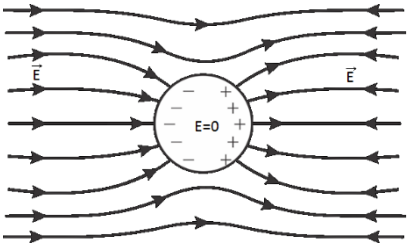
۱) -48 ۲) -32 ۳) $+32$ ۴) $+48$

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است. طبق رابطه‌ی $\Delta V = E$، چون میدان الکتریکی ثابت است، داریم؛

$$\frac{\Delta V}{d} = \frac{\Delta V'}{d'} \Rightarrow \frac{80}{10} = \frac{\Delta V'}{4} \Rightarrow \Delta V' = 32V$$
$$\Delta V' = V_E - V_A \Rightarrow 32 = 0 - V_A \Rightarrow V_A = -32V$$

توزیع و القای بار در رساناها:

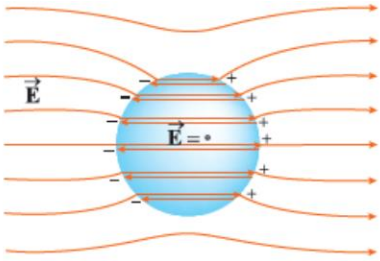
رسانای منزوی: جسم رسانایی که توسط عایقی از محیط اطراف خود جدا شده است را رسانای منزوی می‌گویند. وقتی به یک جسم رسانای منزوی بار الکتریکی اضافی بدهیم، بار الکتریکی در محل داده شده ساکن نمی‌ماند و در جسم خارجی رسانا توزیع می‌شود (آزمایش فارادی)



نکته: اگر یک رسانای خنثی منزوی درون میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، الکترونهای آزاد رسانا طوری روی سطح خارجی آن توزیع می‌شوند که اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کنند و میدان خالص درون رسانا صفر شود و میدان روی سطح رسانا همواره عمود است.

نکته: چون میدان درون رسانایی که در حال تعادل الکترواستاتیکی است، برابر صفر است و میدان روی سطح رسانا عمود بر سطح رساناست، کار نیروی الکتریکی در هر جابجایی بار در داخل و روی سطح رسانا صفر است و در نتیجه همه نقاط داخل و روی سطح رسانا، پتانسیل یکسانی دارند. (سطح هم‌پتانسیل)

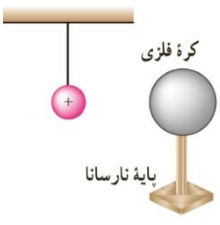
جسم نارسانا: وقتی به یک جسم نا رسانا بار الکتریکی بدهیم، بار در محل داده شده به جسم باقی می‌ماند و در جسم جابجا نمی‌شود.



۴۳-شکل زیر، کره‌ای را نشان می‌دهد که درون میدان الکتریکی قرار دارد. این کره ..... است و درون آن از چپ به راست، پتانسیل الکتریکی ..... . (سراسری ریاضی خارج از کشور -۹۸)

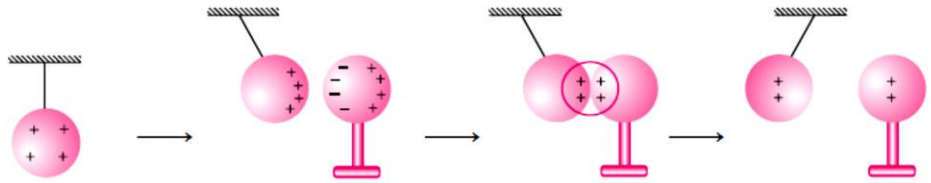
۱)رسانا-ثابت می‌ماند. **۲)رسانا- کاهش می‌یابد.**

۳)نارسانا-کاهش می‌یابد. **۴)نارسانا-افزایش می‌یابد.**

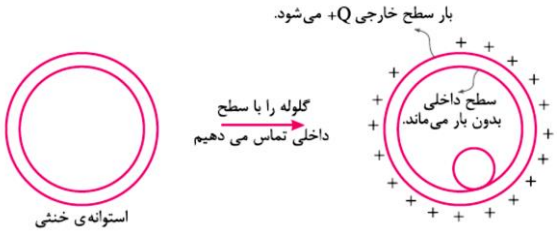


۴۴-در شکل مقابل گلوله‌ی فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره‌ی‌فلزی خنثی را که دارای دسته‌ی نارسانا است به گلوله نزدیک می‌کنیم مشاهده می‌شود که گلوله ..... می‌شود. وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا می‌کنیم و دوباره به آرامی آن‌را به گلوله نزدیک می‌کنیم؛ ملاحظه می‌شود که گلوله ..... می‌شود. (مشابه تمرین ۲۰ کتاب درسی)

۱) جذب – دفع ۲) دفع – جذب ۳) دفع – دفع ۴) جذب – جذب



۴۵-کره‌ی فلزی با بار $-q$ را در ظرف فلزی که با بار $+۴q$ روی میز عایقی قرار دارد وارد کرده و از داخل به کف ظرف تماس می دهیم، اگر درب فلزی ظرف بسته شود به ترتیب بار کره و بار سطح خارجی ظرف از راست به چپ کدام است؟



۱) صفر ، $+۳q$ ۲) صفر – صفر (بر اساس کتاب جدید درسی)

۳) $+۳q$ ، صفر ۴) $-q$ و $+۴q$

چگالی سطحی بار σ**(سیگما):** (ویژه رشته ریاضی)

بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی یک جسم رسانا را چگالی سطحی بار الکتریکی می‌نامیم.

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

در SI یکای چگالی سطحی بار بر حسب کولن بر متر مربع $(\frac{C}{m^۲})$ بیان می‌شود.

نکته: آزمایش نشان می دهد، که شکل یک رسانا در چگونگی توزیع بار الکتریکی روی سطح آن تاثیر دارد.

نکته: در مکانهای نوک تیز و برجسته جسم رسانا چگالی سطحی بار بیشتر از نقاط دیگر جسم است. یعنی فاصله بار های داده شده به جسم در مکانهای نوک تیز کمتر از فاصله آنها در مکانهای پهن است.

نکته: اگر سطح خارجی رسانا یکنواخت باشد چگالی سطحی بار در تمام نقاط آن یکسان است.

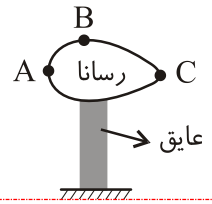
نکته: مقایسه چگالی سطحی بار الکتریکی دو جسم رسانا از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\frac{\sigma_۱}{\sigma_۲} = \frac{q_۱}{q_۲} \cdot \frac{A_۲}{A_۱}$$

اگر جسم ها دو کره به شعاعهای $R_۱$ و $R_۲$ و یا به قطرهای $D_۱$ و $D_۲$ باشند، رابطه به صورت زیر در می‌آید.

$$\frac{\sigma_۱}{\sigma_۲} = \frac{q_۱}{q_۲} \cdot (\frac{D_۲}{D_۱})^۲ \quad \text{یا} \quad \frac{\sigma_۱}{\sigma_۲} = \frac{q_۱}{q_۲} \cdot (\frac{R_۲}{R_۱})^۲$$

۴۶- مطابق شکل، به یک رسانا که روی پایه‌ی عایقی قرار دارد، بار الکتریکی می‌دهیم. درباره‌ی پتانسیل و چگالی سطحی بار نقاط A , B , C می‌توان گفت:



۱) $\begin{cases}\sigma_C > \sigma_A > \sigma_B \\ V_A = V_B = V_C\end{cases}$

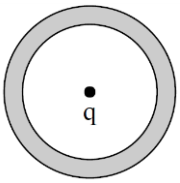
۲) $\begin{cases}\sigma_C > \sigma_A > \sigma_B \\ V_A > V_B > V_C\end{cases}$

۳) $\begin{cases}\sigma_C = \sigma_A = \sigma_B \\ V_A = V_B = V_C\end{cases}$

۴) $\begin{cases}\sigma_C > \sigma_A > \sigma_B \\ V_A > V_B > V_C\end{cases}$

پاسخ: گزینه (۱) صحیح است. چون رسانا است، پس سطح هم‌پتانسیل محسوب شده و داریم: $V_A = V_B = V_C$
از طرفی چگالی سطحی بار در نقاط نوک تیز بیشتر است. پس داریم: $\sigma_C > \sigma_A > \sigma_B$

۴۷-در شکل زیر، شعاع داخلی پوسته کروی رسانا برابر با ۴cm ، شعاع خارجی آن برابر ۶cm و بار الکتریکی نقطه‌ای $q = +6\mu c$ در مرکز این کره ثابت شده است. اندازه‌ی چگالی سطحی بار الکتریکی سطح خارجی کره، چند برابر اندازه چگالی سطحی بار الکتریکی سطح داخلی آن است؟



۱) $\frac{2}{3}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{4}{9}$ ۴) $\frac{4}{3}$

پاسخ: گزینه (۳) صحیح است.

$$\sigma = \frac{q}{A} \xrightarrow[|q_1|=|q_2|=6\mu c]{A=4\pi r^2} \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \times (\frac{r_1}{r_2})^2 \Rightarrow \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = (\frac{4}{6})^2 = \frac{4}{9}$$

خازن:

دو رسانا با هر شکلی، در مجاورت هم که از هم عایق شده باشند،را خازن می‌نامیم. خازن وسیله ای الکتریکی است که می‌تواند بار و انرژی الکتریکی در خود ذخیره کند. خازنها در مدارهای الکترونیک بسیار کاربرد دارند. از جمله در یک موبایل تا ۷۰۰ خازن ممکن است بکار گرفته شده باشد.

خازنها اندازه‌ها و شکلهای مختلف دارند. ساده‌ترین خازن متشکل از دو صفحه رسانای تخت به مساحت A است که به فاصله d (که در مقابل ابعاد صفحه ها ناچیز است) از هم قرار گرفته‌اند. برای باردار کردن خازن هر صفحه آن را به یک قطب باتری متصل می‌کنند. بار از باتری به صفحات خازن جریان پیدا می‌کند تا بار صفحه متصل به قطب مثبت Q+ و صفحه متصل به قطب منفی Q- شود. در نتیجه بین صفحات خازن میدان یکنواختی (که جهت آن از صفحه مثبت به منفی است) ایجاد می‌شود.

ظرفیت خازن را با رابطه $C = \frac{Q}{V}$ تعریف می‌کنند. یکای ظرفیت خازن در SI فاراد (که با F نشان داده می‌شود) است. یک فاراد ظرفیت خازنی است که اگر اختلاف ئتنسیل یک ولت به آن وارد شود یک کولن بار در آن ذخیره گردد. با توجه به بزرگی یک کولن بار، یک فاراد نیز ظرفیت بزرگی برای یک خازن است. بیشتر خازنهای بکار رفته در ابزارهایی مانند موبایل ظرفیتهایی در حدود ئیکوفاراد یا میکروفاراد دارند.

اگر احتلاف پتانسیل ۶ ولت به دو سر یک خازن ۲۰ میکروفاراد متصل شود، مقدار بار ذخیره شده در آن چقدر خواهد بود؟

$C=Q/V \rightarrow \quad Q = C \cdot V = 20\mu F \times 6V = 120\ \mu C$

ماده نارسایی که بین دو صفحه خازن قرار می گیرد را دی الکتریک می‌نامند. ظرفیت یک خازن تخت ساده متشکل از دو صفحه رسانای تخت به مساحت A است که به فاصله d تنها به خصوصیات ساختاری آن وابسته است و برای یک خازن تخت از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

که در آن ε_0 ضریب گذردهی خلأ ($\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$) است. اگر بین صفحات خازن ماده دی‌الکتریک قرار گیرد، ظرفیت خازن بسته به ثابت دی‌االکتریک آن افزایش یافته، و از رابطه زیر بدست می‌آید.(ضریب دی-الکتریک برخی از نارساناها در جدول ۱-۴ کتاب آمده است)

$$C = \kappa C_0$$

این رابطه برای خازن تخت بصورت زیر است.

$$C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

هر ماده دی‌الکتریک تحمل ولتاژمعینی را دارد. اگر اختلاف ئتانسیل متصل به دو سر خازن از این مقدار بالاتر رود، پدیده فروریزش الکتریکی رخ می‌دهد. در این حالت شدت میدان الکتریکی به قدری قوی است که باعث کنده شدن الکترونها و حرکت آن در ماده دی‌الکتریک می‌شود و معمولا منجر به سوختن دی‌الکتریک و خازن می‌گردد.

یک خازن علاوه بر بار می‌تواند ابزاری برای ذخیره انرژی در مدارها باشد. انرژی ذخیره شده در خازن از روابط زیر (بر حسب بار و اختلئف ئانسیل و ظرفیت خازن) بدست می‌آید:

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

که در آن U انرژی ئتانسیل الکتریکی خازن بوده و یکای آن ژول است.

- نکته: در خازنی که به باتری متصل است، همواره اختلاف ئتانسیل و سر خازن برابر اختلاف ئتانسیلی است که باتری ایجاد می‌کند.
- نکته: در خازن بارداری که از باتری جدا شده است، آنچه همواره پایدار می‌ماند بار خازن است.

۴۸- فضای بین دو صفحه یک خازن با دی‌الکتریکی با ثابت دی الکتریک ۲ پر شده است. اگر دی‌الکتریک این خازن را با دی‌الکتریک دیگری با ثابت ۵ پر کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

پاسخ گزینه ۳ است.

۴۹- دوسر خازنی که بین صفحات آن را میکا قرار داده‌اند، به اختلاف پتانسیل ۲ ولت متصل است. اگر در این حالت دی‌الکتریک را از بین صفحات خارج کنیم، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده چه تغییری می‌کند؟

۱) هر دو کاهش می‌یابد. ۲) هر دو افزایش می‌یابد.

۳) بار کاهش و انرژی افزایش می‌یابد. ۴) بار افزایش و انرژی کاهش می‌یابد.

پاسخ گزینه ۱ است.

۵۰- ظرفیت خازن مسطحی ۵ پیکوفاراد و بار الکتریکی ذخیره شده بر صفحات آن ۰/۲ نانو کولن و فاصله بین دو صفحه خازن از هم ۱ میلیمتر است. شدت میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن را تعیین کنید.

۱) ۴۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۴×۱۰^{۴}

پاسخ گزینه ۴ است.

$$V=\frac{Q}{C}=\frac{0.2\times10^{-9}}{5\times10^{-12}}=40V\rightarrow\ E=\frac{V}{d}=\frac{40}{1\times10^{-3}}=4\times10^{4}\frac{N}{C}$$

۵۱- در سوال قبل اگر ثابت دی‌الکتریک خازن ۲/۵ باشد، مساحت صفحات خازن بر حسب cm^2، چقدر است؟($\varepsilon_{\circ}=9\times10^{-12}\frac{F}{m}$)

۱) ۱/۸ ۲) ۲/۲ ۳) ۰/۰۰۰۱۸ ۴) ۰/۰۰۰۲۲

پاسخ گزینه ۴ است. $C=\kappa\varepsilon_{\circ}\ \frac{A}{d}\rightarrow5\times10^{-12}=2.5\times9\times10^{-12}\frac{A}{10^{-3}}\rightarrow A=2.2\times10^{-4}\ cm^2$

دبیرخانه کشوری راهبری درس فیزیک