

الکتریسیته ساکن



پاسخنامه تمرینات دوره ای

فصل ۱ فیزیک یازدهم

رشته تجربی



آکادمی فیزیک قرغانی



آکادمی فیزیک قرغانی

www.ghareghaniphysics.com

 ghareghaniphysics

 @GhareghaniPhysics



برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.

۱ یک میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میله پلاستیکی $12/8 \text{ nC}$ - می شود.

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

ب) تعداد الکترون های منتقل شده از پارچه پشمی به میله پلاستیکی را محاسبه کنید.

الف) بار الکتریکی در پارچه پشمی به همان اندازه، ولی با علامت مثبت می شود.

ب) با توجه به اینکه $q = ne$ است، از اینجا می توانیم تعداد n الکترون های منتقل شده را بیابیم:

$$n = \frac{12/8 \times 10^{-9} \text{ C}}{1/60 \times 10^{-19} \text{ C/الکترون}} = 8/000 \times 10^{10} \text{ الکترون}$$

الف) بار الکتریکی اتم و هسته اتم کربن (${}^{12}_6\text{C}$) چند کولن است؟

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

الف) بار الکتریکی اتم کربن خنثی، صفر است، ولی هسته اتم

کربن ۶ پروتون دارد و بنابراین بار آن برابر $q = +6e$ می شود کم در آن

$e = 1/60 \times 10^{-19} \text{C}$ است:

$$q = 6(1/60 \times 10^{-19} \text{C}) = 9/60 \times 10^{-19} \text{C}$$

ب) بار اتم کربن یک بار یونیده $+1e$ است.

فیزیک

Academy

دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = 4/0 \text{ nC}$ و $q_2 = -6/0 \text{ nC}$ را با هم تماس می دهیم و سپس تا فاصله $r = 3/0 \text{ cm}$ از هم دور می کنیم. نیروی برهم کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

چون اندازه گوی ها با هم برابر است و هر دو رسانا هستند، پس از تماس گوی ها بارهای یکسانی در آنها ظاهر می شود. بنابراین پس از تماس گوی های داریم.

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{4/0 \text{ nC} - 6/0 \text{ nC}}{2} = -1/0 \text{ nC}$$

و در نتیجه نیروی بین دو گوی چنین می شود:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = k \frac{|q|^2}{r^2} = (9/0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}) \frac{(1/0 \times 10^{-9} \text{C})^2}{(0/30 \text{ m})^2} = 1/0 \times 10^{-7} \text{ N}$$

همان طور که گفتیم، پس از تماس، بار گوی ها یکسان می شود و بنابراین همدیگر را دفع می کنند. یعنی نیرو، رانشی است.

سه ذره باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع 3m 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 بر حسب بردارهای یکه \vec{i} و \vec{j} تعیین کنید.

نخست، نیروی وارد بر بار q_3 را رسم می‌کنیم.

از آنجا داریم

$$\vec{F} = F_{23} \vec{i} + F_{13} \vec{j}$$

که با توجه به اینکه $q_1 = q_2$ و فاصله بارها از q_3 یکسان است، $F_{23} = F_{13}$ است و از قانون کولن داریم:

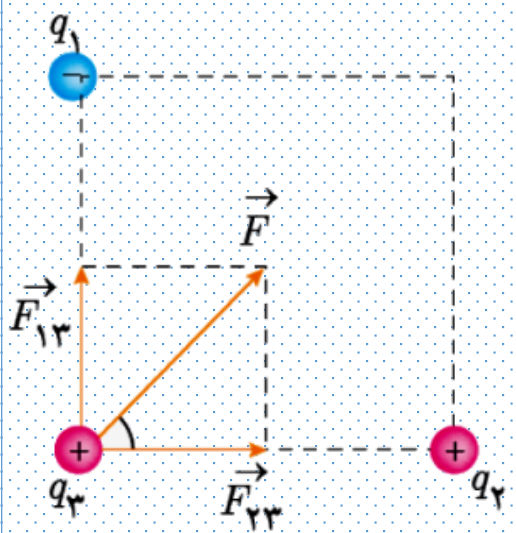
$$F_{23} = F_{13} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = (9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}) \frac{(5 \times 10^{-6} \text{C})(0.2 \times 10^{-6} \text{C})}{(3\text{m})^2} = 0.001 \text{N} = 1 \text{mN}$$

در نتیجه نیروی خالص وارد بر بار q_3 چنین می‌شود:

$$\vec{F} = (1\text{mN}) \vec{i} + (1\text{mN}) \vec{j}$$

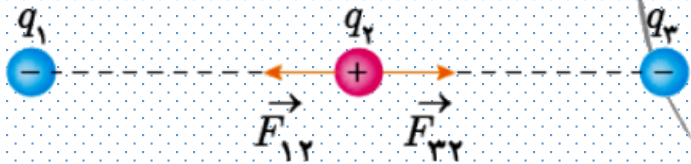
می‌توانیم بزرگی این نیرو را نیز محاسبه کنیم:

$$F = \sqrt{(0.001\text{N})^2 + (0.001\text{N})^2} = 1.41 \times 10^{-3} \text{N} \approx 1 \text{mN}$$

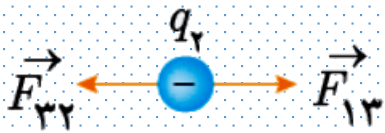


بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -4 \times 10^{-9} \text{ C}$ ، $q_2 = +5 \times 10^{-9} \text{ C}$ و $q_3 = -4 \times 10^{-9} \text{ C}$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_1 و q_2 را محاسبه کنید.

نیروهای وارد بر بار q_2 مانند شکل زیر می‌شود:



همان‌طور که می‌بینیم \vec{F}_{12} در خلاف جهت \vec{F}_{23} است و چون بارهای q_1 و q_3 و فاصله آنها از q_2 یکسان است. بنابراین $F_{12} = F_{23}$ ، و در نتیجه نیروی خالص وارد بر q_2 برابر صفر می‌شود. اما در مورد q_1 داریم:



$$F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = (9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}) \frac{(5 \times 10^{-9} \text{ C})(4 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.08 \text{ m})^2} = 2.8 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = (9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}) \frac{(4 \times 10^{-9} \text{ C})(4 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.16 \text{ m})^2} = 5.62 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$$F = (5.62 \times 10^{-6} \text{ N}) \vec{i} - (2.8 \times 10^{-5} \text{ N}) \vec{i} \approx 2.2 \times 10^{-5} (-\vec{i})$$

بنابراین \vec{F} چنین می‌شود:

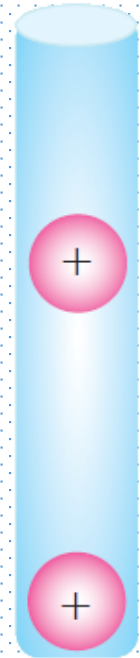
۶

در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $2/5g$ و بار یکسان مثبت q در فاصله $1/0\text{ cm}$ از هم قرار دارند،

به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.

الف) اندازه بار q را به دست آورید.

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



الف) از برابر قرار دادن بزرگی نیروی الکتریکی دافعه کولنی و نیروی وزن که در خلاف جهت هم‌اند داریم:



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

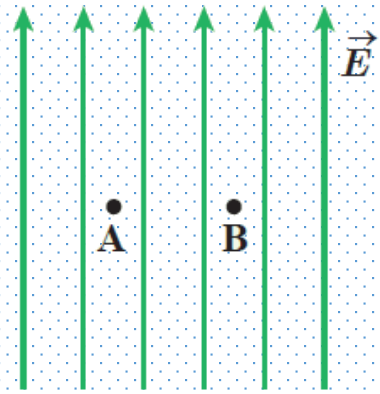


$$q = \sqrt{\frac{mgr^2}{k}} = \sqrt{\frac{(2/5 \times 10^{-3} \text{ kg})(9/8 \frac{\text{N}}{\text{kg}})(0/01 \text{ m})^2}{9/0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}}} = 1/65 \times 10^{-8} \text{ C} \approx 16 \text{ nC}$$

ب) با استفاده از رابطه $q=ne$ داریم:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{1/65 \times 10^{-8} \text{ C}}{1/60 \times 10^{-19} \text{ C}} \approx 10^{11} \text{ الکترون}$$

یک ذره باردار را یک بار در نقطه A و بار دیگر در نقطه B قرار می دهیم. نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر این ذره باردار در این دو نقطه وارد می شود را مقایسه کنید.



با توجه به یکنواخت بودن میدان الکتریکی و با توجه به اینکه $F = qE$ است، نیروی وارد بر ذره در هر دو نقطه برابر است.

فیزیک

Physics

Academy

هسته اتم آهن شعاعی در حدود $4/0 \times 10^{-15} \text{ m}$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است. الف) بزرگی نیروی دافعه بین دو پروتون این هسته که به فاصله $4/0 \times 10^{-15} \text{ m}$ از هم قرار دارند چقدر است؟ ب) اندازه میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله $1/0 \times 10^{-10} \text{ m}$ از مرکز هسته چقدر است؟

$$F = k \frac{|q_p||q_p|}{r^2} = k \frac{|q_p|^2}{r^2}$$

$$= (9/0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}) \frac{(1/60 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(4/0 \times 10^{-15} \text{ m})^2}$$

$$= 14/4 \text{ N} \approx 14 \text{ N}$$

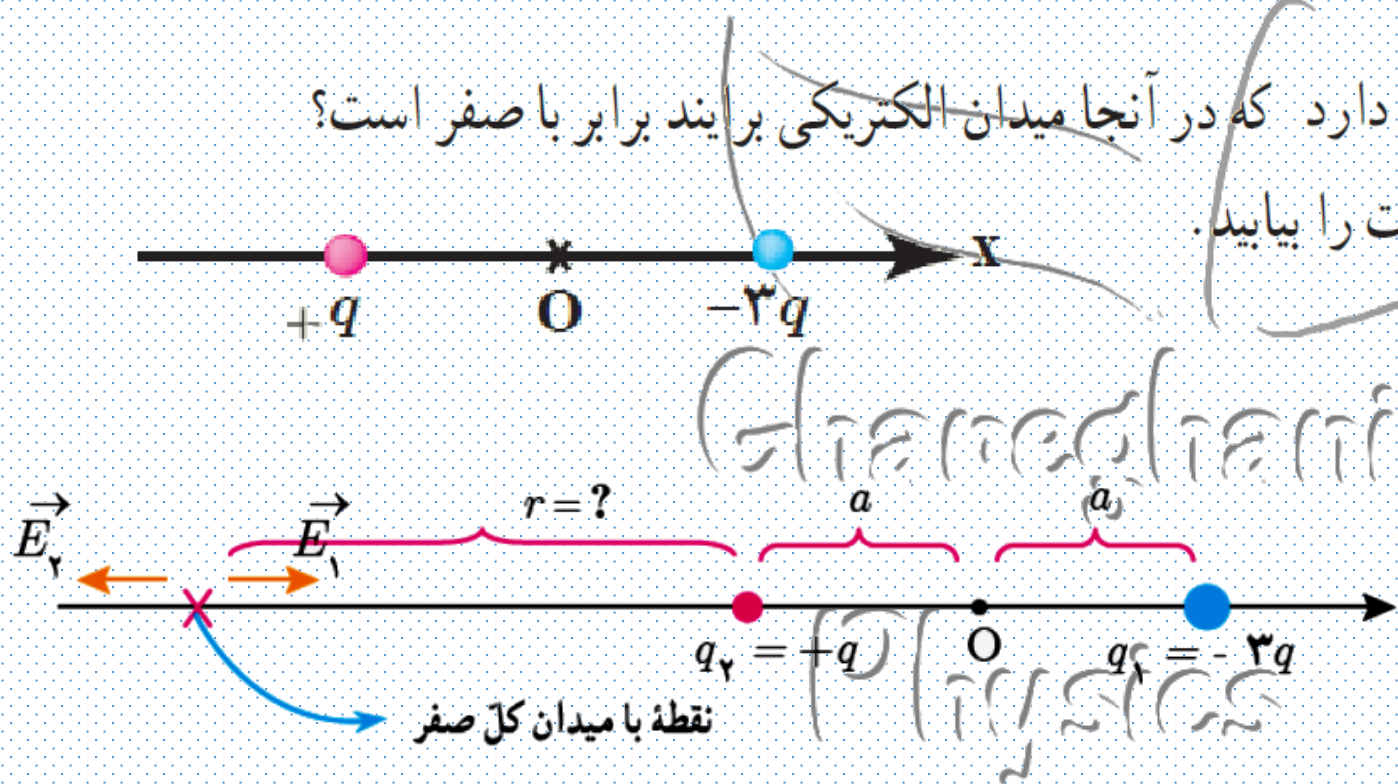
الف) هر پروتون را می‌توان به صورت یک ذره باردار در نظر گرفت. بنابراین بزرگی نیروی دافعه الکتروستاتیکی وارد بر یکی، از سوی دیگری با قانون کولن داده می‌شود:

ب) هسته شامل ۲۶ پروتون است. بنابراین $q_{\text{هسته}} = 26e$ و داریم:

$$E = k \frac{q_{\text{هسته}}}{R^2} = (9/0 \times 10^9 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}) \frac{26(1/60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(1/0 \times 10^{-10} \text{ m})^2} = 3/744 \times 10^{12} \frac{\text{N}}{\text{C}} \approx 3/7 \times 10^{12} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

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

(الف) در کجای این محور (غیر از بی‌نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برآیند برابر با صفر است؟
 (ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در مبدأ مختصات را بیابید.

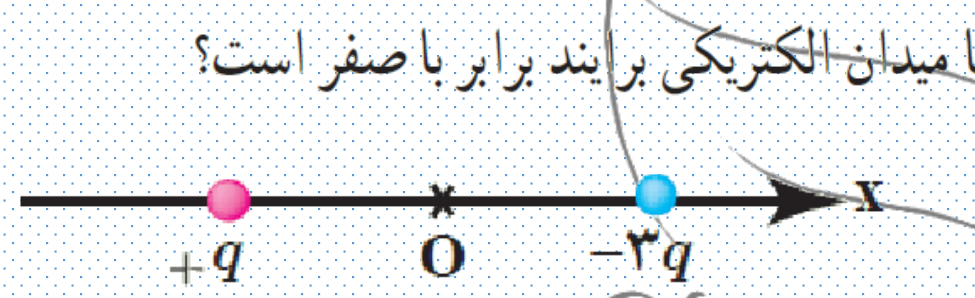


(الف)

$$E_1 = E_2 \rightarrow k \frac{|q_1|}{r_1^2} = k \frac{|q_2|}{r_2^2} \rightarrow k \frac{3q}{(r+2a)^2} = k \frac{q}{r^2} \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{r+2a} = \frac{1}{r} \rightarrow r = \frac{2}{\sqrt{3}-1} a = (\sqrt{3}+1)a \approx 2.7a$$

یعنی نقطه با میدان کل صفر روی محور x ، در سمت چپ بار $+q$ ، و در فاصله $r = (\sqrt{3}+1)a$ از بار $+q$ واقع است.

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 بی نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برآیند برابر با صفر است؟
 (ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در مبدأ مختصات را بیابید.

فشار

(ب) جهت نیروهای وارد بر بار آزمون واقع بر مبدأ هر دو در سوی مثبت محور x است و بنابراین، بزرگی میدان‌های الکتریکی در نقطه O با هم جمع می‌شود:

$$E = k \frac{q}{a^2} \vec{i} + k \frac{3q}{a^2} \vec{i} = 4k \frac{q}{a^2} \vec{i}$$

فشار

بنابراین، بزرگی میدان الکتریکی برآیند در مبدأ مختصات $E = 4k \frac{q}{a^2}$ ، و جهت آن در سوی مثبت محور x است.

فشار



آکادمی فیزیک قرغانی

www.ghareghaniphysics.com

 ghareghaniphysics

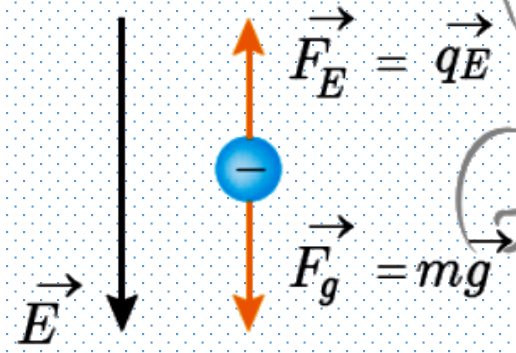
 @GhareghaniPhysics



برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.

در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $5/0 \times 10^5 \text{ N/C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره بار داری به جرم $2/0 \text{ g}$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \text{ N/kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

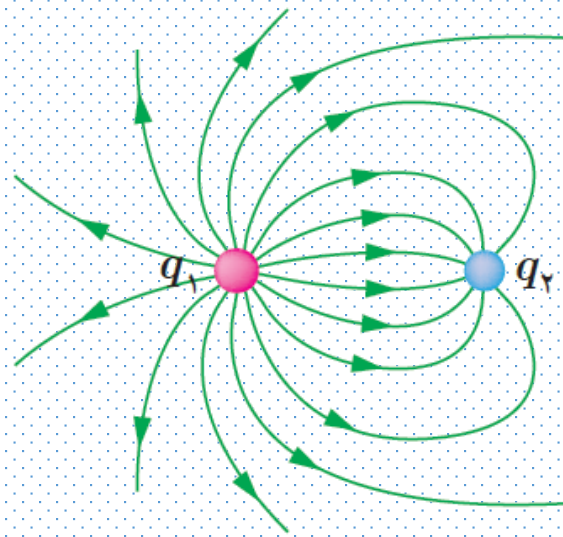
چون نیروی گرانشی رو به پایین بر ذره اثر می کند، نیروی الکتریکی باید در خلاف جهت آن و رو به بالا باشد. می دانیم نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی است. بنابراین نوع بار باید حتماً منفی باشد و شکلی مانند زیر داریم.



از شرط تعادل نیروها داریم

$$|q|E = mg \Rightarrow |q| = \frac{mg}{E} = \frac{(2/0 \times 10^{-3} \text{ kg})(10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})}{(5/0 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}})} = 4/0 \times 10^{-8} \text{ C} = 4 \cdot \text{nC}$$

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

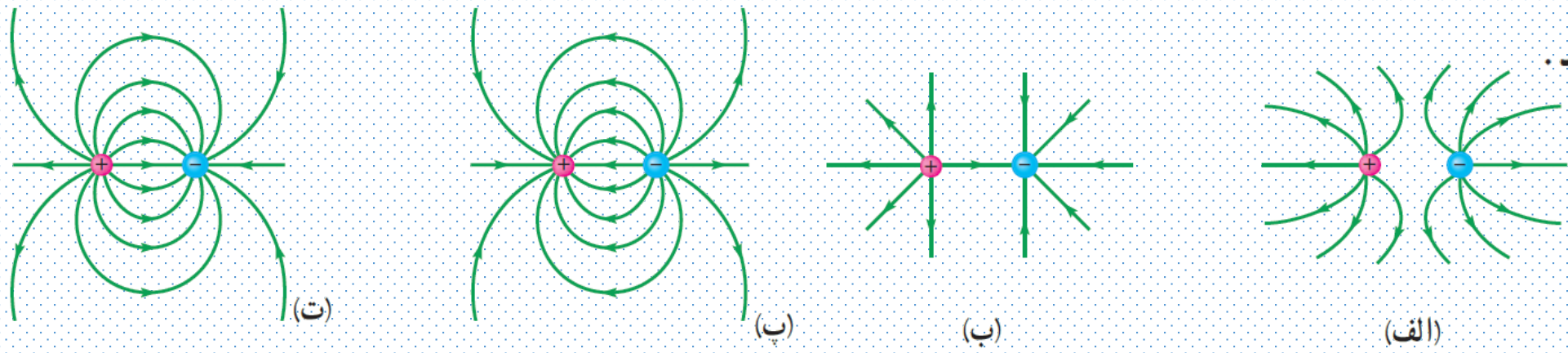


خطوط میدان الکتریکی در جهت نیروی وارد بر بار آزمون هستند و بنابراین برای بار مثبت، رو به خارج و برای بار منفی، رو به داخل می‌شود. پس بار q_1 مثبت و بار q_2 منفی است.

در هر ناحیه که میدان قوی‌تر باشد، خطوط میدان الکتریکی فشرده‌ترند. بنابراین، با توجه به فشردگی بیشتر خطوط میدان الکتریکی در نزدیکی بار q_1 ، درمی‌یابیم بزرگی بار q_1 بیشتر است.

در شکل های زیر، اندازه دو بار، یکسان ولی علامت آنها مخالف هم است. کدام آرایش های خطوط میدان نادرست

است؟ دلیل آن را توضیح دهید.



شکل الف :

یکی از موارد نادرست در این شکل آن است که برای هر دو بار مثبت و منفی، خطوط میدان را رو به بیرون گرفته است. در حالی که می دانیم برای بار منفی باید خطوط میدان رو به داخل باشد.

شکل ب :

یکی از موارد نادرست در این شکل آن است که خطوط میدان، در نقاط غیر واقع بر خط واصل دو بار، جهت میدان برآیند را به درستی نشان نمی دهند؛ یعنی خطوط میدان آغاز شده از بار مثبت، فقط جهت میدان ناشی از بار مثبت را نشان می دهند، و خطوط میدان ختم شده به بار منفی، فقط جهت میدان ناشی از بار منفی را نشان می دهند.

شکل پ :

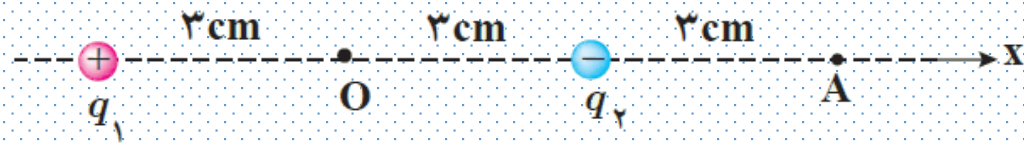
خطای این شکل، در نادرستی جهت خطوط میدان است. در این شکل، خطوط از بار منفی آغاز و به بار مثبت ختم شده اند، که درست نیست.

شکل ت :

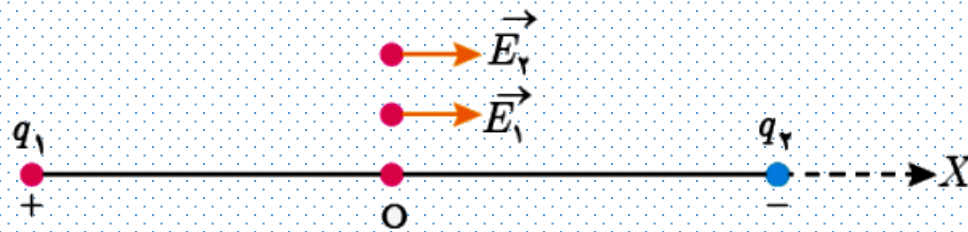
این شکل صحیح است. در این شکل، خطوط میدان دو قطبی الکتریکی را می بیند.

۱۳ 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؟



الف) با قراردادن بار آزمون در نقطه O درمی‌یابیم میدان‌های حاصل از بارهای q_1 و q_2 در یک جهت (سوی \vec{i}) هستند.



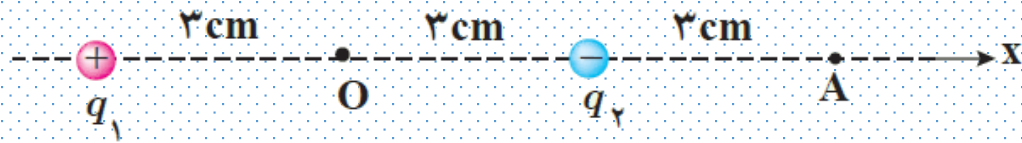
بنابراین در نقطه O داریم:

$$\vec{E}_O = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2\vec{E}_1 = 2k \frac{q_1}{r_1^2} \vec{i} = 2(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(1.0 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.030 \text{ m})^2} \vec{i} = (2.0 \times 10^4 \text{ N/C}) \vec{i}$$

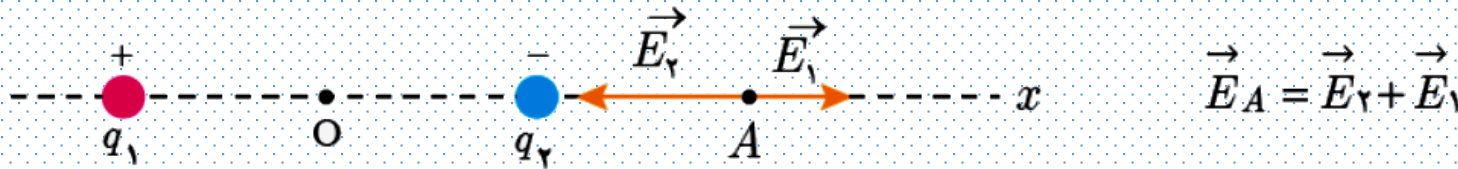
بنابراین، بزرگ میدان در نقطه O برابر با $2.0 \times 10^4 \text{ N/C}$ و جهت آن به طرف راست (\vec{i}) است.

۱۳ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +1 \cdot 10^{-9} \text{ nC}$ و $q_2 = -1 \cdot 10^{-9} \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله $6 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$ 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؟



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



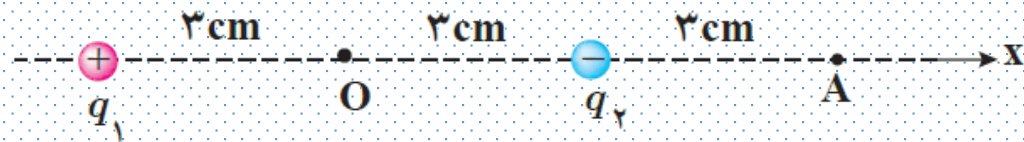
که چون، به نقطه A نزدیک‌تر است $E_2 < E_1$ می‌شود و میدان الکتریکی برآیند در جهت $-\vec{i}$ خواهد بود:

$$\vec{E}_A = (E_2 - E_1)(-\vec{i}) = \left(\frac{kq}{r_2} - \frac{kq}{r_1}\right)(-\vec{i}) = (9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(1 \cdot 10^{-9} \text{ C}) \left(\frac{1}{(0.03 \text{ m})^2} - \frac{1}{(0.09 \text{ m})^2}\right)(-\vec{i}) = 8/9 \times 10^3 \text{ N/C}(-\vec{i})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطه A برابر $E_A = 8/9 \times 10^3 \text{ N/C}$ ، جهت آن به طرف چپ $(-\vec{i})$ است.

۱۳ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +1/0 \text{ nC}$ و $q_2 = -1/0 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله $6/0 \text{ cm}$ 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؟



ب) خیر. در پاسخ پرسش 10° استدلال کردیم که برای دو بار نقطه‌ای ناهمنام، نقطه‌ای که در آن میدان الکتریکی برابر صفر باشد، خارج از فاصله بین دو بار، و در طرف بار با اندازه کوچک‌تر است. با توجه به اینکه در این مسئله، اندازه 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.

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



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

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 جابه جا می کنیم. اگر $AB = 0.2 \text{ m}$ و $BC = 0.4 \text{ m}$ باشد، مطلوب است:

الف) نیرو از رابطه $F_E = |q|E$ به دست می آید. بنابراین چون میدان یکنواخت است نیروی الکتریکی وارد بر بار q در تمام نقاط مسیر برابر است با

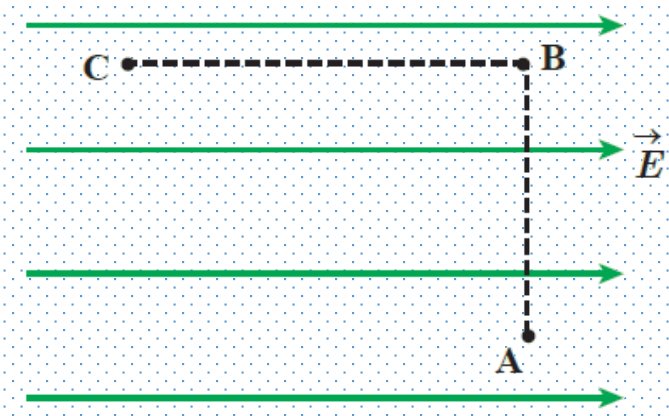
$$F_E = (5.0 \times 10^{-9} \text{ C})(1.0 \times 10^5 \text{ N/C}) = 4.0 \times 10^{-4} \text{ N}$$

الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q ،

ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه جایی انجام می دهد،
پ) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه جایی.

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

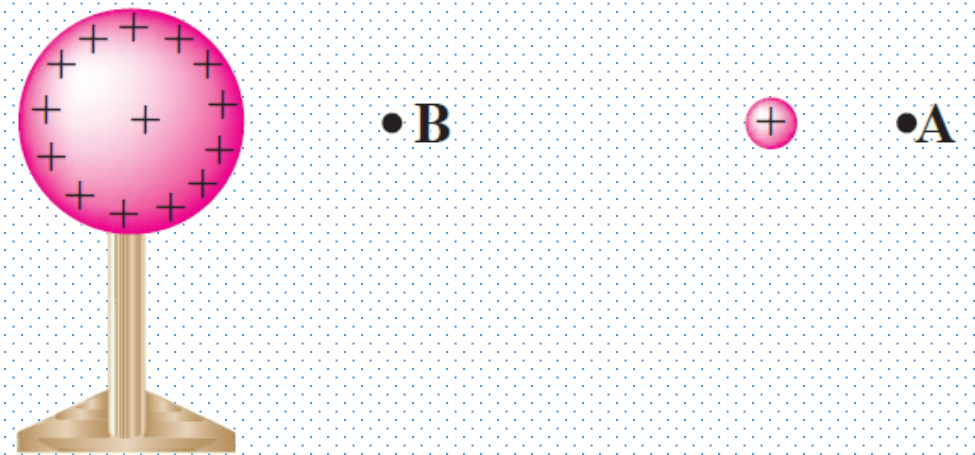
$$W_{BC} = -|q|Ed = -(5.0 \times 10^{-9} \text{ C})(1.0 \times 10^5 \text{ N/C})(0.4 \text{ m}) = -0.0016 \text{ J}$$



کار نیروی الکتریکی در مسیر ABC برابر با حاصل جمع کار نیروی الکتریکی در مسیرهای AB و BC است، و بنابراین برابر همان -0.0016 J می شود.

پ) می دانیم $\Delta U = -W_E$ است و بنابراین $\Delta U_E = 0.0016 \text{ J}$ می شود.

در شکل زیر ذره باردار مثبت و کوچکی را از حالت سکون، از نقطه A به سمت کره باردار که روی پایه عایقی قرار دارد، نزدیک می کنیم و در نقطه B قرار می دهیم. (الف) در این جابه جایی، کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟ (ب) کاری که ما در این جابه جایی انجام می دهیم مثبت است یا منفی؟ (پ) انرژی پتانسیل ذره باردار در این جابه جایی چگونه تغییر می کند؟ (ت) پتانسیل نقطه های A و B را با هم مقایسه کنید.



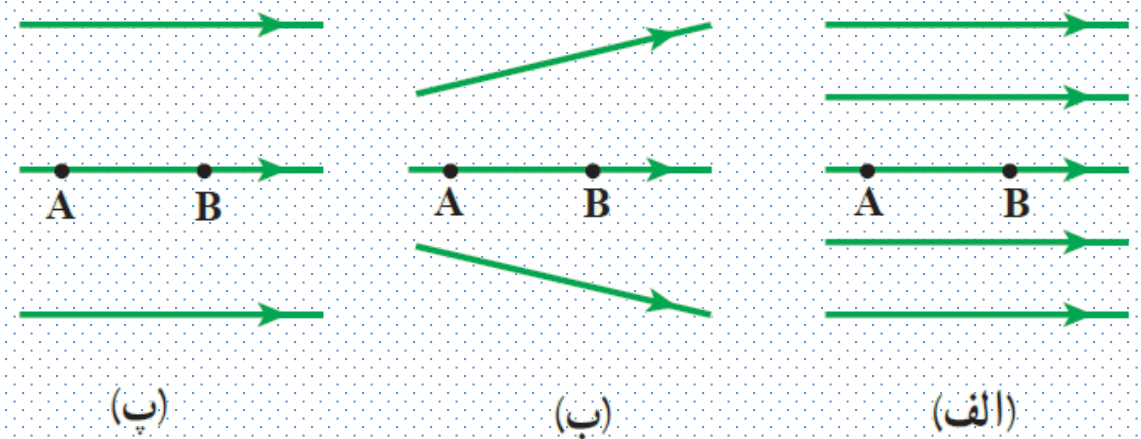
(الف) چون بار آزمون در خلاف جهت میدان جابه جا شده است و نیروی الکتریکی وارد به میدان هم سو با میدان است، $\theta = 180^\circ$ است، و در نتیجه کار نیروی الکتریکی طبق رابطه $W = |q|Ed \cos \theta$ ، مقداری منفی می شود.

(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 رابطه $\Delta U = -W_E$ چون $W_E < 0$ شده است، $\Delta U > 0$ می شود. پس انرژی پتانسیل زیاد می شود.

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

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



در شکل الف، در پیرامون همه 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 بقیه حالت‌ها است و با توجه به اینکه $a = F/m$ است، شتاب پروتون نیز بیشتر می‌شود. بنابراین، سرعت نهایی پروتون نیز در جابه‌جایی یکسان بیشتر می‌شود.

سرعت در نقطه B برای آرایش (ب) بیشتر از آرایش (پ) می‌شود، زیرا فاصله خطوط میدان همه 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.

۱۸ دو صفحه رسانا با فاصله $2/00 \text{ cm}$ را موازی یکدیگر قرار می‌دهیم و آنها را به اختلاف پتانسیل 100 V وصل می‌کنیم. در نتیجه، یکی از صفحه‌ها به طور منفی و دیگری به طور 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.

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، صفحه باردار مثبت در پتانسیل بالاتری نسبت به صفحه باردار منفی قرار دارد.

۱۹ بار الکتریکی $q = -40 \text{ nC}$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40 \text{ V}$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = -10 \text{ V}$ آزادانه جابه‌جا می‌شود. الف) انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟ ب) با توجه به قانون پایستگی انرژی، در مورد چگونگی تبدیل انرژی بار q در این جابه‌جایی توضیح دهید.

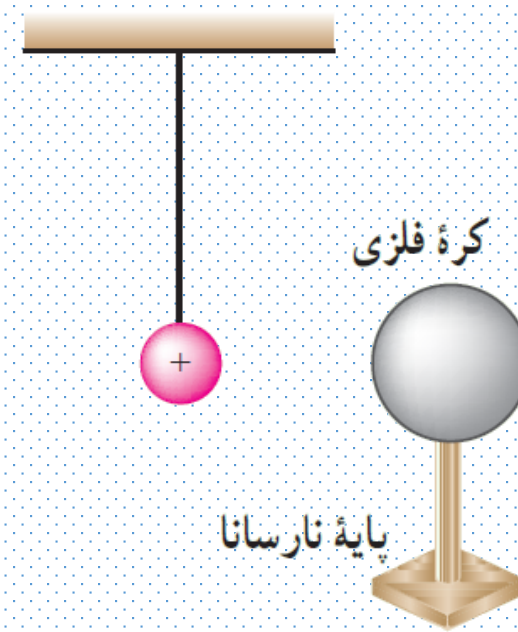
الف) با استفاده از رابطه $U = q\Delta V$ داریم:

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

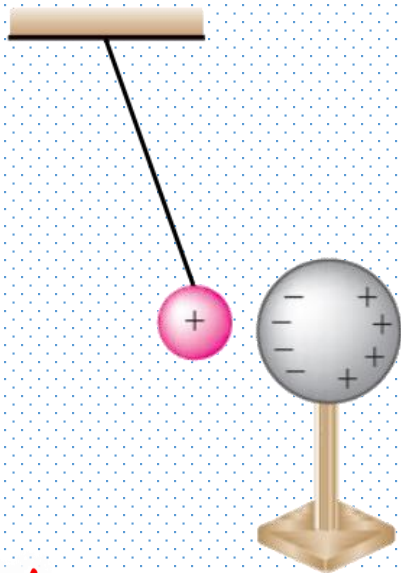
چون $\Delta U < 0$ شده است، پس انرژی پتانسیل الکتریکی بار q کاهش یافته است.

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.

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.



در اثر پدیده القا، یک طرف کره بار مثبت و سمت دیگر آن بار منفی پیدا می‌کند. بدین ترتیب بارهای منفی آونگ را جذب کرده و آونگ به کره نزدیک می‌شود. اگر بین آونگ و کره تماس برقرار شود، هر دو بار همنام پیدا میکنند، در نتیجه یکدیگر را دفع می‌کنند.





آکادمی فیزیک قرغانی

www.ghareghaniphysics.com

 ghareghaniphysics

 @GhareghaniPhysics



برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.

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

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

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

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

$$Q = CV = C(V_2 - V_1)$$

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

ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات $1/0 \text{ mm}$ که بین صفحه‌های آن هوا قرار دارد، برابر $1/0 \text{ F}$ است. مساحت صفحه‌های این خازن چقدر است؟ از این مسئله چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

از ظرفیت یک خازن تخت، مساحت صفحه‌های A آن را به دست می‌آوریم:

$$A = \frac{Cd}{\epsilon} = \frac{(1/0 \text{ F})(1/0 \times 10^{-3} \text{ m})}{(8/85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}})} = 1/1 \times 10^6 \text{ m}^2$$

۲۴ یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است تا باردار شود. پس از مدتی، در حالی که باتری همچنان به خازن متصل است، فاصله 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.

توجه کنید که در این مسئله، خازن همچنان به باتری بسته شده است و بنابراین اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های آن تغییری نمی‌کند. پس گزینه (ب) نادرست است. با دو برابر کردن فاصله بین صفحه‌ها، ظرفیت خازن طبق رابطه $C = \epsilon \cdot A/d$ نصف می‌شود و بنابراین گزینه (پ) نیز نادرست است. با توجه به اینکه ظرفیت خازن کاهش می‌یابد، در حالی که اختلاف پتانسیل ثابت است، بار خازن طبق رابطه $Q = CV$ کاهش پیدا می‌کند و بنابراین گزینه (ت) نیز نادرست است.

تنها گزینه درست، گزینه (الف) است؛ چرا که طبق رابطه $|\Delta V| = Ed$ ، با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل ثابت است و فاصله صفحه‌ها دو برابر می‌شود، E نصف می‌گردد.

۲۵ مساحت هریک از صفحه‌های خازن تختی، $1/00 \text{ m}^2$ و فاصله دو صفحه از هم، $0/500 \text{ mm}$ است. عایقی با ثابت دی‌الکتریک $4/9$ بین دو صفحه قرار داده شده است. ظرفیت خازن را تعیین کنید.

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

$$C = k\epsilon \cdot \frac{A}{d} = (4/9) \left(8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \right) \frac{(1/00 \text{ m})^2}{(0/500 \times 10^{-3} \text{ m})} = 8.67 \times 10^{-8} \text{ F} \approx 87 \text{ nF}$$

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.

جرقه حاصل، بزرگ تر می شود. این انرژی از کاری حاصل می شود که با افزایش فاصله صفحات خازن (بر علیه جاذبه 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 $V=Q/C$ ، 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 $U=Q^2/2C$ نیز می توانستیم دریابیم. پس هنگام تخلیه خازن، جرقه پر انرژی تر و بزرگ تری خواهیم داشت.

۲۷ ظرفیت خازن تختی 2.0 nF و بار الکتریکی آن 18.0 nC است.

الف) انرژی ذخیره شده در این خازن چقدر است؟

ب) بین صفحات خازن هواست. خازن را از باتری جدا و

فاصله بین صفحه های آن را دو برابر می کنیم. انرژی ذخیره شده

در خازن چقدر افزایش می یابد؟

از آنجایی که باز بر حسب نانو و ظرفیت نیز بر حسب نانو است، تبدیل یکا انجام نمیدهیم ولی انرژی نیز بر حسب نانو بدست می آید.

$$U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{18.0^2}{4.0} = 81.0 \text{ nJ}$$

ب) ابتدا باید ظرفیت خازن بررسی شود که ظرفیت خازن چند برابر می شود. با توجه به اینکه خازن از باتری جدا شده است، بار روی صفحات ثابت می ماند، بنابراین، از رابطه ای استفاده میکنیم که بار خازن در آن وجود دارد.

$$C = k\epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2}$$

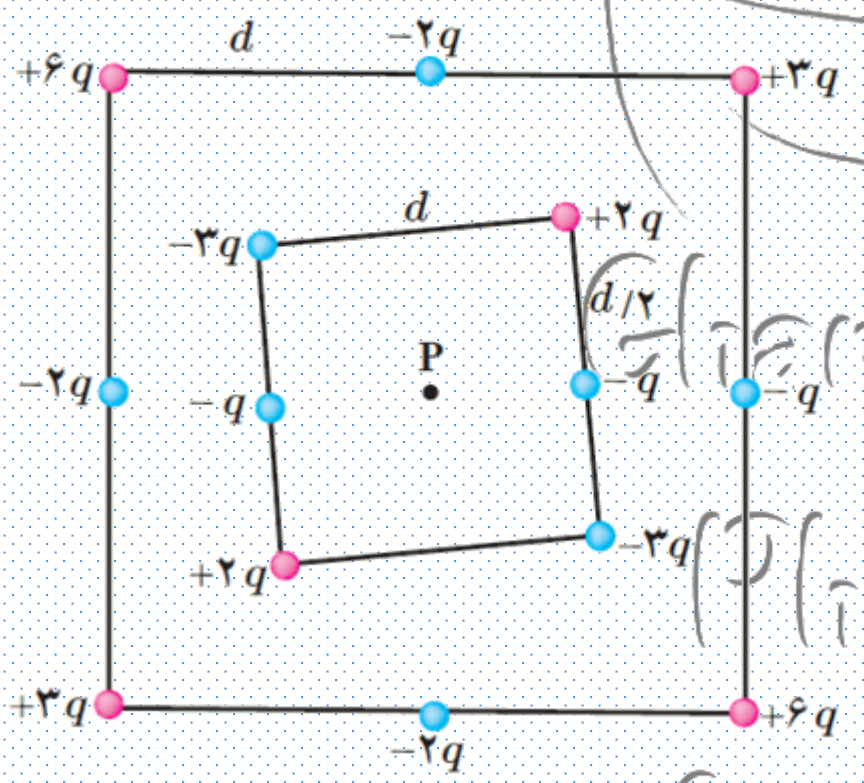
$$U = \frac{Q^2}{2C} \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = 2$$

سوالات بعد مربوط به رشته
ریاضی است اما به شما نیز
توصیه می شود آن ها را
مطالعه کنید.



مفاهیم این
سوالات مشترک
است.

شکل زیر دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می دهد. مربع ها که در نقطه P هم مرکزند، همدیاف نیستند. ذره ها روی محیط مربع به فاصله d یا d/2 از هم قرار گرفته اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در نقطه P چیست؟



از تقارن شکل واضح است که همه میدان های حاصل از بارهای روی دو مربع همدیگر را دو به دو خنثی می کند، به جز دو باری که در وسط دو ضلع سمت چپ و راست مربع بزرگ قرار دارند. در این صورت، میدان الکتریکی در نقطه P، برآیند میدان های حاصل از میدان این دو بار می شود. توجه کنید برای بررسی جهت میدان، باید بار آزمون (مثبت) را در نقطه P قرار دهیم. بار آزمون توسط هر دو بار جذب می شود، اما چون بار سمت چپ بزرگ تر 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 نقطه P برابر با $E_P = k \frac{q}{d^2}$ ، و جهت آن رو به سمت چپ است.

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

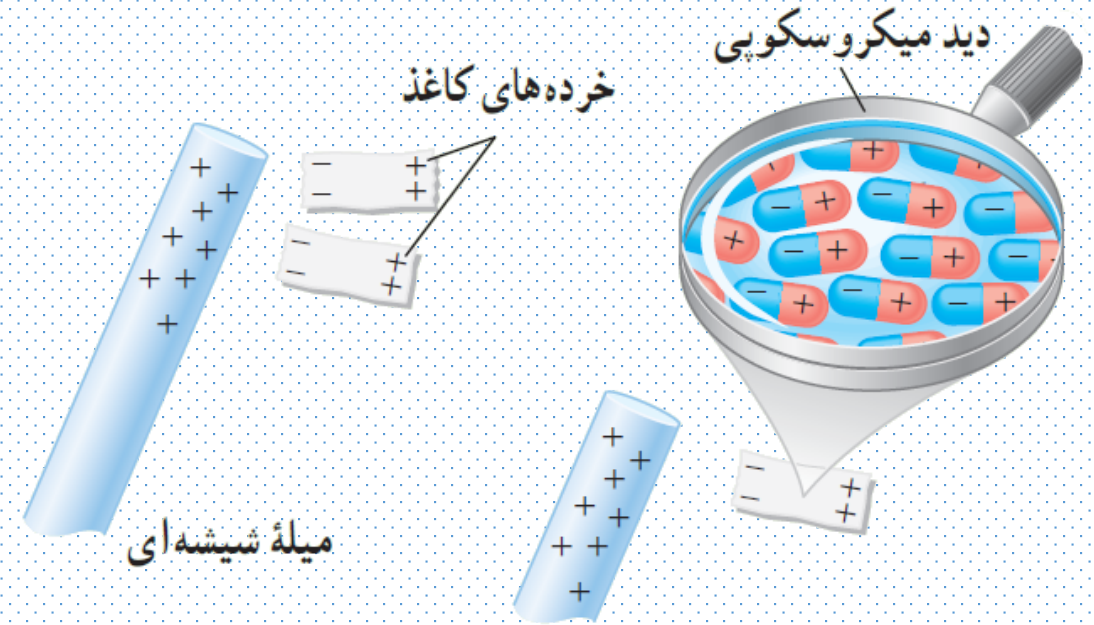
این پدیده نیز بر اثر القا صورت می‌گیرد. براده‌های ریز آلومینیومی بدون بار مثل یک رسانای خنثی هستند که در میدان الکتریکی حاصل از صفحه پلاستیکی باردار قرار گرفته‌اند. بسته به اینکه بار صفحه پلاستیکی، مثبت یا منفی باشد، در سطح مقابل آن در براده‌ها، بار منفی یا مثبت القا می‌شود که موجب جذب براده‌ها به صفحه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

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

وقتی مولکول‌های دو قطبی موجود در کاغذ در میدان الکتریکی خارجی
قرار گیرد، مولکول‌های دو قطبی می‌کوشند در جهت میدان الکتریکی
هم‌ردیف شوند، به طوری که سر منفی مولکول‌ها در جهت مقابل پیکانه
خطوط میدان الکتریکی، و سر مثبت مولکول‌ها در همان جهت پیکانه
خطوط میدان الکتریکی قرار گیرند.

برای مولکول‌های غیر قطبی

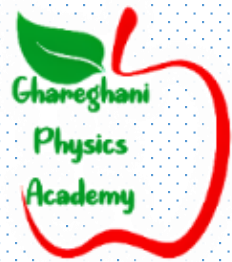
موجود در کاغذ، همان‌طور که شکل نشان می‌دهد، وقتی در میدان
الکتریکی خارجی قرار می‌گیرند، مولکول‌ها بر اثر القا، قطبیده می‌شوند و
اصطلاحاً مولکول قطبیده می‌شود. میدان الکتریکی باعث می‌شود مرکز
بارهای مثبت و منفی از هم جدا شوند، به طوری که سر منفی آنها در اینجا
در مقابل بار مثبت شیشه قرار گیرد و بدین ترتیب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



۳۲ ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است.
 اگر $+۳/۰\text{mC}$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به
 صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه
 $۸/۰\text{J}$ زیاد می شود. q را محاسبه کنید.

اگر بار صفحه ها را در پیش از این لحظه Q در نظر بگیریم، پس از لحظه مورد نظر بار به $Q+\Delta Q$ تبدیل شده است. در نتیجه، تغییر
 انرژی پتانسیل با استفاده از رابطه $U=Q^2/2C$ چنین می شود:

$$\Delta U = \frac{(Q+\Delta Q)^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C} = \frac{\Delta Q^2 + 2Q\Delta Q}{2C} = \frac{(۳/۰ \times ۱۰^{-۳}\text{C})^2 + 2Q(۳/۰ \times ۱۰^{-۳}\text{C})}{2(۱۲ \times ۱۰^{-۶}\text{F})} = ۰/۳۷۵ + Q(۰/۲۵ \times ۱۰^{-۲}) = ۸$$



آکادمی فیزیک قرغانی

www.ghareghaniphysics.com

 ghareghaniphysics

 @GhareghaniPhysics



برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.