۱

الکتریسیتهٔ ساکن

پاسخنامهٔ تمرینات دوره ای
فصل ۱ فیزیک یازدهم
رشتهٔ ریاضی

آکادمی فیزیک قرغانی

برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.

Ghareghani Physics Academy

آکادمی فیزیک قرغانی

www.ghareghaniphysics.com

ghareghaniphysics

YouTube @GhareghaniPhysics

۱ چگونه توسط یک الکتروسکوپ می‌توانیم تشخیص دهیم که :

الف) یک میله باردار است یا نه؟

ب) میله رساناست یا عایق؟

پ) نوع بار میلهٔ باردار چیست؟

تعیین خنثی یا باردار بودن اجسام: اگر به یک الکتروسکوپ بدون بار اجسمی باردار را نزدیک کنیم، ورقه‌های آن از یکدیگر فاصله می‌گیرند.

تعیین نوع بار اجسام باردار: اگر به یک الکتروسکوپ باردار جسمی با بار همنام نزدیک شود، انحراف ورقه‌های آن بیشتر می‌شود و اگر جسمی با بار مخالف نزدیک شود، انحراف ورقه‌های آن کمتر می‌شود و اگر بار مخالف بزرگ باشد به صورت لحظه‌ای فاصلهٔ بین ورقه‌ها کم شده و مجدداً افزایش می‌یابد.

تعیین عایق یا رسانا بودن اجسام: اگر به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار یک نقطه از یک رسانا را اتصال دهیم ، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ کم می‌شود (و یا حتی ممکن است کاملا صفر شود).

۲ یک میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی $-۱۲/۸\text{nC}$ می‌شود.

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

ب) تعداد الکترون‌های منتقل‌شده از پارچهٔ پشمی به میلهٔ پلاستیکی را محاسبه کنید.

الف) بار الکتریکی در پارچهٔ پشمی به همان اندازه، ولی با علامت مثبت می‌شود.

ب) با توجه به اینکه $q=ne$ است، از اینجا می‌توانیم تعداد n الکترون‌های منتقل شده را بیابیم :

$$n=\frac{۱۲/۸\times۱۰^{-۹}\text{C}}{۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}\text{C/الکترون}}=۸/۰۰\times۱۰^{۱۰}\ \text{الکترون}$$

۳ الف) بار الکتریکی اتم و هستهٔ اتم کربن ($_{6}^{12}C$) چند کولن است؟

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

الف) بار الکتریکی اتم کربنِ خنثی، صفر است، ولی هستهٔ اتم کربن ۶ پروتون دارد و بنابراین بار آن برابر $q=+6e$ می‌شود که در آن $e=1/60\times10^{-19}C$ است:

$$q=6(1/60\times10^{-19}C)=9/60\times10^{-19}C$$

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

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۴ دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_۱=۴/۰\,nC$ و $q_۲=-۶/۰\,nC$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصلهٔ $r=۳۰\,cm$ از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم‌کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

چون اندازهٔ گوی‌ها با هم برابر است و هر دو رسانا هستند، پس از تماس گوی‌ها بارهای یکسانی در آنها ظاهر می‌شود. بنابراین پس از تماس گوی‌های داریم.

$$q=\frac{q_۱+q_۲}{۲}=\frac{۴/۰\,nC-۶/۰\,nC}{۲}=-۱/۰\,nC$$

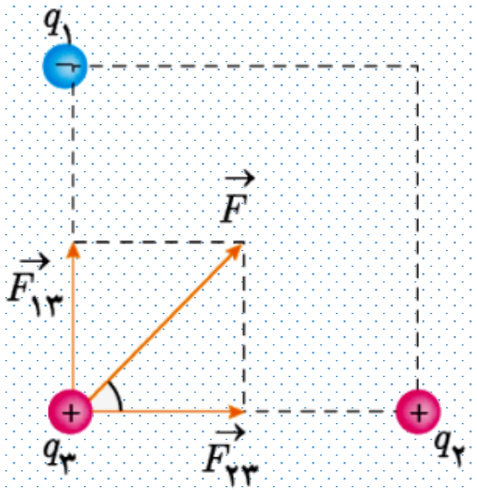
و در نتیجه نیروی بین دو گوی چنین می‌شود :

$$F=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}=k\frac{|q|^۲}{r^۲}=(۹/۰\times۱۰^۹\,\frac{N.m^۲}{C^۲})\frac{(۱/۰\times۱۰^{-۹}C)^۲}{(۰/۳۰\,m)^۲}=۱/۰\times۱۰^{-۷}N$$

همان‌طور که گفتیم، پس از تماس، بار گوی‌ها یکسان می‌شود و بنابراین همدیگر را دفع می‌کنند. یعنی نیرو، رانشی است.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۵ سه ذرّهٔ باردار q_1، q_2 و q_3 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع $3m$ ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_2 = -5\mu C$ و $q_3 = +0/2\mu C$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_3 را برحسب بردارهای یکهٔ $\vec{i}$ 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 فاصلهٔ بارها از q_3 یکسان است، $F_{13} = F_{23}$ است و از قانون کولن داریم :

$$F_{23} = F_{13} = k\frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = (9/0\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2})\frac{(5\times10^{-6}C)(0/2\times10^{-6}C)}{(3m)^2} = 0/001N = 1mN$$

در نتیجه نیروی خالص وارد بر بار q_3 چنین می‌شود :

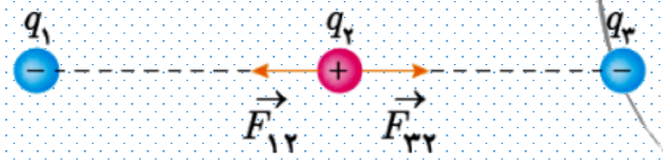
$$\vec{F} = (1mN)\,\vec{i} + (1mN)\,\vec{j}$$

می‌توانیم بزرگی این نیرو را نیز محاسبه کنیم :

$$F = \sqrt{(0/001N)^2 + (0/001N)^2} = 1/41\times10^{-3}N \approx 1mN$$

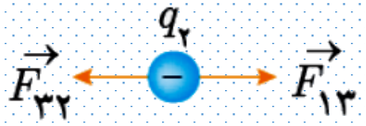
آکادمی فیزیک قرغانی

۶ بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_۱=-۴/۰\,nC$ ، $q_۲=+۵/۰\,nC$ و $q_۳=-۴/۰\,nC$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هریک از بارهای $q_۲$ و $q_۳$ را محاسبه کنید.



نیروهای وارد بر بار $q_۲$ مانند شکل زیر می‌شود :

همان‌طور که می‌بینیم $\vec{F}_{۱۲}$ در خلاف جهت $\vec{F}_{۳۲}$ است و چون بارهای $q_۱$ و $q_۳$ و فاصلهٔ آنها از $q_۲$ یکسان است. بنابراین $F_{۱۲}=F_{۳۲}$، و در نتیجه نیروی خالص وارد بر $q_۲$ برابر صفر می‌شود. اما در مورد $q_۳$ داریم :



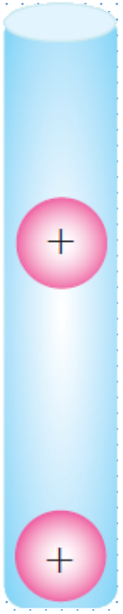
$$F_{۲۳}=k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^۲}=(۹/۰\times۱۰^۹\ \frac{N.m^۲}{C^۲})\frac{(۵\times۱۰^{-۹}C)(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)}{(۰/۰۸۰m)^۲}=۲/۸\times۱۰^{-۵}N$$

$$F_{۱۳}=k\frac{|q_۱||q_۳|}{r_{۱۳}^۲}=(۹/۰\times۱۰^۹\ \frac{N.m^۲}{C^۲})\frac{(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)}{(۰/۱۶m)^۲}=۵/۶۲\times۱۰^{-۶}N$$

بنابراین $\vec{F}$ چنین می‌شود :

$$\vec{F}=(۵/۶۲\times۱۰^{-۶}N)\,\vec{i}-(۲/۸\times۱۰^{-۵}N)\,\vec{i}\approx۲/۲\times۱۰^{-۵}(-\vec{i})$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

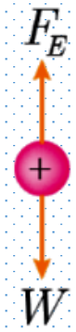


۷ در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم ۲/۵g و بار یکسان مثبت q در فاصلهٔ ۱/۰ cm از هم قرار دارند، به‌طوری‌که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.

الف) اندازهٔ بار q را به‌دست آورید.

ب) تعداد الکترون‌های کنده‌شده از هر گوی چقدر است؟

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



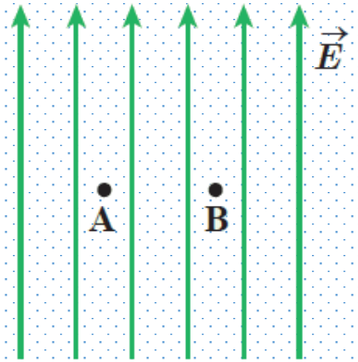
$$mg = k\frac{q^2}{r^2} \longrightarrow q = \sqrt{\frac{mgr^2}{k}} = \sqrt{\frac{(2/5\times10^{-3}\,\text{kg})(9/8\,\frac{\text{N}}{\text{kg}})(0/01\,\text{m})^2}{9/0\times10^{9}\,\text{N}.\frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}}} = 1/65\times10^{-8}\,\text{C} \approx 16\,\text{nC}$$

ب) با استفاده از رابطهٔ $q=ne$ داریم:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{1/65\times10^{-8}\,\text{C}}{1/60\times10^{-19}\,\text{C}} \approx 10^{11}$$ الکترون

آکادمی فیزیک قرغانی

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



با توجه به یکنواخت بودن میدان الکتریکی و با توجه به اینکه $\vec{F}=q\vec{E}$ است، نیروی وارد بر ذره در هر دو نقطه برابر است.

Physics Academy

۹ هستهٔ اتم آهن شعاعی در حدود $۴/۰\times۱۰^{-۱۵}\,m$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است. الف) بزرگی نیروی دافعهٔ بین دو پروتون این هسته که به فاصلهٔ $۴/۰\times۱۰^{-۱۵}\,m$ از هم قرار دارند چقدر است؟ ب) اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصلهٔ $۱/۰\times۱۰^{-۱۰}\,m$ از مرکز هسته چقدر است؟

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

$$F = k\frac{|q_p||q_p|}{r^۲} = k\frac{|q_p|^۲}{r^۲}$$

$$= (۹/۰\times۱۰^{۹}\,N.\frac{m^۲}{C^۲})\frac{(۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}\,C)^۲}{(۴/۰\times۱۰^{-۱۵}\,m)^۲}$$

$$= ۱۴/۴N \approx ۱۴N$$

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

$$E = k\frac{q_{\text{هسته}}}{R^۲} = (۹/۰\times۱۰^{۹}\,.\frac{m^۲}{C^۲})\frac{۲۶(۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}\,C)}{(۱/۰\times۱۰^{-۱۰}\,m)^۲} = ۳/۷۴۴\times۱۰^{۱۲}\,\frac{N}{C} \approx ۳/۷\times۱۰^{۱۲}\,\frac{N}{C}$$

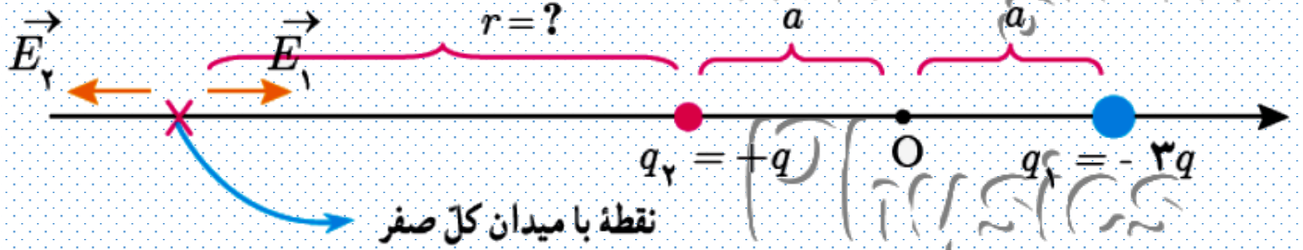
Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۱۰ شکل زیر، دو ذرّهٔ باردار را نشان می‌دهدکه در جای خود روی محور x ثابت شده‌اند. بارها در فاصلهٔ یکسان a از مبدأ مختصات (نقطهٔ O) قرار دارند.

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

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

الف)



$$E_۱=E_۲ \longrightarrow k\frac{|q_۱|}{r_۱^۲}=k\frac{|q_۲|}{r_۲^۲} \longrightarrow k\frac{۳q}{(r+۲a)^۲}=k\frac{q}{r^۲} \longrightarrow \frac{\sqrt{۳}}{r+۲a}=\frac{۱}{r} \longrightarrow r=\frac{۲}{\sqrt{۳}-۱}a\simeq(\sqrt{۳}+۱)a\approx ۲/۷a$$

یعنی نقطهٔ با میدان کلّ صفر روی محور x، در سمت چپ بار $q+$، و در فاصلهٔ $r=(\sqrt{۳}+۱)a$ از بار $q+$ واقع است.

آکادمی فیزیک قرغانی

۱۰ شکل زیر، دو ذرّهٔ باردار را نشان می‌دهدکه در جای خود روی محور x ثابت شده‌اند. بارها در فاصلهٔ یکسان a از مبدأ مختصات (نقطهٔ O) قرار دارند.

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

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

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

$$E = k\frac{q}{a^۲}\vec{\mathrm{i}} + k\frac{۳q}{a^۲}\vec{\mathrm{i}} = ۴k\frac{q}{a^۲}\vec{\mathrm{i}}$$

بنابراین، بزرگی میدان الکتریکی برایند در مبداء مختصات $E = ۴k\frac{q}{a^۲}$، و جهت آن در سوی مثبت محور x است.

آکادمی فیزیک قرغانی

آکادمی فیزیک قرغانی

www.ghareghaniphysics.com

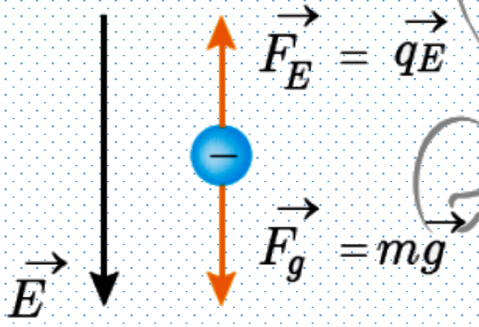
ghareghaniphysics

YouTube @GhareghaniPhysics

برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.

۱۱ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵/۰\times۱۰^{۵}\,N/C$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذرّهٔ بارداری به جرم $۲/۰\,g$ معلّق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g=۱۰\,N/kg$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذرّه 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. می‌دانیم نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی است. بنابراین نوع بار باید حتماً منفی باشد و شکلی مانند زیر داریم.

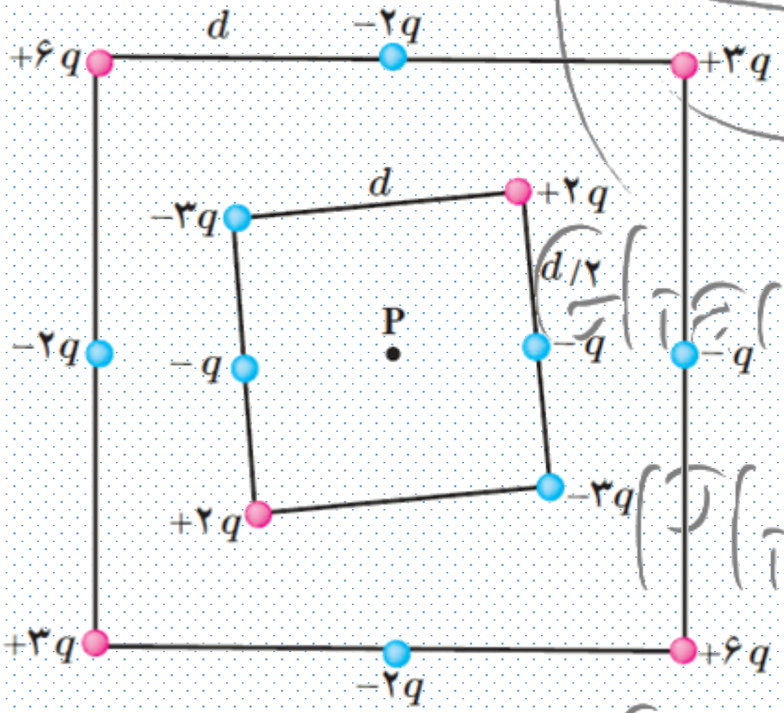


از شرط تعادل نیروها داریم

$$|q|E = mg \Rightarrow |q| = \frac{mg}{E} = \frac{(۲/۰\times۱۰^{-۴})(۱۰\frac{N}{kg})}{(۵/۰\times۱۰^{۵}\frac{N}{C})} = ۴/۰\times۱۰^{-۸}C = ۴۰\,nC$$

آکادمی فیزیک قرغانی

۱۲ شکل زیر دو آرایهٔ مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطهٔ P هم‌مرکزند، هم‌مردیف نیستند. ذره‌ها روی محیط مربع به فاصلهٔ d یا $d/۲$ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ P چیست؟



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

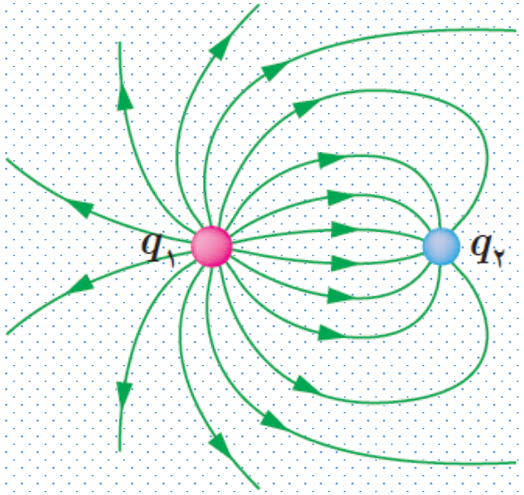
بنابراین، خواهیم داشت:

$$\vec{E}_P = k\frac{۲q}{d^۲}(-\vec{\imath}) + k\frac{q}{d^۲}(\vec{\imath}) = \frac{kq}{d^۲}(-\vec{\imath})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطهٔ P برابر با $E_P = k\frac{q}{d^۲}$، و جهت آن رو به سمت چپ است.

آکادمی فیزیک قرغانی

۱۳ 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.



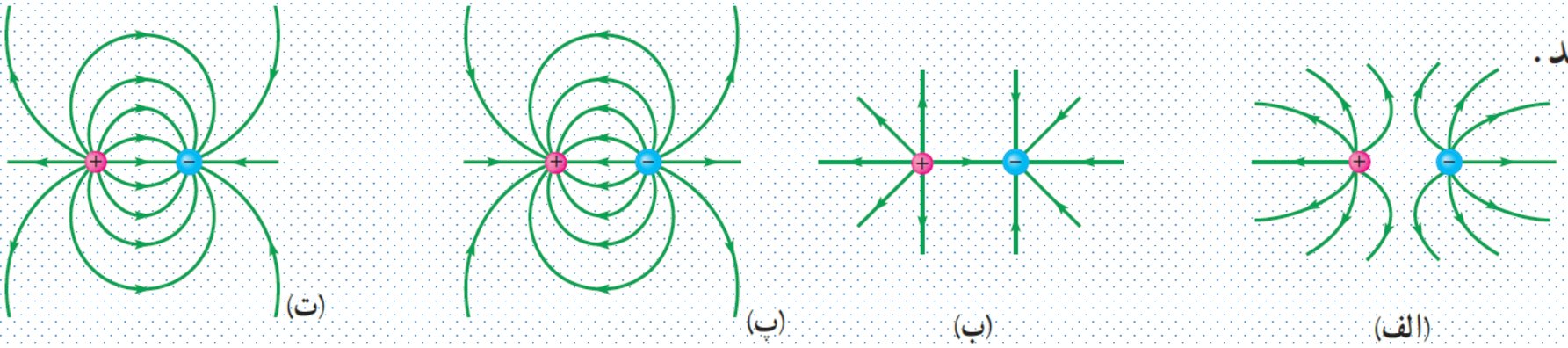
خطوط میدان الکتریکی در جهت نیروی وارد بر بار آزمون هستند و بنابراین برای بار مثبت، رو به خارج و برای بار منفی، رو به داخل می‌شود.

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.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۱۴ در شکل‌های زیر، اندازهٔ دو بار، یکسان ولی علامت آنها مخالف هم است. کدام آرایش‌های 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 می‌دانیم 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 غیرواقع بر خطّ واصل دو بار، جهت میدان برایند را به درستی نشان نمی‌دهند؛ یعنی خطوط میدان آغاز شده از بار مثبت، فقط جهت میدان ناشی از بار مثبت را نشان می‌دهند، و خطوط میدان ختم شده به بار منفی، فقط جهت میدان ناشی از بار منفی را نشان می‌دهند.

شکل پ :

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

شکل ت :

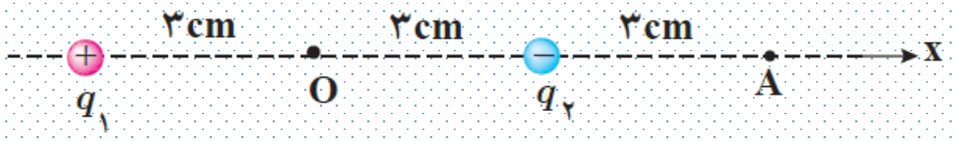
این شکل صحیح است. در این شکل، خطوط میدان دوقطبی الکتریکی را می‌بینند.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

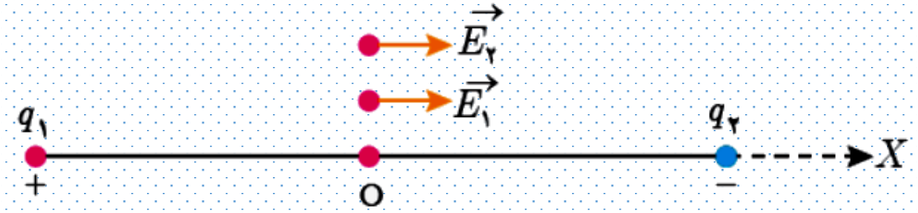
۱۵ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1=+1/0\,nC$ و $q_2=-1/0\,nC$ مطابق شکل زیر به فاصلهٔ $6/0\,cm$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازهٔ میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به‌دست آورید.

ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟



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



بنابراین در نقطهٔ O داریم :

$$\vec{Eo}=\vec{E_1}+\vec{E_2}=2\vec{E_1}=2k\frac{q_1}{r_2^2}\vec{i}=2(9/0\times10^9\,N.m^2/C^2)\frac{(1/0\times10^{-9}\,C)}{(0/030\,m)^2}\vec{i}=\boxed{(2/0\times10^4\,N/C)\,\vec{i}}$$

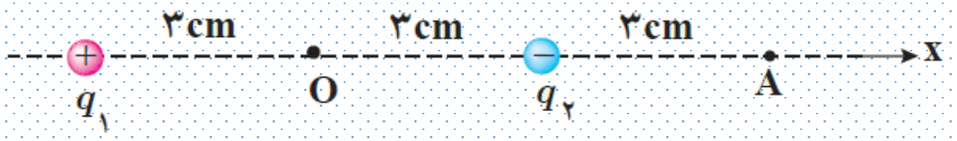
بنابراین، بزرگ میدان در نقطهٔ O برابر با $2/0\times10^4\,N$ و جهت آن به طرف راست ($+\vec{i}$) است.

آکادمی فیزیک قرغانی

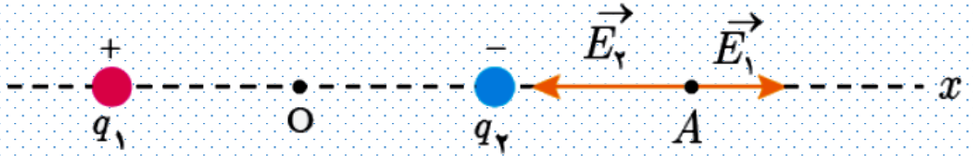
۱۵ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1=+1/0\,nC$ و $q_2=-1/0\,nC$ مطابق شکل زیر به فاصلهٔ $6/0\,cm$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازهٔ میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به‌دست 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.



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

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

$$\vec{E}_A=(E_2-E_1)(-\vec{i})=\left(\frac{kq}{r_2^2}-\frac{kq}{r_1^2}\right)(-\vec{i})=(9/0\times10^9\,N.m^2/C^2)(1/0\times10^{-9}\,C)\left(\frac{1}{(0/030\,m)^2}-\frac{1}{(0/090\,m)^2}\right)(-\vec{i})=8/9\times10^3\,N/C(-\vec{i})$$

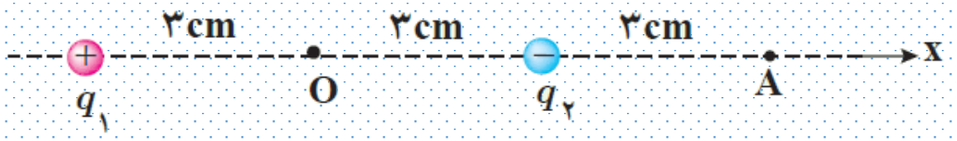
بنابراین، بزرگی میدان در نقطهٔ A برابر $E_A=8/9\times10^3\,N/C$ ، جهت آن به طرف چپ $(-\vec{i})$ است.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۱۵ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +1/0\,nC$ و $q_2 = -1/0\,nC$ مطابق شکل زیر به فاصلهٔ $6/0\,cm$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازهٔ میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به‌دست آورید.

ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟



ب) خیر. در پاسخ پرسش ۱۰ استدلال کردیم که برای دو بار نقطه‌ای ناهمنام، نقطه‌ای که در آن میدان الکتریکی برایند صفر باشد، خارج از فاصلهٔ بین دوبار، و در طرف بار با اندازهٔ کوچک‌تر است. با توجه به اینکه در این مسئله، اندازهٔ 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.

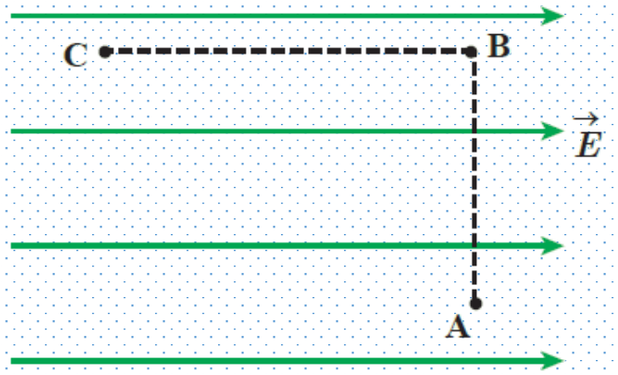
Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۱۶ مطابق شکل زیر، بار $q=+۵۰\,nC$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $۸/۰\times۱۰^{۵}\,N/C$ نخست از نقطهٔ A تا نقطهٔ B و سپس تا نقطهٔ C جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB=۰/۲۰\,m$ و $BC=۰/۴۰\,m$ 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.



الف) نیرو از رابطهٔ $F_E=|q|E$ به‌دست می‌آید. بنابراین چون میدان، یکنواخت است نیروی الکتریکی وارد بر بار q در تمام نقاط مسیر برابر است با

$$F_E=(۵۰\times۱۰^{-۹}\,C)(۸/۰\times۱۰^{۵}\,N/C)=۴/۰\times۱۰^{-۲}\,N$$

ب) کار نیروی الکتریکی از رابطهٔ $W=|q|Ed\cos\theta$ به‌دست می‌آید. بنابراین در مسیر AB که $\theta=۹۰^\circ$ است. $W_{AB}=۰$ می‌شود، ولی در مسیر BC جابه‌جایی در خلاف جهت نیروی الکتریکی و $\theta=۱۸۰^\circ$ است، داریم :

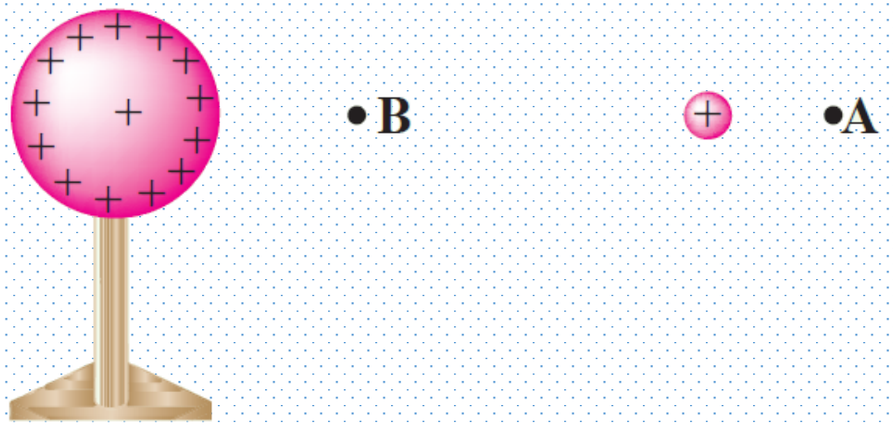
$$W_{BC}=-|q|Ed=-(۵۰\times۱۰^{-۹}\,C)(۸/۰\times۱۰^{۵}\,N/C)(۰/۴۰\,m)=-۰/۰۱۶\,J$$

کار نیروی الکتریکی در مسیر ABC برابر با حاصل جمع کار نیروی الکتریکی در مسیرهای AB و BC است، و بنابراین برابر همان $-۰/۰۱۶\,J$ می‌شود.

پ) می‌دانیم $\Delta U=-W_E$ است و بنابراین $\Delta U_E=۰/۰۱۶\,J$ می‌شود.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۱۷ در شکل زیر ذرّهٔ 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 ذرّهٔ باردار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟ (ت) پتانسیل نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.



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

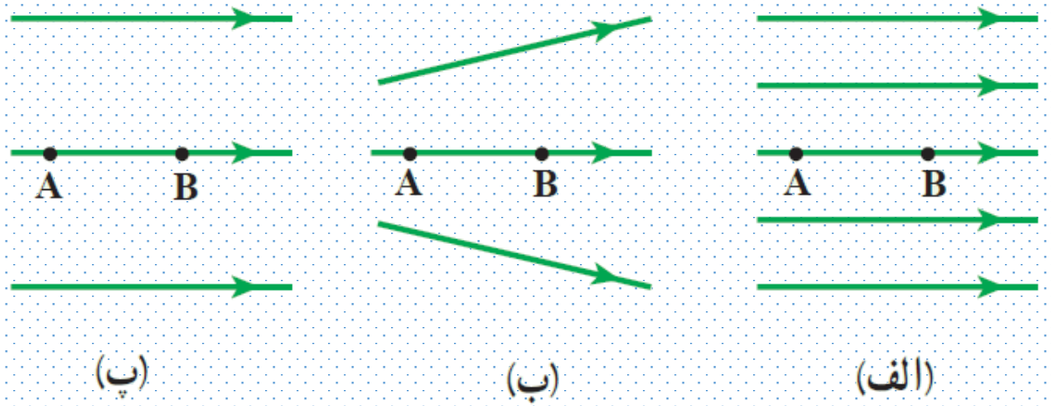
ب) چون $\Delta K=0$ است، مجموع کار نیروی خارجی (W_{ext}) و کار نیروی الکتریکی (W_E) برابر صفر است و بنابراین کار نیروی خارجی، مثبت است.

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

ت) با توجه به رابطهٔ $\Delta V=\Delta U_E/q$ و مثبت بودن ΔU و q ، ΔV 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.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

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



در شکل الف، در پیرامون همهٔ 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 بقیهٔ حالت‌ها است و با توجه به اینکه $\vec{a} = \vec{F}/m$ است، شتاب پروتون نیز بیشتر می‌شود. بنابراین، سرعت نهایی پروتون نیز در جابه‌جایی یکسان بیشتر می‌شود.

سرعت در نقطهٔ B برای آرایش (ب) بیشتر از آرایش (پ) می‌شد، زیرا فاصلهٔ خطوط میدان همهٔ 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.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۱۹ دو صفحهٔ رسانا با فاصلهٔ $۲/۰۰\ cm$ را موازی یکدیگر قرار می‌دهیم و آنها را به‌اختلاف پتانسیل $۱۰۰V$ وصل می‌کنیم. درنتیجه، یکی از صفحه‌ها به‌طور منفی و دیگری به‌طور مثبت باردار می‌شوند و میان دو صفحه میدان الکتریکی یکنواختی به‌وجود می‌آید. اندازهٔ این میدان الکتریکی را حساب کنید و با توجه به جهت خطوط میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه توضیح دهید که کدام‌یک از دو صفحه پتانسیل الکتریکی بیشتری دارند.

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

$$E=\frac{|\Delta V|}{d}=\frac{۱۰۰V}{۲/۰۰\times۱۰^{-۲}m}=۵/۰۰\times۱۰^{۳}\ V/m$$

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

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۲۰ بار الکتریکی $q=-۴۰\,nC$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_۱=-۴۰\,V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_۲=-۱۰\,V$ 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 رابطهٔ $U=q\Delta V$ داریم :

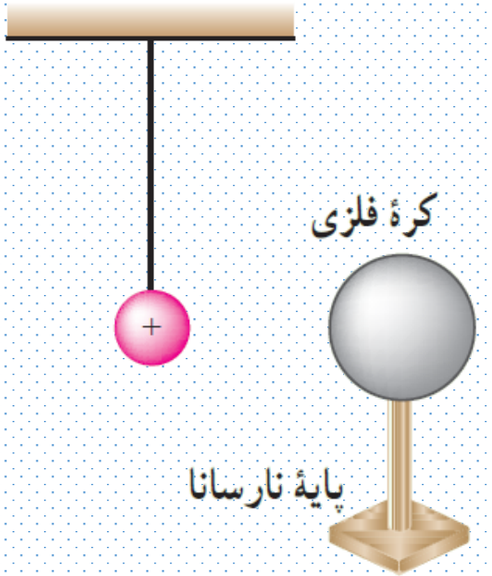
$$\Delta U=q(V_۲-V_۱)=(-۴۰\times۱۰^{-۹}C)(-۱۰V-(-۴۰V))=-۱/۲\times۱۰^{-۶}J=-۱/۲\mu J$$

چون $\Delta U<۰$ 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.

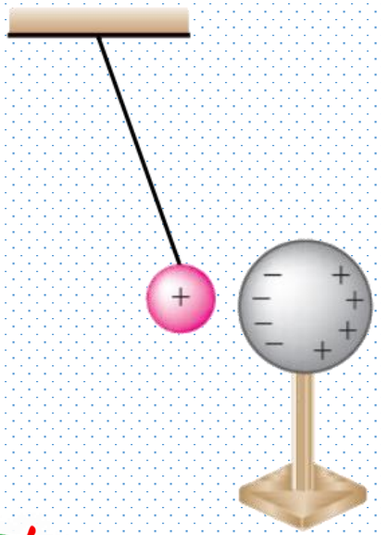
Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۲۱ یک کرهٔ فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایهٔ نارسانایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می‌افتد.



در اثر پدیدهٔ القا ، یک طرف کره بار مثبت و سمت دیگر آن بار منفی پیدا می کند. بدین ترتیب بارهای منفی آونگ را جذب کرده و آونگ به کره نزدیک می شود.

اگر بین آونگ و کره تماس برقرار شود، هر دو بار همنام پیدا میکنند، در نتیجه یکدیگر را دفع می کنند.



Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.

Ghareghani Physics Academy

آکادمی فیزیک قرغانی

www.ghareghaniphysics.com

ghareghaniphysics

YouTube @GhareghaniPhysics

۲۲ یک صفحهٔ پلاستیکی باردار (تلق یا ورق باردار) را به براده‌های ریز آلومینیمی بدون بار نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که براده‌ها به طرف صفحهٔ 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 صفحهٔ پلاستیکی باردار قرار گرفته‌اند. بسته به اینکه بار صفحهٔ پلاستیکی، مثبت یا منفی باشد، در سطح مقابل آن در براده‌ها، بار منفی یا مثبت القا می‌شود که موجب جذب براده‌ها به صفحهٔ پلاستیکی می‌شود.

۲۳ 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 $q=۲/۰\times۱۰^{-۹}\mathrm{C}$ شود. این ماهواره، مکعبی به ضلع $۴۰\mathrm{cm}$ است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره را محاسبه کنید. (از تجمع بار بر روی لبه‌ها چشم‌پوشی شود.)

با فرض آنکه بار q به یکنواخت روی شش وجه مکعبی ماهواره توزیع شده باشد، روی هر وجه آن باری به اندازهٔ $q/۶$ قرار می‌گیرد. بنابراین، چگالی سطحی بار چنین می‌شود:

$$\sigma=\frac{Q}{A}=\frac{q/۶}{a^۲}=\frac{(۲/۰\times۱۰^{-۹}\mathrm{C})/۶}{(۰/۴۰\mathrm{m})^۲}=۲/۰\times۱۰^{-۹}\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{m}^۲}\approx۲/۱\times۱۰^{-۹}\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{m}^۲}$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۲۴ اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، در هریک از شرایط زیر ظرفیت خازن چگونه تغییر می کند؟

الف) بار آن دو برابر شود.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن سه برابر شود.

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

۲۵ اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ 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 رابطهٔ $Q=CV$ به‌دست می‌آید. با توجه به اینکه ظرفیت خازن ثابت است، بنابراین نمو (تغییر) Q داریم :

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

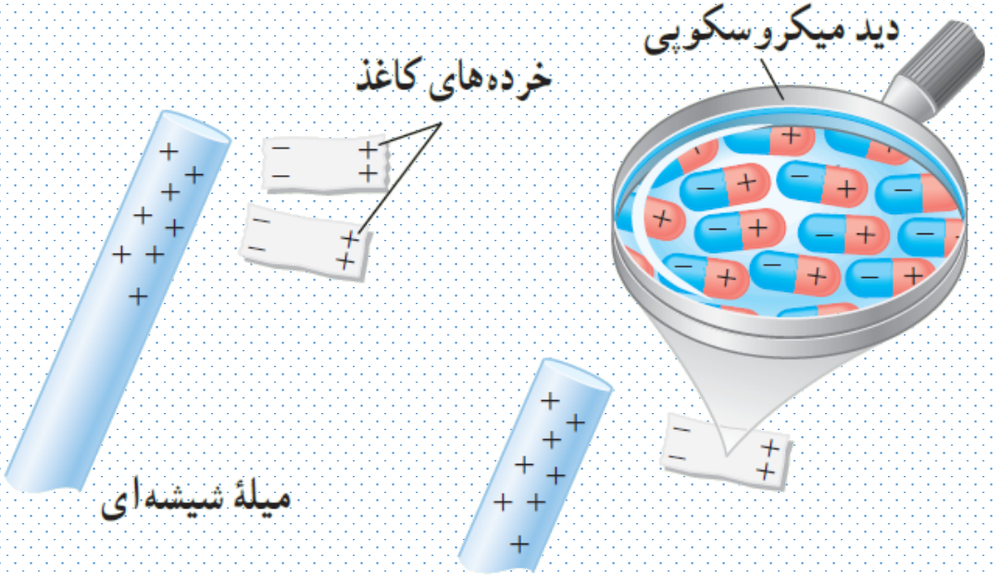
$$C=\frac{\Delta Q}{V_2-V_1}=\frac{15\times10^{-6}\,C}{40\,V-28\,V}=1/25\times10^{-6}\,F\approx1/2\,\mu F$$

Chareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۲۶ بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده‌ایم. توضیح دهید چرا آب به‌جای اینکه به‌طور قائم فرو ریزد، خمیده می‌شود؟

وقتی دی‌الکتریکی قطبی مانند آب در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند در جهت میدان الکتریکی هم‌ردیف شوند، به‌طوری که سرِ منفی مولکول‌ها در جهت مقابل پیکانهٔ خطوط میدان الکتریکی، و سرِ مثبت مولکول‌ها در همان جهت پیکانهٔ 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، سرِ مثبت مولکول‌های دو قطبی در برابر آن قرار می‌گیرد. بادکنکِ منفی، سرِ مثبت هر مولکول را جذب و سرِ منفی همان مولکول را دفع می‌کند. با توجه به مقایسهٔ فاصلهٔ سرهای مثبت و منفی هر مولکول تا بادکنک، درمی‌یابیم نیروی جاذبه قوی‌تر از دافعه است و این باعث جذب آن به طرف بادکنک می‌شود.

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



وقتی مولکول‌های دو قطبی موجود در کاغذ در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند در جهت میدان الکتریکی هم‌ردیف شوند، به‌طوری که سرِ منفی مولکول‌ها در جهت مقابل پیکانهٔ خطوط میدان الکتریکی، و سرِ مثبت مولکول‌ها در همان جهت پیکانهٔ خطوط میدان الکتریکی قرار گیرند.

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، به‌طوری که سرِ منفی آنها در اینجا در مقابل بار مثبت شیشه قرار گیرد و بدین ترتیب جذب آن شود.

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۲۸ ظرفیت یک خازن تخت با فاصله صفحات ۱/۰mm که بین صفحه‌های آن هوا قرار دارد، برابر ۱/۰F است. مساحت صفحه‌های این خازن چقدر است؟ از این مسئله چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

از ظرفیت یک خازن تخت، مساحت صفحه‌های Aی آن را به‌دست می‌آوریم:

$$A=\frac{Cd}{\varepsilon_0}=\frac{(1/0\,\mathrm{F})(1/0\times10^{-3}\,\mathrm{m})}{(8/85\times10^{-12}\,\frac{\mathrm{F}}{\mathrm{m}})}=1/1\times10^{8}\,\mathrm{m}^2$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

۲۹ یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است تا باردار شود. پس از مدتی، درحالی که باتری همچنان به خازن متصل است، فاصلهٔ 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 می شود.

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 گزینهٔ (ب) نادرست است. با دو برابر کردن فاصلهٔ بین صفحه‌ها، ظرفیت خازن طبق رابطهٔ $C = \varepsilon . A/d$ نصف می‌شود و بنابراین گزینهٔ (پ) نیز نادرست است. با توجه به اینکه ظرفیت خازن کاهش می‌یابد، در حالی که اختلاف پتانسیل ثابت است، بار خازن طبق رابطهٔ $Q=CV$ کاهش پیدا می‌کند و بنابراین گزینهٔ (ت) نیز نادرست است.

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

۳۰ مساحت هریک از صفحه‌های خازن تختی، $۱/۰۰\,m^۲$ و فاصلهٔ دو صفحه از هم، $۰/۵۰۰\,mm$ است. عایقی با ثابت دی‌الکتریک ۴/۹ بین دو صفحه قرار داده شده است. ظرفیت خازن را تعیین کنید.

با استفاده از رابطه‌های $C=kC_۰$ و $C_۰=\frac{\varepsilon_۰A}{d}$ داریم:

$$C=k\varepsilon_۰\frac{A}{d}=(۴/۹)(۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\,\frac{F}{m})\frac{(۱/۰۰\,m)^۲}{(۰/۵۰۰\times۱۰^{-۳}\,m)}=۸/۶۷\times۱۰^{-۸}\,F\approx ۸۷\,nF$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

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

جرقهٔ حاصل، بزرگ‌تر می‌شود. این انرژی از کاری حاصل می‌شود که با افزایش فاصلهٔ صفحات خازن (بر علیه جاذبهٔ الکتریکی صفحه‌ها) توسط ما ایجاد شده است. روش دیگر آن است که بگوییم ظرفیت خازن کم شده است، ولی بار تغییر نکرده است. طبق رابطهٔ $V=Q/C$، این به معنی افزایش اختلاف پتانسیل است. افزایش ولتاژ، خود به معنی افزایش اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی است. این را به‌طور مستقیم از رابطهٔ $U=Q^2/2C$ نیز می‌توانستیم دریابیم. پس هنگام تخلیهٔ خازن، جرقهٔ پر انرژی‌تر و بزرگ‌تری خواهیم داشت.

۳۲ ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بارالکتریکی آن q است.
اگر $+۳/۰\,mC$ بار الکتریکی را از صفحهٔ منفی جداکرده و به
صفحهٔ مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره‌شده در خازن به اندازهٔ
$۸/۰\,J$ زیاد می‌شود. q را محاسبه کنید.

اگر بار صفحه‌ها را در پیش از این لحظه Q در نظر بگیریم، پس از لحظهٔ مورد نظر بار به $Q+\Delta Q$ تبدیل شده است. در نتیجه، تغییر انرژی پتانسیل با استفاده از رابطهٔ $U=Q^۲/۲C$ چنین می‌شود:

$$\Delta U=\frac{(Q+\Delta Q)^۲}{۲C}-\frac{Q^۲}{۲C}=\frac{\Delta Q^۲+۲Q\Delta Q}{۲C}=\frac{(۳/۰\times۱۰^{-۳}\,C)^۲+۲Q(۳/۰\times۱۰^{-۳}\,C)}{۲(۱۲\times۱۰^{-۶}\,F)}$$

$$=۰/۳۷۵+Q(۰/۲۵\times۱۰^{۳})=۸$$

Ghareghani Physics Academy
آکادمی فیزیک قرغانی

برای دیدن حل
ویدئویی سوالات به
کانال یوتیوب
مراجعه فرمایید.

Ghareghani Physics Academy

آکادمی فیزیک قرغانی

www.ghareghaniphysics.com

ghareghaniphysics

YouTube @GhareghaniPhysics