فیزیک یازدهم

@farayand 11

شامل :

شرح کامل وخط به خط مطالب کتاب

مثال های متنوع با پاسخ آنها

تمرینات گام به گام و تکمیلی

تست های متنوع و کنکوری

محسن صفری نژاد (فرآیند)

۰۹۱۱۱۸۵۴۶۲۷

مای درس
www.my-dars.ir

فهرست مطالب

مقدمه..... ۱
بارالکتریکی..... ۱
ساختار اتم ۲
القای بار..... ۲
الکتروسکوپ ۳
مقدار بار اجسام :..... ۳
اصل کوانتیده بودن و پایستگی بار..... ۴
قانون کولن و تمرینات آن ۷
رابط مقایسه ای قانون کولن..... ۱۲
نیروی الکتریکی بین دو کره پس از تماس..... ۱۵
نیرو های بین دو آونگ الکتریکی ۱۶
یادداشت ریاضی: برآیند دو بردار..... ۱۸
قانون کسینوسها و تجزیه دو بردار..... ۱۹
اصل برهم نهی نیروهای الکتریکی..... ۲۰
محاسبه برآیند نیروهای همراستا..... ۲۱
صفرشدن برآیند نیروهای همراستا..... ۲۳
برآیند دونیر و وقتی عمود باشند..... ۲۵
میدان الکتریکی..... ۲۹
میدان الکتریکی حاصل ازیک بارنقطه ای..... ۳۰
جهت میدان الکتریکی ۳۱
مولد واندوگراف..... ۳۲
رابطه مقایسه ای میدان الکتریکی..... ۳۴
برهم نهی میدان الکتریکی..... ۳۶
محاسبه میدان الکتریکی برآیند در یک راستا... ۳۷
صفرشدن برآیند میدان ها ی در یک راستا..... ۴۰
برآیند میدان ها در حالت عمود برهم..... ۴۲
خطوط میدان الکتریکی..... ۴۶
ویژگی های خطوط میدان الکتریکی ۴۷
خطوط میدان الکتریکی یکنواخت ۴۸
نیرویی الکتریکی از طرف میدان بر بار ۴۹
میدان وآونگ الکتریکی..... ۵۲
محاسبه کار نیروی الکتریکی..... ۵۴
تعریف انرژی پتانسیل الکتریکی..... ۵۴
اختلاف پتانسیل الکتریکی ۵۹
رابطه اختلاف پتانسیل با میدان یکنواخت..... ۶۰
اختلاف پتانسیل دوسر باتری..... ۶۳
توزیع بار در اجسام رسانا..... ۶۴
میدان الکتریکی در داخل رسانا..... ۶۵
چگالی سطحی بار..... ۶۵
رابطه مقایسه ای چگالی سطحی بار..... ۶۸
خازن..... ۷۰
ظرفیت خازن..... ۷۰
نمودار بار برحسب اختلاف پتانسیل خازن..... ۷۱
خازن با دی الکتریک..... ۷۳
عوامل موثر بر ظرفیت خازن..... ۷۴
رابطه مقایسه ای خازن ۷۵
فروریزش الکتریکی..... ۷۶
انرژی خازن ۷۶

مای درس
گروه آموزشی
www.my-dars.ir

مقدمه :

➤ کلمه الکتریسیته از واژه ی یونانی "الکترون" گرفته شده است که در زبان یونانی به معنی " کهربا "ست.

سابقه دانش انسان در مورد الکتریسته به شش قرن قبل از میلاد مسیح می رسد، یعنی زمانی که تالس فیلسوف یونانی پی برد که در اجسام در اثر مالش با یکدیگرخاصیتی بوجود می آید که می توانند اجسام سبک مانند کاه را جذب نمایند.بعدها معلوم شد که همیشه پدیده ی جذب مشاهده نمی شود.بلکه در بعضی مواقع پدیده ی دفع هم مشاهده می گردد.

امروز ه مشخص شده که خیلی از پدیده ها مثل موارد زیر منشا الکتریکی دارند:

آذرخش ،درخشش لامپ های کوچک، پیوند اتم ها وتشکیل مولکول،پیام های عصبی، چسبیدن نوار سلوفان به ظروف و راه رفتن مارمولک روی دیوار.

مبحث الکتریسته به دو بخش عمده : ۱-الکتریسیته ساکن (الکتروستاتیک) ۲ -الکتریسیته جاری دسته بندی می شود.

الکتریسیته ساکن (الکتروستاتیک) :

این مبحث به مطالعه در مورد بارهای ساکن می پردازد که به عنوان الکتروستاتیک مطرح می شود.

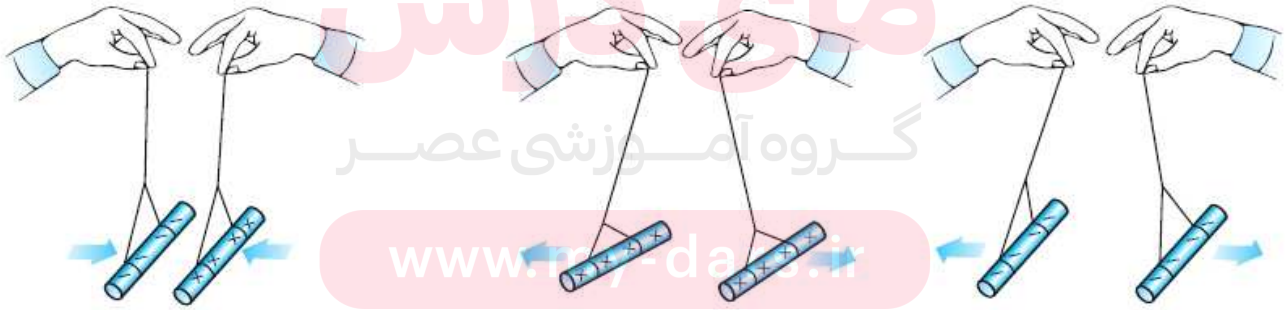
در این فصل مفاهیم بارالکتریکی ، نیروی بین دوبار الکتریکی ، میدان الکتریکی ،القای بار وچگالی سطحی بار، پتانسیل الکتریکی ، انرژی الکتریکی و خازن الکتریکی مورد برسی قرار می گیرد.

۱-۱) بار الکتریکی :

➤ تجربه نشالن می دهد که وقتی اجسام به یکدیگر مالش داده می شوند یک ویژگیی پیدا می کنند که می توانند به یکدیگر نیروی رانشی (دافعه) یا ربایشی (جاذبه) وارد کنند. که این ویژگی درواقع باردار شدن اجسام است و ازطرفی نتیجه می گیریم که دو نوع بارالکتریکی مثبت و منفی در اجسام بوجود می آید.

➤ اولین بار بنجامین فراکلین بارها را بصورت جبری مثبت(+) و منفی (-) نامگذاری کرد.مزیت این نامگذاری این است که اگر در یک جسم بطور مساوی از بارهای مثبت ومنفی وجود داشته باشد ، جمع آنها صفر ویعنی جسم خنثی است.

مثلا پلاستیک در اثر مالش با پارچه پشمی دارای بار منفی و میله شیشه ای در اثر مالش با پارچه ابریشمی دارای بار مثبت می شود



الف) وقتی دو میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش می‌دهیم، همدیگر را دفع می‌کنند.

ب) وقتی دو میلهٔ شیشه‌ای را با پارچهٔ ابریشمی مالش می‌دهیم، همدیگر را دفع می‌کنند.

پ) وقتی میلهٔ پلاستیکی مالش داده شده با پارچهٔ پشمی را به میلهٔ شیشه‌ای مالش داده شده با پارچهٔ ابریشمی نزدیک کنیم، همدیگر را جذب می‌کنند.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

➤سوال : بارالکتریکی چگونه در اثر مالش ایجاد می شود یا به عبارت دیگر منشا بارالکتری چیست؟

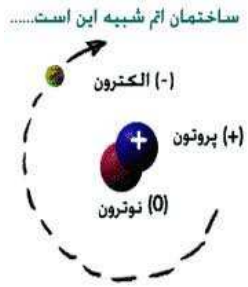
برای پاسخ به این سوال باید ساختار اتم را که در سال هشتم خوانده اید مرور کنیم.

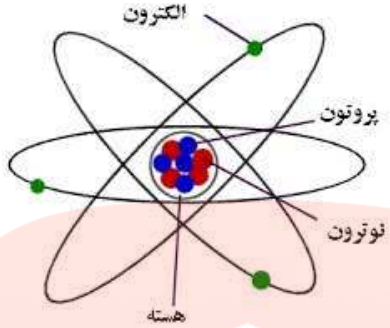
ساختار اتم :

ساختار اتم در یک ملی ساده بنام مدل منظومه ای بصورت زیر مطرح می شود:

هر اتم ازیک بخش مرکزی بسیار کوچک بنام هسته شامل پروتون دارای بار مثبت و نوترون بدون بار تشکیل یافته و الکترونها با بار منفی بدور هسته می چرخند.

مانند گردش سیارات بدور خورشید.





➤درهر اتم تعداد پروتونها والکترونها باهم برابرند . اندازه بار الکترون و پروتون باهم برابر ولی نوع آنها مثبت و منفی است ، جمع جبری بار آنها صفر می شود ،بنابراین یک اتم در حالت عادی خنثی است.

اما پاسخ سوال فوق :

خب الآن می توانیم به این سوال پاسخ دهیم .اجسام نیز مانند اتم در حالت عادی خنثی هستند .در اثر مالش اتم های اجسام ، الکترون از دست می دهند وتعداد پروتون ها بیشتر از الکترونها می شود وبار جسم مثبت می گرددو یا الکترون می گیرندوتعداد الکترون ها بیشتر از پروتو نها می شودوبار جسم منفی می شود.مثلا شیشه در اثر مالش با پارچه الکترون از دست می دهد و دارا ی بار مثبت می شودو پارچه الکترون می گیرد وبارش منفی می شود.

➤ نوع باری که اجسام در اثر مالش پیدا می کنند به جنس آنها بستگی دارد.

خلاصه: *مفهوم بار الکتریکی در اجسام چیزی جز افزایش و کاهش الکترون یا پروتون در اجسام نیست.*

➤**توجه** : تجربه نشان می دهد که پروتون ها به آسانی مثلا در اثر مالش از اتم جدا نمی شوند زیرا در اتم در فضای بسیار کوچک تحت کنترل یا مقید به هسته هستند و از طرفی جرم آن ۲۰۰۰برابر جرم الکترون است و نمی توانند در بار دارشدن اجسام به روش مالش نقشی داشته باشند.

➤روشهای ایجاد بارالکتریکی : ۱-مالش ۲-تماس ۳- القای بار

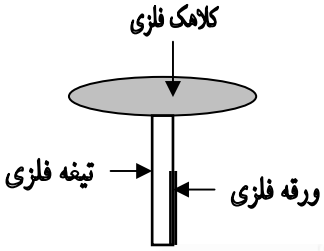
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

القای بار :

ایجاد بارالکتریکی در اجسام بوسیله یک میله باردار بدون تماس با آن جسم را القای بارالکتریکی می نامند.

سوال : روش القای بار را بایک آزمایش نشان دهید.

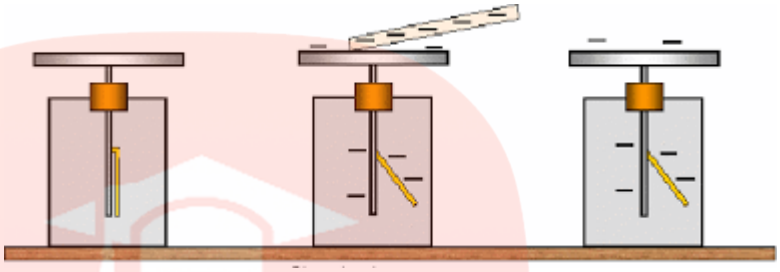
الکتروسکوپ :



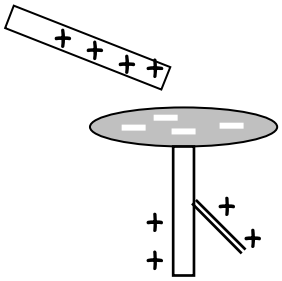
وسیله ساده ای است که :

۱-بار دار بودن یا نبودن ۲- نوع بار، مثبت یا منفی ۳-رسانا یا نارسانا بودن بار ا جسام را مشخص می کند.

از سه قسمت اصلی متصل به هم کلاهک فلزی ، تیغه فلزی و عقربه یا ورقه فلزی قابل حرکت تشکیل شده است.



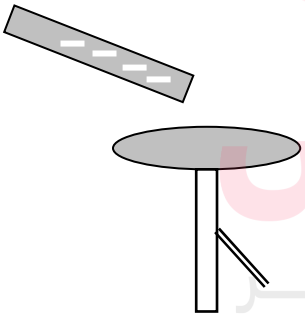
طرز کار الکتروسکوپ :



وقتی یک میله بار دارمثلا مثبت (مطابق شکل) به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می کنیم ،

الکترونها آزاد در سرتاسر الکتروسکو پ بطرف میله ربایش می شوند ،

تیغه و ورقه دارای بار مثبت می شوند ، ورقه رانده شده وباز می شود و می فهمیم جسم دارای بار است.



تمرین : مطابق شکل اگر میله دارا بار منفی را به الکتروسکو پ نزدیک کنیم ،

نشان دهید بار های الکتریکی چگونه در آن توزیع می شوند؟

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

سوال : چگونه می توان با الکترو سکوپ نوع بار جسم را مشخص کرد ؟با رسم شکل نشان دهید.

سوال : چگونه می توان با الکتروسکوپ مشخص کرد که میله ای رسانا یا نارسانا است؟

پرسش ۱ــ۱

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

پاسخ:

یکای بار الکتریکی :

یکای بار الکتریکی کولن (C) است.

کولن از نظر مقیاس یک یکای بزرگ است.مثلا بارالکتریکی انتقال یافته آذرخش به زمین حدود $۱۰C$ است. اما بارهای انتقال یافته از موی سربه شانه خیلی کم و در حدود نانو کولن (nC) است.

$mC = ۱۰^{-۳}C$

$\mu C = ۱۰^{-۶}C$

$nC = ۱۰^{-۹}C$

$pC = ۱۰^{-۱۲}C$

باربنیادی :

کمترین مقدار بارالکتریکی مربوط به الکترون وپروتون است که اندازه آن حدود $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ است و آن را با e نشان می دهند و بار بنیادی می نامند. بنابر این بار الکترون $-e$ و بارپروتون $+e$ است. $e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$

مقدار بار اجسام :

اگر جسمی به تعداد n تا الکترون ازدست بدهد یا بگیرد مقدار بار الکتریکی آن برابر است با :

$$n = ۰,۱,۲,۳,.....$$ $$q = \pm ne$$

اصل کوانتیده بودن بارالکتریکی :

کوانتم در لغت یعنی گسسته ، مجزا و یا دانه ای بودن است.

مقدار بارالکتریکی همواره مضرب درستی از باربنیادی (e) است که آن را کوانتم بار می نامند. بنابراین مقدار بار اجسام که از رابطه $q = \pm ne$ بدست می آید ، یک کمیت کوانتیده است. یعنی n که تعداد الکترونها یا پروتونها را نشان می دهد همواره یک عددصحیح است.

مثل جمعیت انسانها که یک کمیت کوانتمی است.مثلا ۳۰ نفر دانش آموز که $n = ۳۰$ تعداد و نفر کمترین مقدار جمعیت یعنی کوانتم جمعیت است.

اصل پایستگی بارالکتریکی :

مجموع جبری بارهای الکتریکی اجسام در یک دستگاه منزوی همواره ثابت یا پایسته است.یعنی بار می تواند از یک جسمی به جسم دیگر منتقل شود ولی هرگز امکان تولید و نابودی یک بارالکتریکی خالص وجود ندارد.

نقص این اصل تا کنون در هیچ آزمایش یا پدیده ای مشاهده نشده است.

مای درس
www.my-dars.ir

جدول سری الکتریسیته مالشی(تریبو الکتریک) :

این جدول ۱-۱ میزان الکترون خواهی مواد را نشان می دهد.

در این جدول از بالا به پایین میل الکترون خواهی مواد افزایش می یابد.

جدول۱-۱ سری الکتریسیته مالشی (تریبو الکتریک)[۱]

انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه
نایلون
پشم
موی گربه
شُرب
ابریشم
آلومینیم
پوست انسان
کاغذ
چوب
پارچهٔ کتان
کهربا
برنج، نقره
پلاستیک، پلی‌اتیلن
لاستیک
تفلون
انتهای منفی سری

سوال ۱ : اگر شیشه را به پوست انسان مالش دهیم ، نوع بارالکتریکی شیشه و پوست انسان را تعیین کنید.

سوال ۲ : در اثر مالش الف) چوب به کهربا ب) موی گربه به پارچه کتان ج)سرب به نایلون نوع بار هرکدام را تعیین کنید

سوال ۳ :

الف) جسم A را به جسم B و جسم C را به جسم D مالش می دهیم. با توجه به جدول سری الکتریسیته مالشی زیر کدام دو جسم یکدیگر را دفع می کنند؟

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
انتهای منفی سری

۱) B , A ۲) D , A

۳) C , B ۴) D , B

مثال ۱: یک میله شیشه ای در اثر ما لش با یک پارچه ابریشمی ۲۰۰۰ تا الکترون از دست می دهد :

مقدار بار الکتریکی الف: میله شیشه ای ب- پارچه را حساب کنید. $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$

$n = ۲۰۰۰$

حل: الف:

$$q = +ne \Rightarrow q = +۲۰۰۰ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q = ۳۲۰۰ \times ۱۰^{-۱۹} C$$

$$q = ۳/۲ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰^{-۱۹} = ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۶} C$$

ب: بار پارچه هم به همان اندازه ولی منفی است.پس بار پارچه : $q = -ne = -۳/۲ \times ۱۰^{-۱۶} C$

تمرین ۱ : یک میله پلاستیکی در اثر مالش ۸۰۰تا الکترون می گیرد مقدار بار آن را حساب کنید؟ $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۱ــ۱

وقتی روی فرش راه می‌روید و بدنتان بار الکتریکی پیدا می‌کند، هنگام دست دادن با دوستتان، ممکن است با انتقال باری در حدود ۱nC به او شوک خفیفی وارد کنید. در این انتقال بار، چند الکترون بین شما و دوستتان منتقل شده است؟

پاسخ :

تمرین ۲: یک کره فلزی در اثر تماس با یک جسم بار دار چند تا الکترون باید بگیرد تا مقدار بار آن ۳/۲-کولن شود؟

$e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$

تمرین۳ : مقدار بارخالص جسمی $۶/۴\mu c$ است. تعیین کنید به جسم الکترون داده شده یا گرفته شده و تعدادالکترون های مبادله شده را بدست آورید. $e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$

تمرین ۱ــ۱

عدد اتمی اورانیوم $Z=۹۲$ است. بار الکتریکی هستهٔ اتم اورانیم چقدر است؟ مجموع بار الکتریکی الکترون‌های اتم اورانیم (خنثی) چه مقدار است؟ بار الکتریکی اتم اورانیم (خنثی) چقدر است؟

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

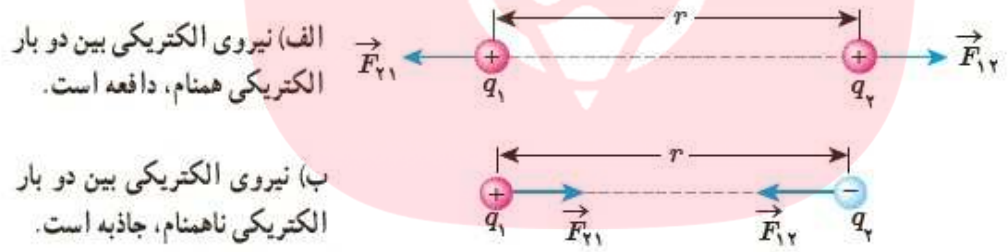
تمرین۴: عدد اتمی (تعداد پروتونها) اتم آهن (Fe) ۲۶ است. الف : مقدار بار مثبت ب: مقدار بار منفی آهن ج: مجموع بار آن را حساب کنید.

تمرین۵: کدامیک از گزینه های زیر می تواند بار خالص یک جسم باشد؟

۱) $۳\times۱۰^{-۱۸}C$ ۲) $-۲/۲\times۱۰^{-۱۷}C$ ۳) $+۴/۵\times۱۰^{-۱۸}C$ ۴) $۶/۴\times۱۰^{-۱۶}C$

۱-۲) قانون کولن:

هر دو ذره یا دو بارنقطه ای در راستای خط واصل به همدیگر نیروی الکتریکی وارد می کنند که این نیرو با حاصل ضرب بارها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله نسبت عکس دارد. اندازه این نیرو از رابطه زیر بدست می آید :



طبق قانون سوم نیوتن نیرویی که بار اول به دوم $(\vec{F}_{۱۲})$ وارد می کند با نیرویی که باردوم به اول $(\vec{F}_{۲۱})$ وارد می کند از نظر اندازه برابر ولی درجهت مخالف یکدیگرند.بنابراین:

$$\vec{F}_{۱۲}=-\vec{F}_{۲۱} \Longrightarrow F_{۱۲}=F_{۲۱}=F$$

$$F \propto q_۱ q_۲ \Rightarrow F = k\frac{q_۱ q_۲}{r^۲}$$

$$F \propto \frac{۱}{r^۲}$$

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

در رابطه فوق : $q_۲, q_۱$ بر حسب کولن (C) ، r بر حسب متر (m) و F بر حسب نیوتن (N) است .

k ثابت الکتروستاتیکی یا ثابت کولن نام داردومقدار آن ثابت است.

$$k = ۸/۹۸۷۵۵۱۷۹ \times ۱۰^۹ \approx ۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{c^۲}$$

مقدار k برابر است با : $k=\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰}$ که $\varepsilon_۰ = ۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\frac{C^۲}{Nm^۲}$ و ثابت گذردهی الکتریکی خلاء نام دارد.

سوال : مقدار k به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ :

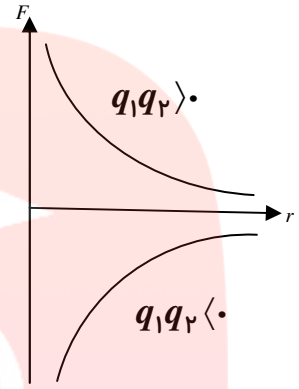
به دوعامل بستگی دارد:

۱-سیستم یکای کمیت ها ۲-جنس محیط بین دوباروواین موضوع نشان می دهدکه با تغییرمحیط بین دوبار، نیروی بین دوبار الکتریکی تغییر می کند.

نمودار تغییرات نیروی الکتریکی دوبار الکتریکی برحسب تغییر فاصله:

$$F = K\frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \frac{k, q_2 q_1}{} \rightarrow F = \frac{m}{r^2} \Rightarrow F\alpha \pm \frac{1}{r^2}$$

$$\begin{cases} r \rightarrow o \\ F \rightarrow \infty \end{cases} \qquad \begin{cases} r \rightarrow \infty \\ F \rightarrow o \end{cases}$$



سوال : نیروی بین دوبار چگونه و با چه وسیله ای اندازه گیری شده است؟

پاسخ :

نیروی بین دوبار الکتریکی با وسیله ای بنام ترازوی پیچشی اندازه گیری شده است.که شکل وشرح آن در صفحه ۵کتاب درسی داده شده است.

شکل ۱ـ۷ ترازوی پیچشی کولن. در یک سر یک میلهٔ نارسانای سبک افقی یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن، یک قرص قرار دارد و میله از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانهٔ شیشه‌ای برده می‌شود. درجه‌هایی بر سطح استوانه حک شده است که زاویهٔ چرخش میله را نشان می‌دهد. نیروی مؤثر بین این بارها از اندازه‌گیری زاویهٔ چرخش تا رسیدن به حالت تعادل به‌دست می‌آید.

مثال۲ : دو بار الکتریکی $q_1 = ۸\mu c$ و $q_2 = -۴\mu c$ به فاصله $۲cm$ از یکدیگر قرار دارند اندازه و نوع نیروی بین دو ذره را تعیین کنید .

$$q_1 = ۸\mu c \ , q_2 = -۴\mu c \ , r = ۲cm = ۲\times ۱۰^{-۲} \ , r = ?$$

پاسخ :

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = ۹\times ۱۰^{۹} \times \frac{(۸\times ۱۰^{-۶})(۴\times ۱۰^{-۶})}{(۲\times ۱۰^{-۲})^2} \Rightarrow F = ۷۲۰N$$

نکته تستی : (فرمول ۹۰)

هرگاه q_1, q_2 برحسب میکرو کولن و r برحسب سانتی متر باشد، فرمول نیروی بین دوبار پس از ساده کردن بصورت زیر نوشته می شود:

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \qquad F = 90\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

تمرین ۶ : دو بار الکتریکی $q_1 = 8\mu c$ و $q_2 = +4\mu c$ به فاصله $16cm$ از یکدیگر قرار دارند .این دو چند نیوتن به هم نیرو وارد می کنند؟ $k \approx 9\times10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$

۱) ۴۰ ۲) ۸۰ ۳) ۵۰ ۴) ۹۰

روش اول : حل کنید

روش دوم :از فرمول ۹۰ حل کنید

تمرین۷ : دو بار الکتریکی $q_1 = -4\mu c$ و $q_2 = -2\mu c$ به فاصله $6cm$ از یکدیگر قرار دارند. اندازه و نوع نیروی بین دو ذره برحسب نیوتن کدام است ؟

۱) ۱۲۰ودافعه ۲) ۲۰ودافعه ۳) ۱۲۰وجاذبه ۴) ۲۰وجاذبه

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۳ : دو بار الکتریکی $q_1 = +2\mu c$ و $q_2 = +5\mu c$ را در چه فاصله ای باید قرار دهیم تا نیروی الکتریکی بین آنها $100N$ شود ؟

$$q_1 = +2\mu c, q_2 = +5\mu c, F = 100N, r = ?$$

پاسخ:

$$F = K\frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow r^2 = k\frac{q_1 q_2}{F} \Rightarrow r^2 = 9\times10^9 \times \frac{2\times10^{-6}\times5\times10^{-6}}{100}$$

$$\Rightarrow r^2 = 9\times10^{-4} \Rightarrow r = 3\times10^{-2}m = 3cm$$

تمرین۸ : بار الکتریکی ۵ میکروکولنی را در چند سانتیمتری از بار ۴ میکروکولنی قراردهیم تا نیروی الکتریکی بین آنها ۱۸ نیوتن شود؟

۱) ۱ ۲) ۳/۱۴ ۳) ۹ ۴) ۱۰

تمرین۹ : دو بار الکتریکی $q_1 = ۴\mu c$ و q_2 به فاصله $۶cm$ از یکدیگر قرار دارند.اگر اندازه نیرویی که به هم وارد می کنند $۵۰N$ باشد، اندازه q_2چند میکروکولن است؟

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۸ ۴) ۵

تمرین۱۰ : بار $q_1 = q$ به بار $q_2 = ۲q$,در فاصله r نیروی $\vec{F}$ وارد می کند. بار q_2 در همان فاصله چه نیرویی به q_1 وارد می کند؟

۱) $\vec{F}$ ۲) $۲\vec{F}$ ۳) $-\vec{F}$ ۴) $-۲\vec{F}$

تمرین۱۰ : بار $q_1 = q$ به بار $q_2 = ۲q$,در فاصله r نیرویی به اندازه F وارد می کند. بار q_2 در همان فاصله چه نیرویی به q_1 وارد می کند؟

۱) F ۲) ۲F ۳) -F ۴) -۲F

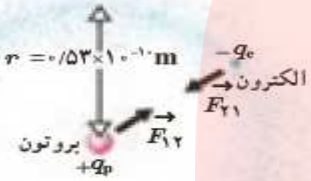
تمرین ۱۱ : دو ذره باردار در محل خود ثابت شده اند. اگر $\vec{F}_{12} = ۴\vec{i} - ۳\vec{j}$ باشد. $\vec{F}_{21}$ کدام است ؟

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

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۱۲: دو ذره دارای جرم و بار الکتریکی $m_1 = ۱۰g$,$q_1 = +۴\mu c$ و $m_۲ = ۲۰g$,$q_۲ = -۲\mu c$ به فاصله $۳۰cm$ ازیکدیگر قرار دارند. شتابی که هرکدام از ذرات در اثر نیروی الکتریکی می گیرند، بدست آورید.

مثال ۱ــ ۲



الف) در مدل بور برای اتم هیدروژن، فاصله الکترون از پروتون هسته در حالت پایه $۵/۳\times۱۰^{-۱۱}$ m است (شکل را ببینید). اندازهٔ نیروی الکتریکی که پروتون به الکترون وارد می کند را محاسبه کنید.

ب) در هستهٔ اتم هلیم دو پروتون به فاصلهٔ تقریبی $r=۲/۴\times۱۰^{-۱۵}$m از هم قرار دارند. اندازهٔ نیرویی که پروتون‌ها بر هم وارد می کنند را محاسبه کنید.

مای درس
www.my-dars.ir

تمرین ۱۳: قطره ای آزاد به جرم $۱۶\mu g$ که حامل بار ۱۰۰الکترون است. به فاصله ی ۳سانتی متری بار الکتریکی ساکن $q = ۲\mu C$ قرار دارد. شتاب اولیه ی قطره چند نیوتن بر کیلو گرم است؟

۱) ۲×۱۰^{-۵} ۲) ۲×۱۰^{-۲} ۳) ۵×۱۰^{۴} ۴) ۵×۱۰^{۵}

تمرین ۱۴: دو ذره دارای جرم های m , $۳m$ و بارهای الکتریکی q , $۳q$ در کنار هم قرار دارند . اگر هردو ذره فقط تحت تاثیر نیروی الکتریکی قرار داشته باشند، شتاب ذره دوم چند برابر شتاب ذره اول است؟

۱) ۲ ۲) ۶ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۹}$

رابطه مقایسه ای قانون کولن :

هر گاه در حالت کلی مقدار بارها $q_۱$, $q_۲$ و فاصله آنها r بین آنها به $q'_۱$, $q'_۲$, r' تغییر کند، می توانیم رابطه مقایسه ای را بصورت زیر بنویسیم:

$$F = k\frac{q_۱ q_۲}{r^۲} \quad , \quad F' = k\frac{q'_۱ q'_۲}{r'^۲} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{k\frac{q'_۱ q'_۲}{r'^۲}}{k\frac{q_۱ q_۲}{r^۲}} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q'_۱}{q_۱} \times \frac{q'_۲}{q_۲} \times \frac{r^۲}{r'^۲}$$

مثال۴ : هرگاه فاصله بین دو بار الکتریکی ۳ برابر و مقدار هر کدام از بارها دو برابر شوند . نیروی الکتریکی بین دو بار چند برابر می شود ؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۴}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۴}$

پاسخ :

$$r' = ۳r \ , \ q'_۱ = ۲q_۱ \ , \ q'_۲ = ۲q_۲$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_۱}{q_۱} \times \frac{q'_۲}{q_۲} \times \frac{r^۲}{r'^۲}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{۲q_۱}{q_۱} \times \frac{۲q_۲}{q_۲} \times \frac{r^۲}{(۳r)^۲} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۲}{۱} \times \frac{۲}{۱} \times \frac{۱}{۹} \Rightarrow F' = \frac{۴}{۹}F$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین۱۵ : اگر اندازه یکی از بارها و هم چنین فاصله ی بین دوبار نصف شود ، نیروی الکتریکی بین دوبارالکتریکی چندبرابر می شود؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

مثال ۶ : نیرویی که دو بار نقطه ای $+q$ در فاصله r نیرویی که به یکدیگر وارد می کنند برابر $F = ۶۴۰N$ است .
اگر بار $۲\mu c$ از یکی کم کرده ، همانقدر به دیگری اضافه کنیم . نیروی جدید ، F' در همان فاصله برابر $۶۰۰N$ می شود .
بار q چند میکرو کولن بوده است؟

۱) ۶۴ ۲) ۳۲ ۳) ۸ ۴) ۱۶

پاسخ :

$$q_۱ = q \quad q_۲ = q \Rightarrow F = K\frac{q\times q}{r^۲} = k\frac{q^۲}{r^۲}$$

$$q_۱' = q - ۲ \quad q_۲' = q + ۲ \Rightarrow F' = K\frac{(q-۲)(q+۲)}{r^۲}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{(q-۲)(q+۲)}{q^۲} \Rightarrow \frac{۶۰۰}{۶۴۰} = \frac{q^۲-۴}{q^۲} \Rightarrow \frac{۱۵}{۱۶} = \frac{q^۲-۴}{q^۲} \Rightarrow ۱۶q^۲ - ۶۴ = ۱۵q^۲ = ۱۵q^۲ \Rightarrow q^۲ = ۶۴ \Rightarrow q = ۸\mu c$$

تمرین۱۶ : نیرویی که دو بار نقطه ای $+q$ در فاصله r به یکدیگر وارد می کنند برابر $F = ۸۱۰N$ است .
اگر بار $۲\mu c$ از یکی کم کرده ، همانقدر به دیگری اضافه کنیم . نیروی جدید ، F' در همان فاصله برابر $۷۷۰N$ می شود .
بار q چند میکرو کولن بوده است؟

۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۸۱ ۴) ۳۶

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین۱۷ : نیروی الکتریکی بین دوبار نقطه ای q در فاصله r برابر F است. هرگاه بار یکی را ثلث کرده وبقیه را به باردیگر بیافزایم، نسبت $\frac{F'}{F}$ کدام است ؟

۱) $\frac{۳}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۵}$

تمرین ۱۸: دوبار الکتریکی در فاصله معینی به هم نیروی F وارد می کنند.اگر ۲۵درصد از یکی از بارها کم کرده بر دیگری اضافه کنیم ، نیروی بین دوبار در همان فاصله چندبرابر می شود؟

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) $\frac{۱۵}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱۶}{۱۵}$

سوال : بار q را به دو قسمت به چه نسبتی تقسیم کنیم تا وقتی در فاصله معینی قرار می گیرند، بیشترین نیرو را به یکدیگر وارد کنند؟

راهنمایی : باید نشان دهید وقتی یک عدد را به دوقسمت می کنیم در چه حالتی حاصل ضرب دو عدد بیشترین می شود .

تمرین ۱۹: مجموع مقادیر دوبار الکتریکی ۱۵میکروکولن است. آن دو در فاصله ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار گرفته و به هم نیروی ۵ نیوتن وارد می کنند. مقدار هریک از بارها را بدست آورید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

نحوه توزیع بار الکتریکی بین دوکره و نیروی الکتریکی بین آنها بعداز تماس آنها باهم:

مثال۷ : دوکره فلزی یکسان که روی دو پایه ی عایق قرار دارند، دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +12\mu c$ و $q_2 = -4\mu c$ به فاصله معینی از هم قرار دارند و بهم نیروی F وارد می کنند. آنهار باهم تماس داده سپس در همان فاصلی قبلی قرار می دهیم .
الف) بار هرکدام از کره ها چقدر می شود؟ ب) نیروی بین آنها چند F می شود؟

تمرین ۲۰ : دوکره فلزی یکسان که روی دو پایه ی عایق قرار دارند، دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +10\ \mu c$ و $q_2 = -6\mu c$ به فاصله معینی از هم قرار دارند و بهم نیروی F وارد می کنند. آنها را باهم تماس داده سپس در همان فاصلی قبلی قرار می دهیم .
الف) بار هرکدام از کره ها چقدر می شود؟ ب) نیروی بین آنها چند F می شود؟

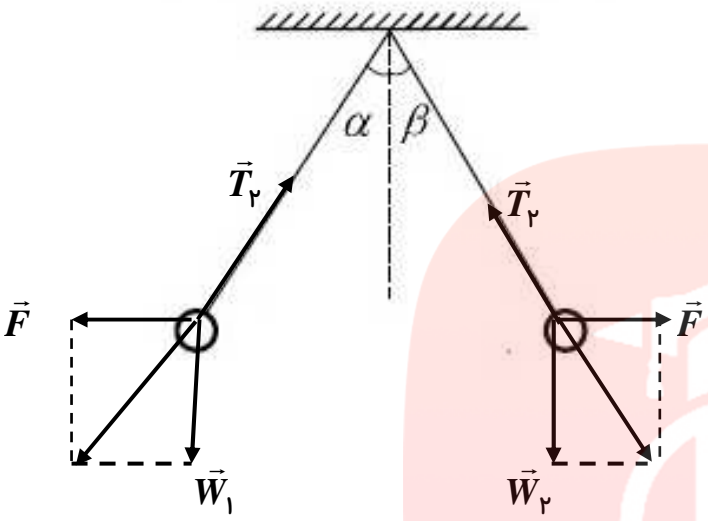
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

آونگ الکتریکی :

گلوله ای بار دار و سبک که به نخی نازک و سبک با طول معین بسته شده باشد را آونگ الکتریکی می گویند.

نیرو های وارد بر دو آونگ الکتریکی و روابط آنها:

مطابق شکل دو گلوله فلزی با جرم های m_1 و m_2 را توسط نخ هایی به سقف متصل کرده ایم .اگر به انها بارهای همنام q_1 و q_2 القا کنیم ، همدیگر را دفع نموده و مطابق شکل در حال تعادل قرار می گیرند.اگر زوایای انحراف آنها را در این حالت از راستای قایم به ترتیب α , β بنامیم . داریم :



$$\vec{T}+\vec{F}+\vec{W}=0 \Rightarrow \vec{F}+\vec{W}=-\vec{T}$$

$$T=\sqrt{F^2+W^2}$$

$$\tan\alpha=\frac{F}{W_1} \quad , \quad \tan\beta=\frac{F}{W_2}$$

$$\Rightarrow \frac{\tan\alpha}{\tan\beta}=\frac{W_2}{W_1} \quad or \quad \frac{\tan\alpha}{\tan\beta}=\frac{m_2}{m_1}$$

بررسی حالت های ممکن :

۱) $q_1=q_2 \quad \text{or} \quad q_1\neq q_2 \Rightarrow F_1=F_2$

۲) $m_1=m_2 \Rightarrow W_1=W_2 \Rightarrow \tan\alpha=\tan\beta \Rightarrow \alpha=\beta$

۳) $m_1\neq m_2 \Rightarrow W_1\neq W_2 \Rightarrow \tan\alpha\neq\tan\beta \Rightarrow \alpha\neq\beta$

۴) $m_1<m_2 \Rightarrow W_1< W_2 \Rightarrow \tan\alpha>\tan\beta \Rightarrow \alpha>\beta$

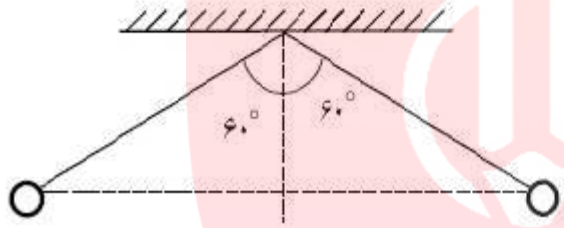
تمرین ۲۲ : دو گلوله باردار که جرم هر کدام $\frac{40}{3}g$ است، توسط دو نخ سبک هم طول از یک نقطه آویزان می کنیم. بعد از تعادل فاصله گلوله ها از هم ۳۰سانتی متر و زاویه بین دو نخ ۷۴درجه می شود، اگر بار گلوله ها مشابه باشد اندازه بار هر گلوله بر حسب میکرو کولن چقدر است ؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

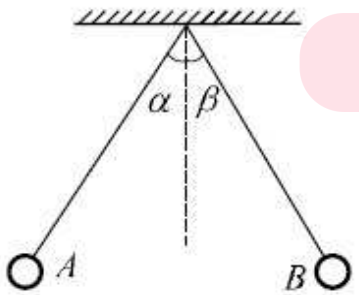
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۲۳ دو گلوله کوچک هم‌جرم، یکی دارای بار $q_1 = q$ و دیگری دارای بار $q_2 = 2q$ را به انتهای دو نخ با طول‌های مساوی بسته و انتهای دیگر نخ‌ها را از یک نقطه می‌آویزیم. زاویه انحراف دو گلوله از وضعیت تعادل(که آنها را به ترتیب α و β می‌نامیم)، چه رابطه‌ای با هم دارند؟

تمرین ۲۴ در شکل زیر دو گلوله مشابه هر یک به جرم $52\ gr$ به دو رشته نخ ابریشمی بسته و از یک نقطه آویزان هستند. به آنها بار مساوی می‌دهیم تا در فاصله افقی $30\ cm$ از هم قرار گیرند. اگر زاویه نخ‌ها با راستای قائم در این حالت 60° شود، q چقدر است؟ $(\sqrt{3} = 1/73)$



تمرین ۲۵ در شکل زیر، گلوله‌های باردار از دو نخ با طول مساوی آویزان‌اند و زاویه انحراف آنها از راستای قائم α و β بوده و اندازه نیروی الکتریکی وارد بر آنها F_A و F_B است. اگر $q_A > q_B$ و $m_A < m_B$ باشد، کدام رابطه زیر درست است؟



الف) $\alpha = \beta$ و $F_A = F_B$

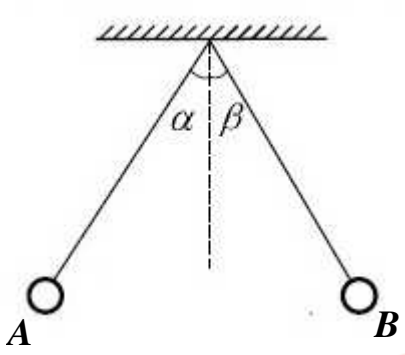
ب) $\alpha > \beta$ و $F_A = F_B$

ج) $\alpha > \beta$ و $F_A > F_B$

د) $\alpha = \beta$ و $F_A < F_B$

مای درس
www.my-dars.ir

تمرین ۲۶ : در شکل مقابل $m_A = ۳g$, $m_B = ۲g$ است. اگر گلوله ها در یک سطح افق و در تعادل باشند، $\frac{\tan\alpha}{\tan\beta}$ کدام است ؟

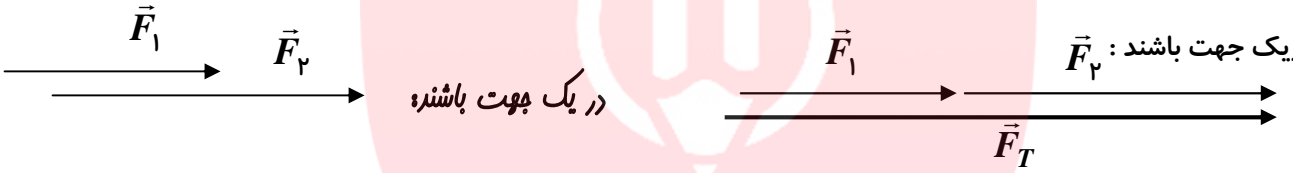


۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

یادداشت ریاضی: بردار و جمع برداری یا برآیند دو بردار

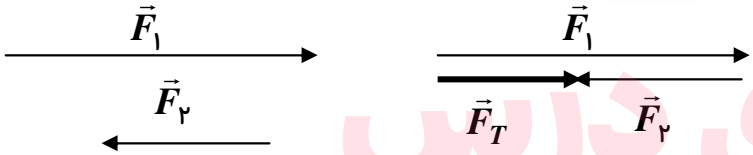
۱- اگر دو نیرو یا دوبدار همراستا باشند جمع برداری آنها همان جمع جبری است .

الف) دریک جهت باشند :



$$\vec{F}_T = \vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ \Rightarrow F_T = F_۱ + F_۲$$

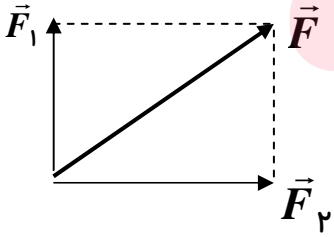
ب) درجهت مخالف باشند :



$$\vec{F}_T = \vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ \Rightarrow F_T = |F_۱ - F_۲|$$

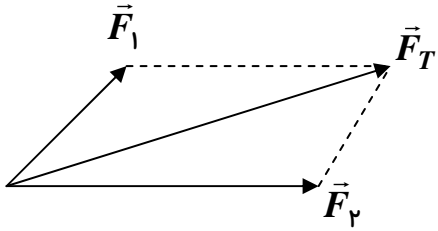
۲- اگر با هم زاویه بسازند :

الف) در حالت عمود بر هم بزرگی آنها از قاعده فیثاغورث محاسبه می شود :



$$\vec{F}_T = \vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ \Rightarrow F_T = \sqrt{F_۱^۲ + F_۲^۲}$$

ب) اگر زاویه θ بسازند از قانون کسینوسها یعنی رابطه زیر بزرگی آنها بدست می آید :



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

«قانون کسینوسها »

$$\vec{F}_T = \vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ \Rightarrow \quad F = \sqrt{F_۱^{۲} + F_۲^{۲} + ۲F_۱F_۲\cos\theta}$$

نکته : اگر $F_۱ = F_۲$ باشد $F_۱ = F_۲ \Rightarrow F_T = ۲F_۱\cos\frac{\theta}{۲}$

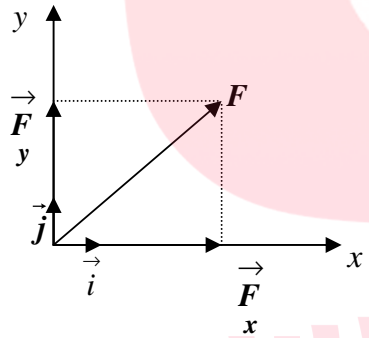
نکته : در حالتی که بخواهیم برآیند تفریق دو بردار را محاسبه کنیم :

نکته : اگر $F_۱ = F_۲$ باشد :

$$F_T = \sqrt{F_۱^{۲} + F_۲^{۲} - ۲F_۱F_۲\cos\theta}$$

$$F_۱ = F_۲ \Rightarrow F_T = ۲F_۱\sin\frac{\theta}{۲}$$

روش تجزیه بردار :



$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$

$$\vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j}$$

$$\cos\theta = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_y = F\cos\theta$$

$$\sin\theta = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F\sin\theta$$

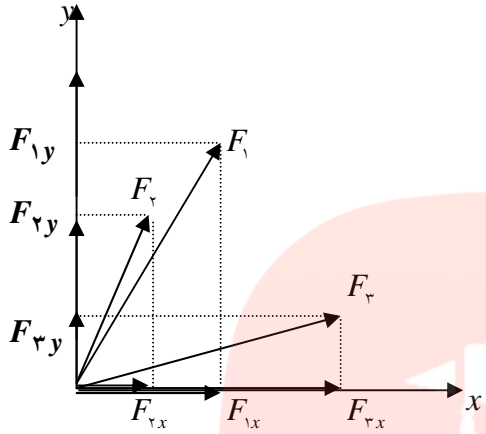
$$\Rightarrow F = F_x\cos\theta\,\vec{i} + Fy\sin\theta\,\vec{j}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

زاویه ای که بردار برآیند با مثبت محور x ها می سازد:

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x} \Rightarrow \theta = Arc\ \tan^{-۱}\theta$$

نکته : اگر بیش از یک بردار در دستگاه مختصات وجود داشته باشد هر کدام را بصورت روش فوق تجزیه نموده مجموع آنها را در راستای x و y بطور جداگانه حساب می کنیم و سپس بردار برآیند را از رابطه (۱) بدست می آوریم :



$$\vec{F}_T = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \ldots\ldots\ldots$$
$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \ldots\ldots$$
$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \ldots\ldots$$
$$\vec{F}_T = F_x\,\vec{i} + F_y\,\vec{j}$$
$$F_T = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

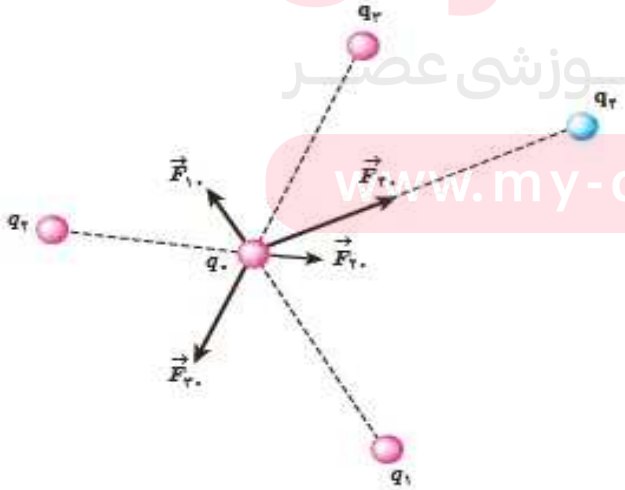
اصل برهم نهی نیروهای الکتریکی :

اگر به جای دوذره باردار تعدادی بارنقطه ای داشته باشیم ، نیروی الکتریکی وارد برهر ذره ، برآیند نیروهایی است که هریک از ذره های دیگر در غیاب سایر ذره ها، برآن ذره وارد می کند. این موضوع که از آزمایش نتیجه شده است را اصل برنهی نیروهای الکتروستاتیکی می گویند.

فرض کنید n ذره باردار در نزدیکی بار نقطه ای q_0 قرار دارند. آنگاه نیروی خالص یا برآیند وارد بربار نقطه ای q_0 با جمع برداری زیر بدست می د:

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

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

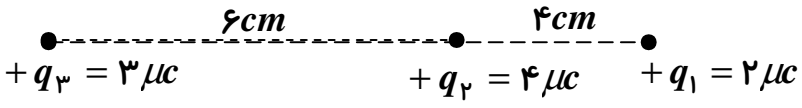


برای نمونه نیروی وارد بر q_0 از طرف چهارذره دیگر در شکل نشان داده شده است.

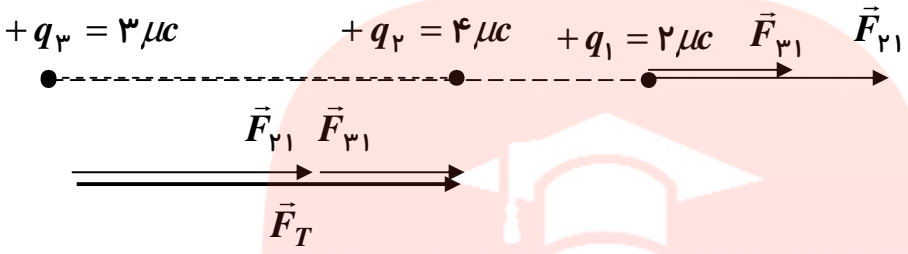
$$\vec{F}_{T0} = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} + \vec{F}_{40}$$

مثال هایی از محاسبه برآیند نیروهای همراستا :

مثال ۸: مطابق شکل برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 را بدست آورید وجهت نیروی برآیند را مشخص کنید .



پاسخ : بر بار q_1 از طرف q_2و q_3 به ترتیب نیروهای F_{31}, F_{21} وارد می شود .



$$F_{21} = K\frac{q_1 q_2}{r_1^2} \Rightarrow F_{21} = 9\times10^9 \times \frac{(4\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{(4\times10^{-2})^2} \Rightarrow F_{21} = 45N$$

$$F_{31} = K\frac{q_3 q_1}{r_2^2} \Rightarrow F_{31} = 9\times10^9 \times \frac{(3\times10^{-6})(2\times10^{-6})}{(10\times10^{-2})^2} \Rightarrow F_{31} = 5/4N$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{23}$$

$$F_T = 45 + 5/4 \Rightarrow F_T = 50/4N$$

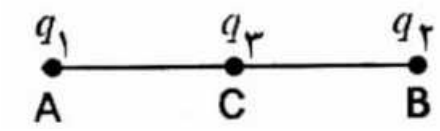
$$\vec{F}_T = 50/4\vec{i}$$

پرسش ۱ـ۲

سه ذرّه باردار مانند شکل روبه‌رو، روی یک خط راست قرار دارند و فاصلهٔ بارهای سمت راست و چپ از بار میانی برابر است. الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی میانی را تعیین کنید. ب) اگر ذرّهٔ سمت راست به جای q، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار میانی چگونه خواهد بود؟

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir
مای درس

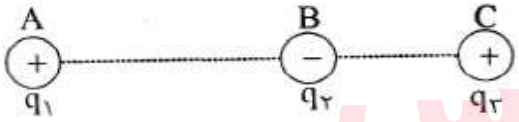
تمرین ۲۷ : مطابق شکل زیر، سه ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +4\mu C , q_2 = -9\mu C , q_3 = -1\mu C$ در نقطه های A و B و C ثابت شده اند. بزرگی و جهت نیروی الکتریکی وارد بربار q_3 را محاسبه کنید.



$AC = CB = 10cm$

$K \cong 9\times10^9 N.m^2/C^2$

تمرین ۲۸ : مطابق شکل زیر، سه ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +2/5\mu C , q_2 = -1\mu C , q_3 = +4\mu C$ در نقطه های A و B و C ثابت شده اند. بزرگی و جهت نیروی الکتریکی وارد بربار q_3 را محاسبه کنید

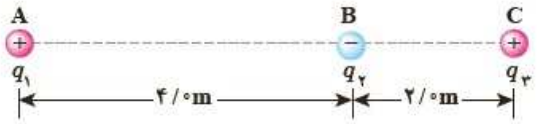


$AC = 6cm , BC = 2cm$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۱ــ ۳

سه ذرّه با بارهای $q_1=+2/5\mu C$ ، $q_2=-1/0\mu C$ و $q_3=+4/0\mu C$ در نقطه‌های A، B و C مطابق شکل روبه‌رو ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید.



پاسخ :

صفرشدن برآیند نیروهای وارد بر یک ذره باردار یا بار آزمون هنگامی که در یک راستا قرار دارند:

فرض کنید دوبار الکتریکی q_1 و q_2 ($q_2 > q_1$) در فاصله معینی ازهم قرار دارند و بخواهیم بار سومی (q_3) را در راستای خط واصل آن دو در فاصله معینی قرار دهیم ، در چه موقعیتی باید قرار گیرد تا برآیند نیرو های وارد برآن صفر شود؟
آیا به نوع وعلامت دوبار بستگی دارد؟ به نوع بار سوم واندازه بار سوم بستگی دارد؟

ثابت می شود که :

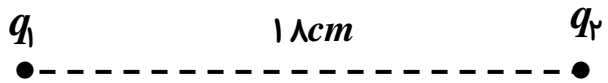
الف) به اندازه و نوع بار سوم بستگی ندارد.

ب) اگر دوبار q_1 , q_2 هم علامت باشند، نیروی برآیند وارد بر q_3 بین دوبار ونزدیک بار کوچکتر صفر است. اگر x فاصله بارسوم از بار کوچکتر باشددر این حالت از رابطه $x=\dfrac{r}{\sqrt{\dfrac{q_2}{q_1}}+1}$ بدست می آید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

ج) اگر دوبار با علامت مخالف باشند نیروی برآیند ، خارج دوبار ونزدیک بار کوچکتر صفر است. اگر x فاصله بارسوم از بار کوچکتر باشد،در این حالت از رابطه $x=\dfrac{r}{\sqrt{\dfrac{q_2}{q_1}}-1}$ بدست می آید.

مثال ۹: دو بار نقطه ای $q_1 = ۲\mu c$ و $q = ۸\mu c$ مطابق شکل زیر در فاصله $۱۸cm$ از یکدیگر واقع اند . در چه فاصله ای از بار q_1 در امتداد خط واصل دو بار $q_۲, q_1$ بار $q_۳ = ۱\mu c$ را قرار دهیم تا برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن صفر شود ؟ (یا بار $q_۳$ در تعادل باشد ؟)



روش اول :

$$\vec{F}_{۲۳} + \vec{F}_{۱۳} = ۰ \Rightarrow \vec{F}_{۲۳} = -\vec{F}_{۱۳} \Rightarrow F_{۲۳} = F_{۱۳}$$

$$K\frac{q_۲q_۳}{(r-x)^۲} = k\frac{q_۱q_۳}{x^۲} \Rightarrow \frac{۸\times۱۰^{-۶}}{(۱۸-x)^۲} = \frac{۲\times۱۰^{-۶}}{x^۲}$$

$$\frac{۴}{(۱۸-x)^۲} = \frac{۱}{x^۲} \rightarrow \frac{۲}{(۱۸-x)} = \pm\frac{۱}{x} \Rightarrow ۱۸ - x = ۲x \Rightarrow x = ۶cm$$

روش دوم : حل کنید

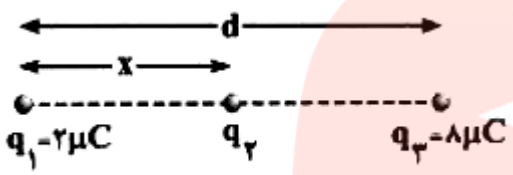
تمرین۲۹ : مثال فوق را در صورتی که $q_۱ = -۲\mu c$ و $q_۲ = ۸\mu c$ باشد ، حل کنید.

تمرین ۳۰ : دو بار نقطه ای $q_۱ = ۱۸\mu c$ و $q_۲ = -۲\mu c$ مطابق شکل زیر در فاصله $۸۰cm$ از یکدیگر واقع اند . در چه فاصله ای از بار $q_۱$ در امتداد خط واصل دو بار $q_۲, q_۱$ بار $q_۳ = -۵\mu c$ را قرار دهیم تا برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن صفر شود ؟

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

سوال : فرض کنید دوبار الکتریکی q_1 〉 q_2 در فاصله معینی ازهم قرار دارند و بخواهیم بار سومی (q_3) را در راستای خط واصل آن دو در فاصله معینی قرار دهیم نوع بار q_3 و مقدار آن را طوری تعیین کنید که برآیند نیروهای وارد بر هریک از سه بار صفرشود.

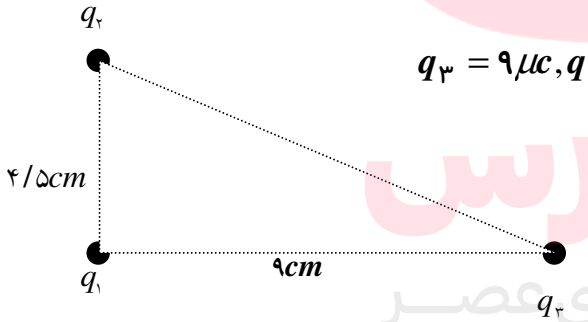
تمرین ۳۱ : سه بار نقطه ای مطابق شکل در یک راستا قرار دارند و برآیند نیروهای وارد بر هریک از آنها صفر است ، بار q_2 چند میکرو کولن است؟



۱) $-\frac{۲}{۹}$ ۲) $\frac{۲}{۹}$ ۳) $-\frac{۲}{۸}$ ۴) $\frac{۲}{۹}$

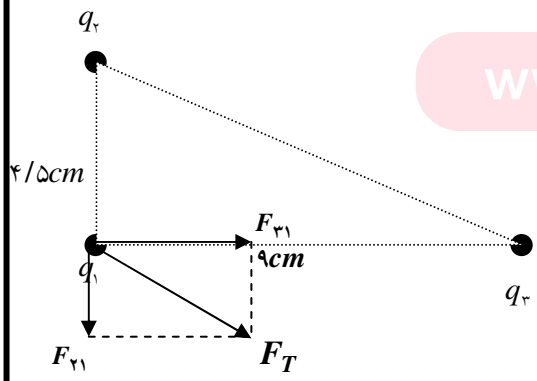
برآیند دونیر و وقتی عمود باشند:

مثال ۱۰: مطابق شکل زیر سه بار الکتریکی $q_1=-۶\mu c, q_2=-۶\mu c, q_3=۹\mu c$ در سه رأس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند . نیروی وارد بر بار q_1 را محاسبه و جهت آنرا مشخص کنید .



پاسخ :

نیروهایی که از طرف بار q_2 , q_3 وارد می شود رسم ومحاسبه می کنیم .



$$F_{21}=k\frac{q_1q_2}{r_1^2}\Rightarrow F_{21}=۹\times۱۰^{۹}\times\frac{(۳\times۱۰^{-۹})(۶\times۱۰^{-۹})}{(۴/۵\times۱۰^{-۲})^2}\Rightarrow F_{21}=۴\times۱۰^{-۵}N$$

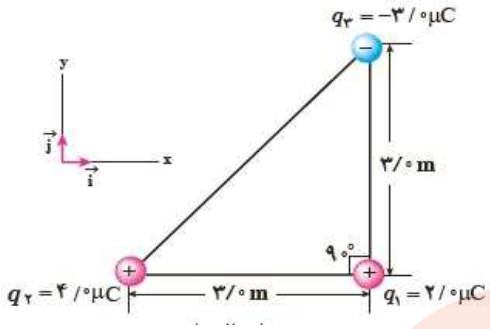
$$F_{31}=k\frac{q_3q_1}{r_2^2}\Rightarrow F_{31}=۹\times۱۰^{۹}\times\frac{(۹\times۱۰^{-۹})(۶\times۱۰^{-۹})}{(۹\times۱۰^{-۲})^2}\Rightarrow F_{31}=۶\times۱۰^{-۵}N$$

$$F_T=\sqrt{F_{21}^2+F_{31}^2}\Rightarrow F=\sqrt{(۶\times۱۰^{-۵})^2+(۴\times۱۰^{-۵})^2}$$

$$\Rightarrow F_T=\sqrt{۵۲}\times۱۰^{-۵}\cong۷\times۱۰^{-۵}N$$

مثال ۱ــ ۴

سه ذرهٔ باردار مطابق شکل روبه‌رو در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذرهٔ واقع در رأس قائمه را به‌دست آورده و اندازهٔ این نیرو را محاسبه کنید.



پاسخ :

تمرین ۱ــ ۳

در مثال ۱ــ ۴ الف) اگر علامت بار $q_۲$ تغییر کند جهت نیروی برایند وارد بر بار $q_۱$ چگونه خواهد شد؟

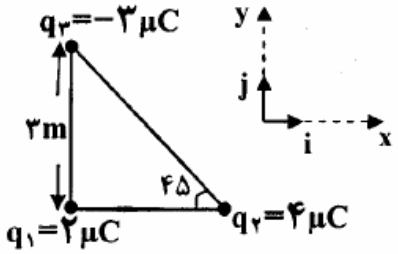
ب) اگر علامت بار $q_۲$ تغییر کند، جهت نیروی برایند وارد بر بار $q_۱$ چگونه خواهد شد؟

پ) آیا اندازهٔ نیروی برایند وارد بر بار $q_۱$ در قسمت‌های الف و ب با مقدار به دست آمده در مثال ۱ــ ۴ متفاوت است؟

مای درس
گـــروه آمـــوزشی عصـــر
www.my-dars.ir

تمرین ۳۲:

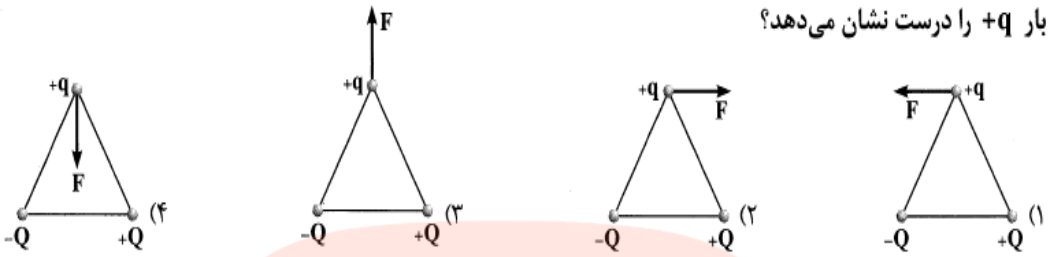
سه ذره باردار مطابق شکل زیر در سه رأس مثلث قائم الزاویه ای ثابت شده اند، نیروی الکتریکی وارد بر ذرهٔ واقع در رأس قائمه، بر حسب بردارهای i و j چند نیوتون است؟



$$k = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^۲}{C^۲}$$

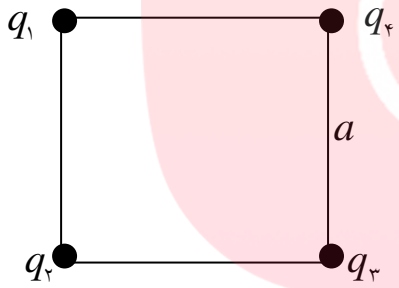
@farayand 11 ۰۹۱۱۱۸۵۴۶۲۷ برای رسیدن به هر نقطه‌ای باید مراحلی طی شود.

تمرین ۳۳ : بار نقطه‌ای Q+ و Q- و q+ در سه رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع واقع‌اند. کدام‌یک از شکل‌های زیر جهت نیـروی وارد بـر بار q+ را درست نشان می‌دهد؟



مثال۹: چهاربار در گوشه های یک مربع به ضلع a واقع اند.
نیروی الکتریکی واردبریکی ازبارهاراحساب کنید.

$$q_۱ = q_۲ = q_۳ = q_۴ = +q$$



پاسخ :

$$r_۲^۲ = a^۲ + a^۲ = ۲a^۲$$

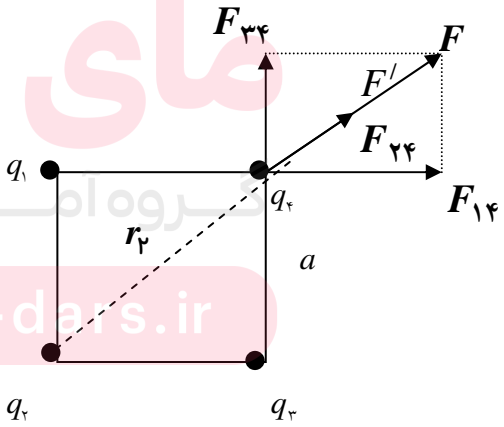
$$F_{۱۴} = F_{۳۴}$$

$$F_{۱۴} = k\frac{q_۱q_۴}{r^۲} \Rightarrow F_{۱۴} = k\frac{q^۲}{a^۲}$$

$$F_{۲۴} = k\frac{q_۲q_۴}{r_۲^۲} \Rightarrow F_{۲۴} = k\frac{q^۲}{۲a^۲}$$

$$F' = \sqrt{F_{۳۴}^۲ + F_{۱۴}^۲} \Rightarrow F' = \sqrt{۲F_{۱۴}^۲} = \sqrt{۲}F_{۱۴} = \sqrt{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}$$

$$F = F' + F_{۲۴} \Rightarrow F = \sqrt{۲}k\frac{q^۲}{a^۲} + \frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}$$

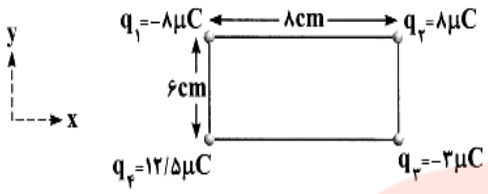


$$\Rightarrow F = ۱/۹k\frac{q^۲}{a^۲}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۳۴ : چهـار بـار الکتریکـی در رأس‌هـای مسـتطیلی مطـابق شـکل قـرار دارنـد. بزرگـی و بـردار نیـروی وارد بـر بـار q_2 در SI کـدام است؟ $(k = 9\times10^9 N.m^2/C^2)$

(سراسری ریاضی ۹۰ خارج از کشور)



۱) ۳۰، $-18\vec{i}-24\vec{j}$

۲) ۶۰، $-36\vec{i}-48\vec{j}$

۳) $6\sqrt{10}$، $-18\vec{i}-6\vec{j}$

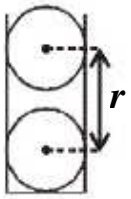
۴) $9\sqrt{10}$، $-27\vec{i}-9\vec{j}$

تمرین ۳۵ : مطابق شکل، دو گلوله با بارهای همنام و مساوی هر کدام به جرم ۱۰ گرم را، در یک لوله شیشه‌ای قائم با بدنه بدون اصطکاک رها می‌کنیم. در حالت تعادل، گلوله‌ها در فاصله ۴۰ سانتی‌متری همدیگر قرار می‌گیرند. بار الکتریکی گلوله‌ها را تعیین کنید.

تمرین ۳۶ : دو گلوله با جرم‌های برابر و بار الکتریکی $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = 8\mu C$ را در یک لوله شیشه‌ای قائم با بدنه بدون اصطکاک رها می‌کنیم. در حالت تعادل، گلوله‌ها در فاصله ۴۰ سانتی‌متری از یکدیگر قرار می‌گیرند. جرم گلوله‌ها را تعیین کنید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۳۷ : در شکل زیر، جرم گلوله‌ی نارسانای A برابر با ۲۰۰ گرم و بار الکتریکی موجود در مرکز آن برابر با ۲۰μC است. اگر این گلوله تحت تأثیر نیروی رانشی گلوله‌ی نارسانای B که بار مرکز آن ۲۰۰μC است، در حالت تعادل به سطح افقی بالای خود نیروی عمودی ۳۹۸N را وارد کند، فاصله‌ی بین مراکز گلوله‌های A و B ، چند سانتی‌متر است؟ ($k=9\times10^9\frac{N.m^2}{C^2}$ ، $g=10\frac{N}{kg}$ و اصطکاک دیواره‌ها ناچیز فرض شود.)



۱) ۳۰ ۲) ۱۰

۳) ۲۰ ۴) ۴۰

۱-۴) میدان الکتریکی :

یک بارالکتریکی در هرنقطه ازفضای اطراف خودخاصیتی ایجادمی کند که می تواند بر هر ذره باردار دیگر تاثیر بگذارد یا نیرو وارد کند که به آن میدان الکتریکی می گویند. میدان الکتریکی کمیتی برداری است و آن را با $\vec{E}$ نشان می دهند

بار آزمون :

بار الکتریکی کوچکی است که برای سنجش کمیت های الکتریکی مانند میدان الکتریکی و.....به محل آورده می شود. اندازه بار آزمون بایستی به قدری کوچک باشد که اثرش بر محیط اطراف قابل چشم پوشی بوده و به اصطلاح در توزیع قبلی بار اغتشاشی به وجود نیاورد. بار آزمون را بنابر قرارداد مثبت در نظر می گیرند. با $q_\circ$ نشان می دهند.

تعریف کمی میدان الکتریکی :

بنابرتعریف میدان الکتریکی $\vec{E}$ در یک نقطه از فضا برابر با نیرویی است که به واحد بار الکتریکی مثبت یا بار آزمون $q_\bullet$ در آن نقطه وارد می شود:

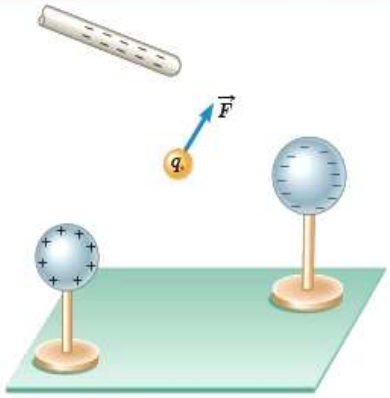
$$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_\circ}$$

- جهت نیروی اکتریکی هم جهت با نیرویی است که بربار آزمون وارد می شود.
- یکای میدان الکتریکی طبق فرمول $\frac{N}{C}$ (نیوتن برکولن) است.

مثال ۱۰ : بربارالکتریکی $+۴\mu C$ ازطرف بار q نیرویی برابر $۰/۰۲N$ واردمی شود.میدان الکتریکی بار q را درآن نقطه محاسبه کنید.

$$q_\circ=+۴\mu c \quad F=\%۲N \quad E=\frac{F}{q_\circ}\Rightarrow E=\frac{۰/۰۲}{۴\times۱۰^{-۶}}\Rightarrow E=۵\times۱۰^{۳}\frac{N}{C}$$

مثال ۱ــ ۵



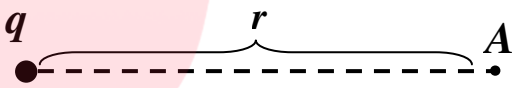
بار آزمون نشان داده شده در شکل $q_0 = +۳/۰ \times ۱۰^{-۸}\,C$ است و از سوی دو گوی و یک میلهٔ باردار نیرویی برابر با $F = ۶/۰ \times ۱۰^{-۵}\,N$ در جهت نشان داده شده بر آن وارد می‌شود.

الف) میدان الکتریکی در محل بار آزمون را تعیین کنید.

ب) اگر بار $+۱۲ \times ۱۰^{-۸}\,C$ را به جای q_0 قرار دهیم، چه نیرویی به آن وارد می‌شود؟

۱–۵) میدان الکتریکی حاصل ازیک بارنقطه ای q :

بارنقطه ای q در نقطه ای مثل A ، به فاصله r ازآن دارای میدان الکتریکی به اندازه E است. اگر بار آزمون q_0 را در آن نقطه قرار دهیم به آن نیروی F وارد می شود که از قانون کولون داریم :



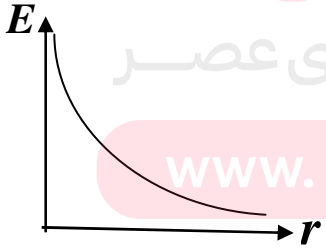
$$F = K\frac{|q|q_0}{r^2}$$

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow \quad E = \frac{K\frac{|q|q_0}{r^2}}{q_0} \quad \Rightarrow E = K\frac{|q|}{r^2}$$

➢ عامل های موثردر میدان الکتریکی بار q:

میدان الکتریکی هربار با اندازه آن بار(q) رابطه مستقیم وبا مجذورفاصله r^2 رابطه وارون دارد.

نمودار میدان الکتریکی بار q بر حسب فاصله :



گـــروه آمـــوزشی عصـــر
www.my-dars.ir

تمرین ۳۸ : میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای با ..... متناسب و با ..... از بار الکتریکی نسبت عکس دارد.

۱) مجذور بار الکتریکی- فاصله
۲) بار الکتریکی- فاصله
۳) مجذور بار الکتریکی- مجذور فاصله
۴) بار الکتریکی- مجذور فاصله

مثال ۱۱ : میدان الکتریکی یک بارنقطه ای ۳/۲ میکروکونی را در ۴۰ سانتیمتری آن بدست آورید.

پاسخ :

$$q = ۳/۲\mu C \ , \ r = ۴۰cm \quad E = K\frac{q}{r^۲} \Rightarrow E = ۹\times ۱۰^۹ \times \frac{۳/۲\times ۱۰^{-۶}}{(۴۰\times ۱۰^{-۲})^۲}$$

$$\Rightarrow E = ۱/۸\times ۱۰^۵ \frac{N}{C}$$

تمرین ۳۶ : شدت میدان الکتریکی در نقطه ای به فاصله ی ۳۰ سانتی متری از یک بار الکتریکی نقطه ای یک میکروکونی چقدر است؟

مثال ۱۲ : درچه فاصله ای از بار $۱۲\mu C$، میدان الکتریکی $۳\times ۱۰^۷ N/C$ می شود؟

پاسخ :

$$q = ۱۲\mu C \ , \ E = ۳\times ۱۰^۷ \frac{N}{C} \qquad E = K\frac{q}{r^۲} \Rightarrow r^۲ = \frac{E}{Kq}$$

$$\Rightarrow r^۲ = \frac{۳\times ۱۰^۷}{۹\times ۱۰^۹ \times ۱۲\times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow r^۲ = \frac{۱۰۰}{۳۶} \Rightarrow r = \frac{۱۰}{۶} \Rightarrow r = 1.6\text{m}$$

جهت میدان الکتریکی :

برای بدست آوردن قاعده ای در مورد جهت میدان الکتریکی $+q, -q$ در اطراف آنها بارآزمون $+q_۰ , -q_۰$ قرار می دهیم وسپس از رابطه $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{+q_۰}$ و $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{-q_۰}$ جهت میدان را مشخص می کنیم .

با توجه به بحث فوق به این نتیجه می رسیم:

➤ ۱) جهت میدان الکتریکی درهرنقطه هم جهت بانیرویی است که بربار الکتریکی مثبت واردمی شود و درخلاف جهت نیرویی است که بر بار الکتریکی منفی وارد می شود.

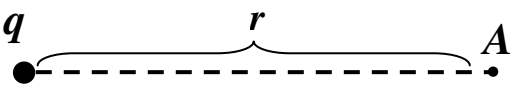
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

➤ ۲) برای بارهای مثبت جهت میدان درهرنقطه(در راستای خط واصل به آن) همواره درجهت دور شدن از آنها ولی برای بارهای منفی همواره در جهت وارد شدن به آنها ست.

تمرین ۳۹ : مطابق شکل انداز ه میدان بار الکتریکی حاصل از بار $q=-۵۰۰nC$ در نقطه A برابر با $۵۰۰\frac{N}{C}$ است.

الف) جهت میدان الکتریکی را در این نقطه تعیین کنید

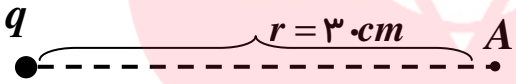
ب) مقدار r را بدست آورید.



تمرین ۴۰ : مطابق شکل اندازه میدان بار الکتریکی حاصل از بار $+q$ در نقطه A برابر با $۶\times۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ است.

الف) جهت میدان الکتریکی را در این نقطه تعیین کنید.

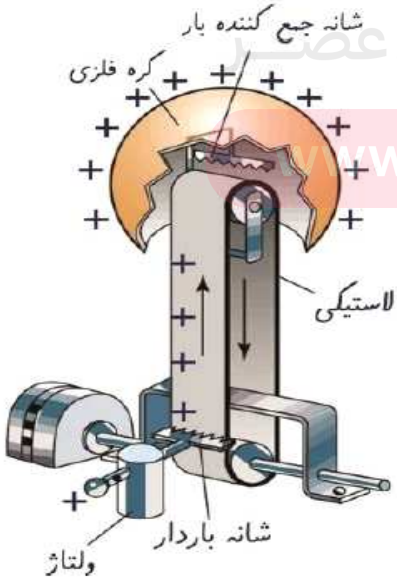
ب) مقدار q را بدست آورید.



مولد واندوگراف :

وسیله ای است که در آزمایشگاه های فیزیک ، از آن برای تولید ولتاژهای زیاد و انبارش باراکتریکی استفاده می شود.اساس کار این مولد، مالش میله ای از جنس پلی تن و پرسپکس توسط یک تسمه لاستیکی است. در اثر مالش، بار الکتریکی در غلتک ها جمع و از طریق نوعی شانه فلزی به کلاهک مولد منتقل می شود.

نوع بار جمع شده در کلاهک به جنس و ترتیب غلتک ها بستگی دارد.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۱ــ۶

مولد وان دوگراف[1] وسیله‌ای است که با استفاده از تسمه‌ای متحرک، بار الکتریکی را بر روی یک کلاهک توخالی فلزی جمع می‌کند. فرض کنید کلاهک این مولد، کره‌ای با شعاع ۰/۱۰m است و باری به بزرگی ۱/۰μC روی آن جمع می‌شود. با فرض آنکه همهٔ این بار در مرکز کره قرار داشته باشد، بزرگی میدان الکتریکی این بار را در فاصله‌های ۱/۰m، ۲/۰m، ۳/۰m و ۴/۰m، از مرکز کره به دست آورید و سپس با نقطه‌یابی، نمودار بزرگی میدان الکتریکی را برحسب فاصله از مرکز کره رسم کنید.

پاسخ :

تمرین ۱ــ۴

طبق *مدل بور* برای اتم هیدروژن، در حالت پایه فاصلهٔ الکترون از پروتون هسته برابر با $۵/۳\times۱۰^{-۱۱}m$ است.

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

ب) در چه فاصله‌ای از پروتون هسته، بزرگی میدان الکتریکی برابر با بزرگی میدان الکتریکی حاصل از مولد وان‌دوگراف مثال پیش در فاصلهٔ ۱/۰m از مرکز کلاهک آن است؟

گـــروه آمـــوزشی عصـــر
www.my-dars.ir

رابطه مقایسه ای میدان الکتریکی :

اگر میدان بار الکتریکی q_1 در فاصله r_1 برابر E_1 باشد. میدان بارالکتریکی q_2 در فاصله r_2 برابر E_2 می شود.که نسبت این دو میدان برابر است با:

$$\frac{E_2}{E_1}=\frac{q_2}{q_1}\times\frac{r_1^2}{r_2^2}$$

حالت های خاص :

۱-اگر بارها ثابت باشند: $q_2=q_1$

$$\frac{E_2}{E_1}=\frac{q_2}{q_1}\times\frac{r_1^2}{r_2^2}\Rightarrow \frac{E_2}{E_1}=\frac{r_1^2}{r_2^2}\ or\ \frac{E_2}{E_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2$$

۲)اگر فاصله ثابت باشد: $r_2=r_1$

$$\frac{E_2}{E_1}=\frac{q_2}{q_1}\times\frac{r_1^2}{r_2^2}\Rightarrow \frac{E_2}{E_1}=\frac{q_2}{q_1}$$

مثال۱۳ : اگربارالکتریکی یک ذره را چهاربرابر کنیم ، میدان الکتریکی درنصف فاصله قبلی چندبرابرمی شود؟

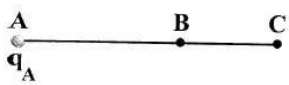
پاسخ :

$$\frac{E_2}{E_1}=\frac{q_2}{q_1}\times\frac{r_1^2}{r_2^2}\Rightarrow\frac{E_2}{E_1}=\frac{r^2}{(\frac{r}{2})^2}\times\frac{(4q)}{q}\Rightarrow\frac{E_2}{E_1}=\frac{1}{\frac{1}{4}}\times\frac{4}{1}=16\Rightarrow E_2=16E_1$$

تمرین ۴۱ : شدت میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصله‌ی r برابر E است. شدت میدان الکتریکی حاصل از بار 3q در فاصله‌ی 2r چند E است؟

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

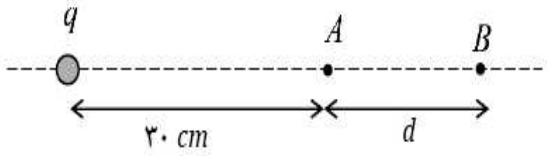
تمرین ۴۲ : اگر شدت میدان حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای q_A را در نقاط B و C به ترتیب با E_B و E_C نشان دهیم و $\frac{AB}{BC}=\frac{3}{2}$ باشد، نسبت $\frac{E_B}{E_C}$ کدام است؟



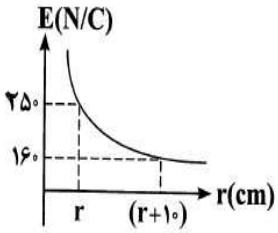
۱) ۵ ۲) $\frac{9}{4}$ ۳) $\frac{25}{9}$ ۴) $\frac{3}{2}$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۴۳ : در شکل زیر، اگر میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در نقاط A و B به ترتیب E_A و E_B بوده و $E_A/E_B = ۲/۲۵$ باشد، d چقدر است؟



تمرین ۴۴: نمودار میدان الکتریکی برحسب فاصله در اطراف یک ذره‌ی باردار به‌صورت نشان داده شده است، فاصله‌ی r در نمودار برابر چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) $\frac{۴۰}{۹}$
۴) $\frac{۱۶۰}{۹}$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

برهم نهی میدان الکتریکی :

اصل برهم نهی میدان الکتریکی بیان می کند که :

میدان الکتریکی ناشی از چند بارالکتریکی در نقطه ای از فضا، برابر مجموع میدان هایی است که هربار در نبود سایر بارها در آن نقطه از فضا ایجاد می کند، یعنی برای یافتن میدن الکتریکی خالص حاصل از چند ذره باردار در نقطه ای از فضا باید نخست میدان الکتریکی ناشی از هر ذره را در آن نقطه به دست آورد و سپس این میدان ها را بصورت برداری با یکدیگر جمع کرد.

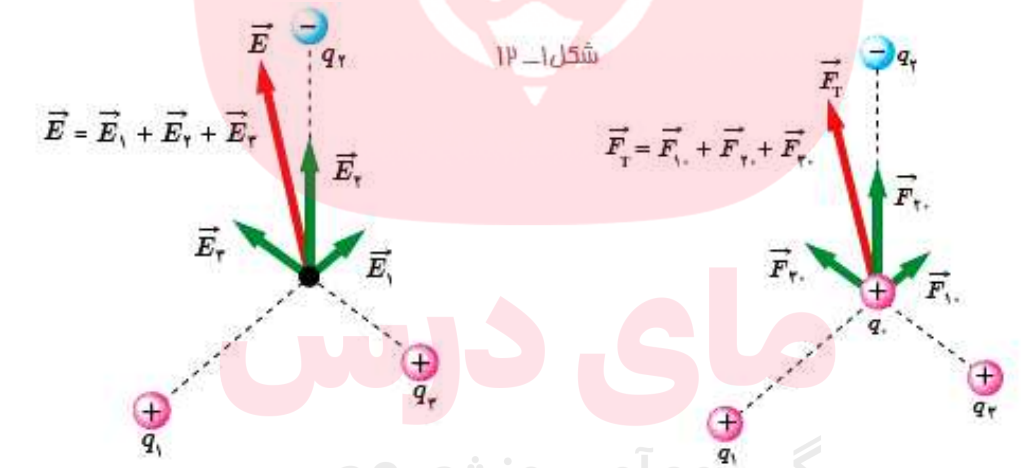
اگر بیش از یک بار الکتریکی یعنی بارهای $q_1, q_2, q_3, \ldots\ldots$ در فضا وجود داشته باشند، میدان الکتریکی برآیند در هرنقطه را می توانیم با قرار دادن بار آزمون q_0 در آن نقطه برآیند نیروها را محاسبه وسپس از رابطه $\vec{E}_T = \frac{\vec{F}}{q_0}$ میدان برآیند را بدست می آوریم.

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

$$\frac{\vec{F}_1}{q_0} = \frac{\vec{F}_1}{q_0} + \frac{\vec{F}_{20}}{q_0} + \frac{\vec{F}_{30}}{q_0} + \ldots\ldots\ldots$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

شکل۱ـ ۱۲



الف) نیروی $\vec{F}_T$ ، نیروی برآیند وارد بر بار آزمون q_0 است.

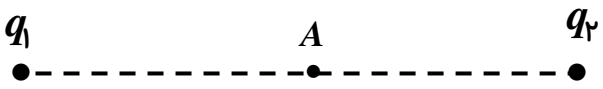
ب) میدان الکتریکی $\vec{E}$ در محل بار آزمون، جمع برداری میدان‌های $\vec{E}_1$ ، $\vec{E}_2$ و $\vec{E}_3$ در محل این بار است.

www.my-dars.ir

محاسبه میدان الکتریکی برآیند در یک راستا :

مثال۱۴: دوبار الکتریکی $q_1 = -2\mu c$, $q_2 = 8\mu c$ مطابق شکل بفاصله $6cm$ ازیکدیگرثابت شده اند.
بزرگی وجهت میدان الکتریکی برآیند رادروسط فاصله دوبار(نقطهA) تعیین کنید.

پاسخ :

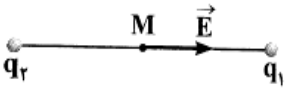


$$E_1 = K\frac{q_1}{r^2} \Rightarrow E_1 = 9\times10^9 \times \frac{2\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2} = 2\times10^7 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = K\frac{q_2}{r^2} \Rightarrow E_2 = 9\times10^9 \times \frac{8\times10^{-6}}{9\times10^{-4}} \Rightarrow E_2 = 8\times10^7 \frac{N}{C}$$

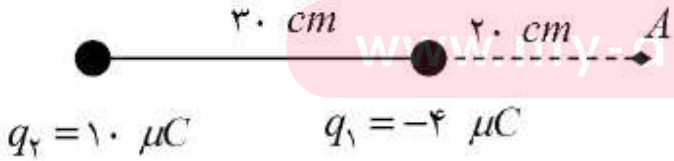
$$\vec{E}_A = -E_1\vec{i} - E_2\vec{i} \Rightarrow \vec{E}_A = -2\times10^7\vec{i} - 8\times10^7\vec{i} \Rightarrow \vec{E}_A = -10^8\vec{i}$$

تمرین۴۵ : میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M روی خط واصل بارها، مطابق شکل روبه‌رو است. نوع بار الکتریکی آن‌ها به ترتیب کدام‌اند؟



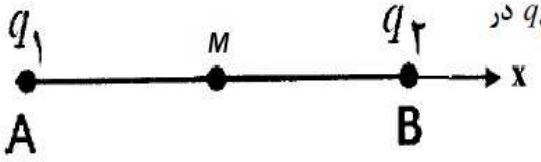
۱) منفی- منفی
۲) منفی- مثبت
۳) مثبت- مثبت
۴) بسته به شرایط هر کدام از گزینه‌های دیگر می‌تواند درست باشد.

تمرین۴۶ : در شکل زیر بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه A تعیین کنید.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۴۷ : مطابق شکل دو ذره ی با بار های $q_1 = ۴\ \mu C$ و $q_2 = ۲\ \mu C$ در فاصله ی $۲۰\ Cm$ از یکدیگر ثابت شده اند . اندازه ی میدان الکتریکی برآیند را در نقطه ی M وسط خط واصل دو ذره را حساب کنید.



$K = ۹\times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}$ (۹۵/۶/۶)

مثال ۱ــ ۷

مطابق شکل، دو ذرّه با بارهای $q_1 = ۴/۰\ \mu C$ و $q_2 = -۶/۰\ \mu C$ در فاصلهٔ $۸/۰\ m$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازهٔ میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های زیر به‌دست آورید :

الف) در وسط خط واصل دو ذرّه،

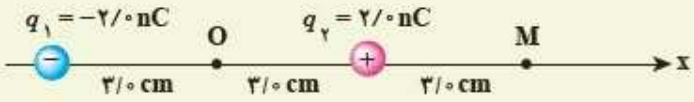
ب) در نقطه‌ای روی خط واصل دو ذرّه به فاصلهٔ $۸/۰\ m$ از بار q_1 و $۱۶m$ از بار q_2.

پاسخ :

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۱ــ۵

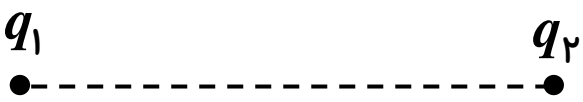
شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در آن فاصلهٔ دو بار از هم ۶/۰ cm است. میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های O و M به‌دست آورید.



مای درس
گـــروه آمـــوزشی عصـــر
www.my-dars.ir

صفرشدن برآیند میدان ها ی ناشی از دو بار هنگامی که در یک راستا قرار دارند:

فرض کنید دوبار الکتریکی $q_1 \rangle q_2$ در فاصله معینی (r) ازهم قرار دارند .در چه موقعیتی باید قرار گیرند تا برآیند میدا ن های آنها در یک نقطه صفر شود؟ آیا به نوع وعلامت دوبار بستگی دارد؟



پاسخ : برآیند دو میدان در یک نقطه در صورتی صفر می شود که دو میدان هم انداز ه و در جهت مخالف باشند.بنابراین کافیست دو میدان را مساوی هم قرار دهیم :

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0 \Rightarrow \vec{E}_1 = -\vec{E}_2 \quad or \quad E_1 = E_2 \Rightarrow K\frac{q}{x^2} = k\frac{q_1}{(r \pm x)^2}$$

ثابت می شود که :

الف اگر دوبار q_1 , q_2 هم علامت باشند، میدان برآیند بین دوبار و در فاصله x از بار کوچکتر صفر می شود، در این حالت x از رابطه $x = \dfrac{r}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}} + 1}$ بدست می آید.

ب) اگر دوبارالکتریکی با علامت مخالف باشند نیروی برآیند ، خارج دوبار ونزدیک بار کوچکتر صفر است. اگر x فاصله بارسوم از بار کوچکتر باشد،در این حالت از رابطه $x = \dfrac{r}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}} - 1}$ بدست می آید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال۱۶: دو بار $72\mu C$, $-2\mu C$ در فاصله ۴۰سانتی متر از هم قرار دارند. در چه فاصله ای از بار کوچکتر میدان الکتریکی برآیند صفر است؟

پاسخ : میدان برآیند راستای خط واصل دوبار و خارج دوبار صفر می شود:

$$x = \frac{40}{\sqrt{\frac{72}{2}} - 1} \Rightarrow x = \frac{40}{5} = 8cm$$

روش اول :

روش دوم:

@farayand 11 ۰۹۱۱۱۸۵۴۶۲۷ برای رسیدن به هر نقطه‌ای باید مراحلی طی شود. فرآیند

تمرین ۴۸ : دو بار $72\mu C, 2\mu C$ در فاصله ۴۰سانتی متر از هم قرار دارند. در چه فاصله ای از بار کوچکتر میدان الکتریکی برآیند صفر است؟

تمرین ۴۹: میدان الکتریکی بین دو بار $4\ \mu C$ و $9\ \mu C$ که به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم قرار دارند، در چه نقطه‌ای صفر است؟

تمرین ۵۰: میدان الکتریکی بین دو بار $4\ \mu C$ و $-9\ \mu C$ که به فاصله ۳ سانتی‌متر از هم قرار دارند، در چه نقطه‌ای صفر است؟

تمرین ۵۱: دو بار الکتریکی ۸ میکروکولن و ۱۸- میکروکولن به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند. در چند سانتی‌متری بار اول و روی خط واصل دو بار بزرگی میدان الکتریکی کل برابر صفر است؟

تمرین ۵۲: در شکل زیر، میدان حاصل از دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی C برابر صفر است. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ برابر کدام است؟

۱) $-\frac{1}{16}$
۲) $-\frac{1}{4}$
۳) $\frac{1}{3}$
۴) $\frac{1}{9}$

تمرین ۵۳ : دو بار نقطه‌ای و مثبت q و 9q به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند. در چه فاصله‌ای از بار q، میدان الکتریکی حاصل از این دو بار صفر است؟

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

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

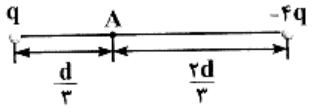
میدان برآیند بارهای الکتریکی در یک راستا درحالت خاص .....

تمرین ۵۴ : دو بار نقطه‌ای همنام که اندازه‌ی یکی ۴ برابر دیگری است به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند و برایند شدت میدان الکتریکی در وسط دو بار $۳۰۰N/C$ است. اگر بار بزرگ‌تر را خنثی کنیم، اندازه‌ی شدت میدان در نقطه‌ی مذکور چند N/C خواهد شد؟

۱) ۳۷/۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۰۰

تمرین ۵۵:

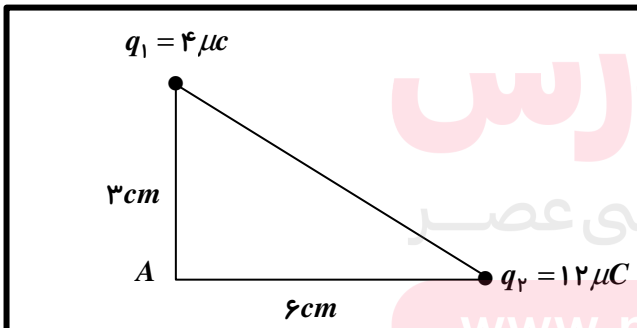
در شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و $-۴q$ به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند و میدان الکتریکی در نقطـه‌ی A برابـر $\vec{E}$ می‌باشد. اگر بار q را خنثی کنیم، میدان الکتریکی در نقطه‌ی A برابر کدام خواهد شد؟



۱) $\frac{\vec{E}}{۲}$ ۲) $-\frac{\vec{E}}{۲}$ ۳) $\frac{\vec{E}}{۴}$ ۴) $-\frac{\vec{E}}{۴}$

برآیند میدان ها در حالت عمود برهم

مثال۱۷: دو بار الکتریکی $q_۲ = ۱۲\mu C = q_۱ = ۴\mu C$ در دو راس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند (مطابق شکل) میدان الکتریکی برآیند را در نقطه A بدست آورید.



پاسخ:

$$E_۱ = K\frac{q_۱}{r_۱^۲} \Rightarrow E_۱ = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۴\times۱۰^{-۶}}{(۳\times۱۰^{-۲})^۲} = ۴\times۱۰^۷ \frac{N}{C}$$

$$E_۲ = K\frac{q_۲}{r_۲^۲} \Rightarrow E_۲ = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۱۲\times۱۰^{-۶}}{(۶\times۱۰^{-۲})^{-۲}} = ۳\times۱۰^۷ \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_T = E_۲\vec{i} + E_۱\vec{j} \Rightarrow \vec{E}_T = -۳\times۱۰^۷\vec{i} - ۴\times۱۰^۷\vec{j}$$

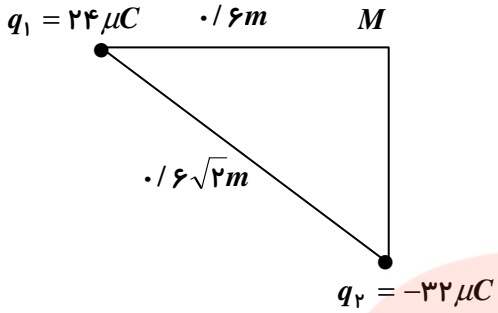
$$E = \sqrt{E_۱^۲ + E_۲^۲} \Rightarrow E = \sqrt{(۴\times۱۰^۷)^۲ + (۳\times۱۰^۷)^۲} = ۵\times۱۰^۷ \frac{N}{C}$$

مای درس
کـــ
برای رسیدن به هر نقطه‌ای باید مراحلی طی شود.
۰۹۱۱۱۸۵۴۶۲۷
@farayand 11

تمرین ۵۶ : دو بار الکتریکی $q_1 = ۲۴\mu C$, $q_2 = -۳۲\mu C$ در دو راس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند (مطابق شکل)

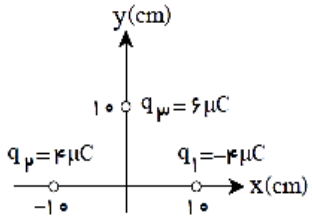
بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه M تعیین کنید.

(برحسب $\vec{i}$, $\vec{j}$ بنویسید)



تمرین ۵۷:

در شکل زیر، ۳ بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟



$(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

۱) $۹ \times ۱۰^۶ \vec{i}$

۲) $-۵/۴ \times ۱۰^۶ \vec{j}$

۳) $(۷/۲\vec{i} - ۵/۴\vec{j})۱۰^۶$

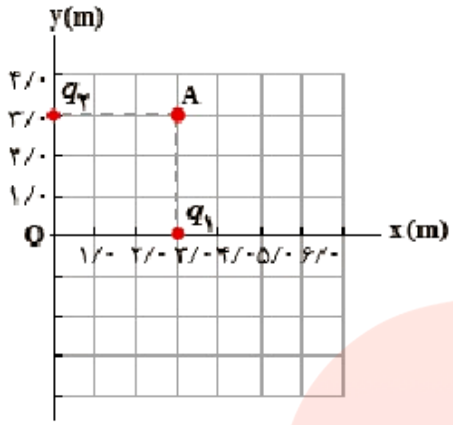
۴) $(۵/۴\vec{i} - ۷/۲\vec{j})۱۰^۶$

تمرین ۵۸: بزرگی بردار برآیند تمرین قبل را بدست آورید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۱ــ۸

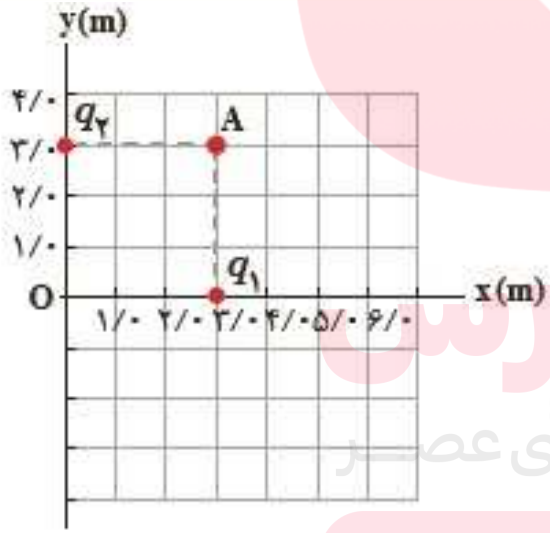
شکل روبه‌رو، دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 را در صفحهٔ xy نشان می‌دهد. میدان الکتریکی خالص را در نقطهٔ O (مبدأ مختصات) تعیین کنید. ($q_1 = q_2 = ۵/۰\ \mu C$)



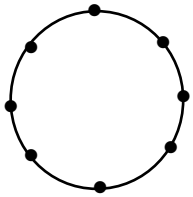
پاسخ:

تمرین ۱ــ۶

میدان الکتریکی خالص حاصل از آرایش بار مثال ۱ــ۸ را در نقطهٔ A تعیین کنید.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir



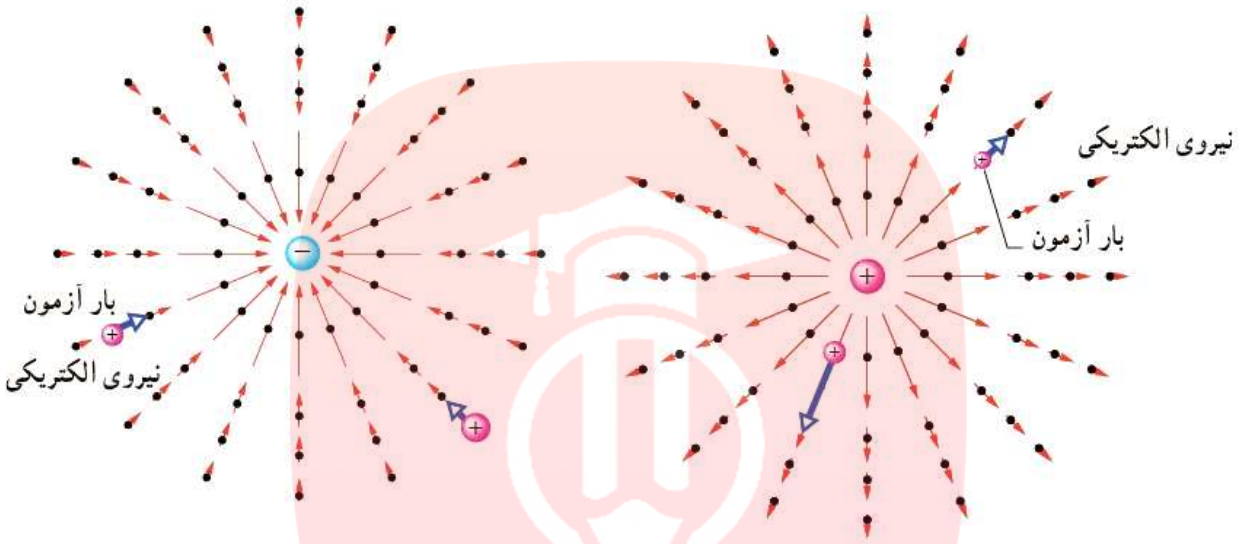
تمرین ۵۹: بار الکتریکی نقطه‌ای هر یک به اندازه‌ی ۵×۱۰^{-۹} کولن با فواصل مساوی روی محیط دایره‌ای به شعاع ۳۰ سانتی‌متر توزیع شده‌اند. هرگاه فقط یکی از بارها منفی باشد، شدت میدان کل در مرکز دایره چند نیوتون بر کولن است؟

۱) $۱۰^{۳}$ ۲) ۵×۱۰^{۲} ۳) ۳×۱۰^{۳} ۴) ۱۵×۱۰^{۲}

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

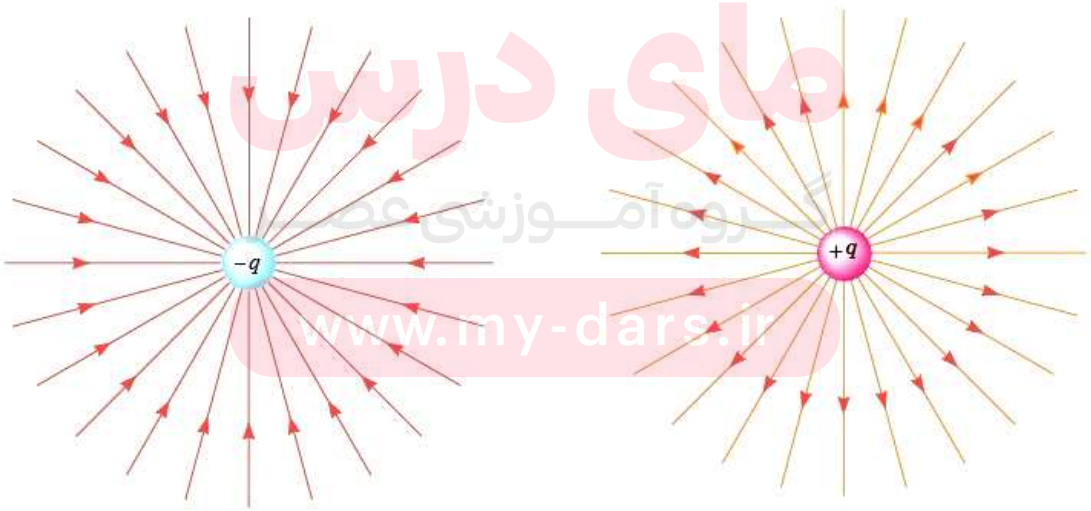
۱–۶) خطوط میدان الکتریکی :

برای تجسم میدان الکتریکی از ابزار ترسیمی وهندسی به نام خط های میدان استفاده می کنیم .برای رسم این خطوط ، بارآزمون کوچک مثبت را در نقاط مختلف فضا قرار داده و نیروی وارد از طرف میدان برآن را با برداری نشان می دهیم. سپس بردارهای بدست آمده را امتداد داده و به هم وصل می کنیم. شکل ها ی زیر خطوط میدان را در نقاط اطراف بارهای مختلف نشان می دهند.(در صفحات قبل شرح داده شد)



الف) میدان الکتریکی حاصل از یک ذرهٔ باردار مثبت ساکن. ب) میدان الکتریکی حاصل از یک ذرهٔ باردار منفی ساکن.

شکل ۱ــ ۱۳

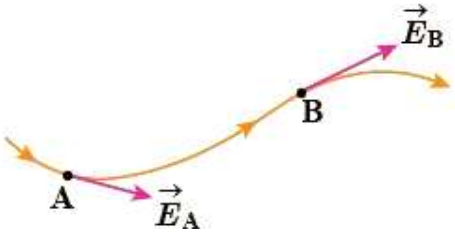


الف) خطوط میدان الکتریکی در جهتِ دور شدن از ذرهٔ باردار $q+$ است.

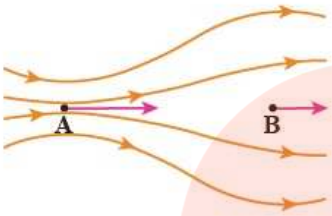
ب) خطوط میدان الکتریکی به سمت ذرهٔ باردار $q-$ است.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

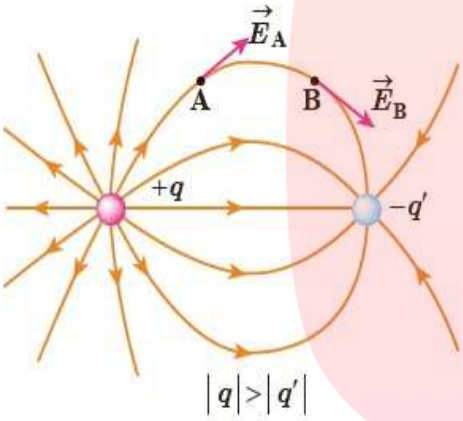
ویژگی های خطوط میدان الکتریکی (قاعده رسم خطوط) :



۱- در هرنقطه، بردار میدان الکتریکی مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از نقطه و درهمان جهت است.

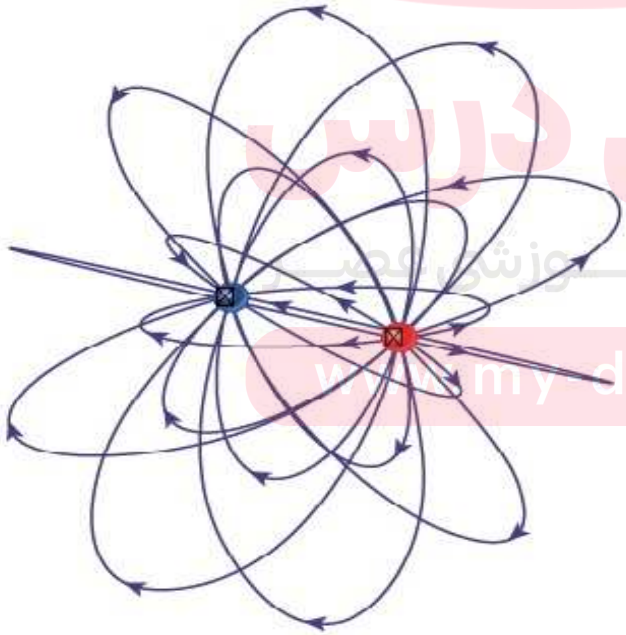


۲- میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان دهنده اندازه میدان در آن ناحیه است، هرجا خطوط میدان متراکم تر باشد، اندازه میدان بیشتر است.



۳- در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می شوند.

۴- خطوط میدان برآیند هرگز یکدیگر را قطع نمی کنند، یعنی از هر نقطه فضا فقط یک خط میدان الکتریکی می گذرد.



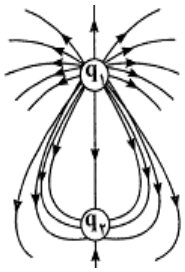
توجه: تجسم واقعی خطوط میدان، در فضاست، وبنابراین طرحی سه بعدی دارد(شکل ۱-۱۸)

مای درس
گروه آموزشی فرآیند
www.my-dars.ir

پرسش ۱ــ ۴

به نظر شما چرا خطوط میدان الکتریکی برایند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند؟

تمرین ۶۰ : با توجه به شکل مقابل که خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو بار الکتریکی q_1 و q_2 را نشان می‌دهد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (آزمایشی سنجش ۹۳)



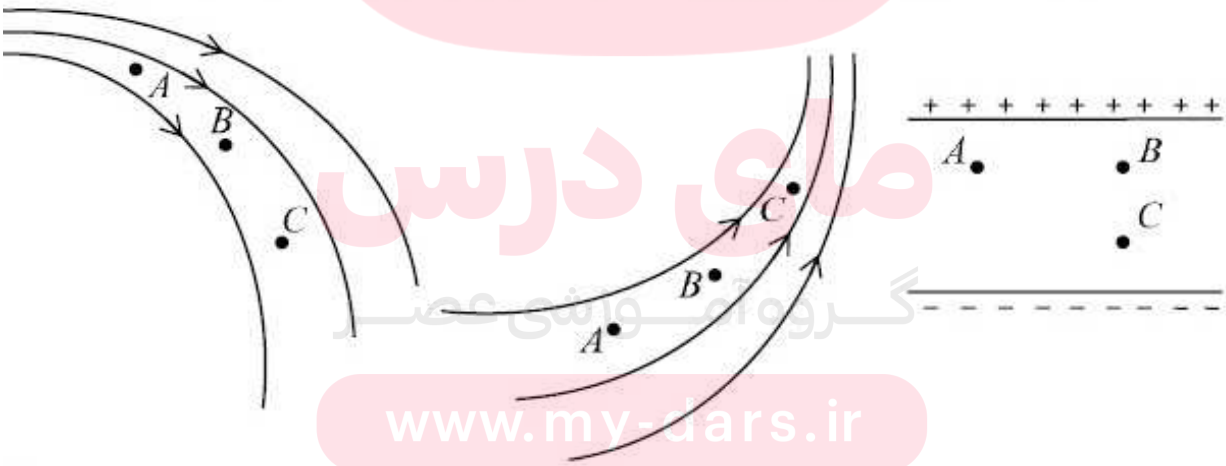
۱) $|q_1|>|q_2|$ و $q_2>0$ و $q_1<0$

۲) $|q_1|>|q_2|$ و $q_2<0$ و $q_1>0$

۳) $|q_1|=|q_2|$ و $q_2<0$ و $q_1>0$

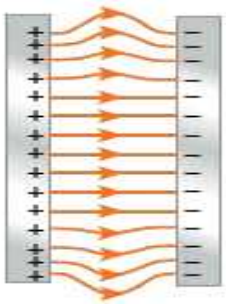
۴) $|q_1|<|q_2|$ و $q_2<0$ و $q_1>0$

تمرین ۶۱ : در هریک از شکل های زیر بزرگی میدان الکتریکی را درنقاط A و B و C بایکدیگر مقایسه کنید.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱ــ۶) خطوط میدان الکتریکی یکنواخت :



هرگاه بزرگی وجهت میدان در هرنقطه از فضا ثابت باشد، میدان یکنواخت بوده و خطوط میدان یکنواخت موازی ، هم جهت و به فاصله یکسان از هم هستند.

برای ایجاد چنین خطوطی از دوصفحه رسانای پهن دارای بار مخالف استفاده می شود که موازی یکدیگر قرار می دهنـد

نیرویی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی از طرف میدان الکتریکی :

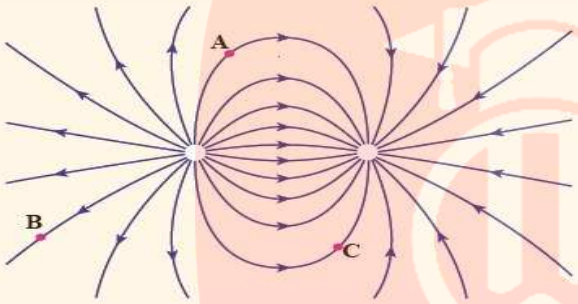
اگر بارالکتریکی q دریک میدان الکتریکی $\vec{E}$ ناشی از بارهای دیگر قرار گیرد، از طرف میدان به آن نیرو وارد می شود،که از رابطه زیر می توانیم بدست آوریم:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

بزرگی این نیرو از رابطه $F = |q|E$ بدست می آید و جهت آن بستگی به نوع بار دارد.

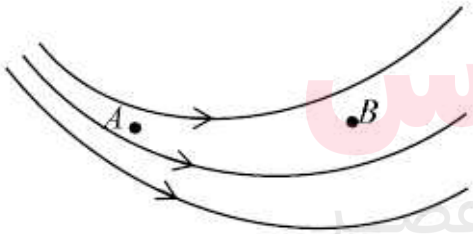
اگر q مثبت باشد نیرو هم جهت با میدان واگر q منفی باشد نیرو در خلاف جهت میدان است.

پرسش ۱ــ ۵



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

تمرین ۶۲ : شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را در فضای معینی نشان می‌دهد. بار الکتریکی q را یک مرتبه در نقطه A و مرتبه دیگر در نقطه B قرار می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟



الف) اندازه نیرویی که در نقطه A بر بار وارد می‌شود، بیشتر است.

ب) اندازه نیرویی که در نقطه B بر بار وارد می‌شود، بیشتر است.

ج) در نقطه A نیرویی بر بار وارد نمی‌شود.

د) اطلاعات مسئله برای مقایسه نیرو در این دو نقطه کافی نیست.

تمرین ۶۳ : در شکل زیر الف) خطوط میدان را رسم کنید.

ب) اگر درهریک از نقاط A و B وC بار q را قرار دهیم، نیروی وارد برآن را باهم مقایسه کنید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۲۰: ذره ای به جرم $۰/۵g$ و بار الکتریکی $۴\mu C$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $۲\times ۱۰^{۳}\ N/C$ قرار می دهیم.

الف) نیروی الکتریکی وارد برآن را بدست آورید.

ب) شتابی که درنتیجه این نیرو می گیرد، محاسبه کنید.

پاسخ :

$$m = ۰/۵g, q = ۴\mu C, E = ۲\times ۱۰^{۳}\frac{N}{C}$$

$$F = qE \Rightarrow F = ۴\times ۱۰^{-۶}\times ۲\times ۱۰^{۳} \Rightarrow F = ۸\times ۱۰^{-۳}N$$

ب)

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = \frac{۴\times ۱۰^{-۶}\times ۲\times ۱۰^{۳}}{۰/۵\times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow a = ۱۶\frac{m}{s^{۲}}$$

تمرین۶۴ : بر ذره بار داری به با بارالکتریکی $۸nC$ و جرم $۲mg$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت با بزرگی $۵\times ۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ (به سمت جنوب) رها می شود، بزرگی و جهت شتاب براثر تاثیر میدان الکتریکی را تعیین کنید.

تمرین۶۵ :

در یک نقطه از فضا بر یک بار الکتریکی نقطه‌ای (۵-) میکرو کولنی، نیروی الکتریکی $\vec{F} = -۴۰۰\vec{i} + ۳۰۰\vec{j}$ میکرو نیوتونی وارد می‌شود. بردار میدان الکتریکی در این نقطه چند نیوتون بر کولن است؟

۱) $\vec{E} = -۸۰\vec{i} + ۶۰\vec{j}$ ۲) $\vec{E} = -۲۰۰۰\vec{i} + ۱۵۰۰\vec{j}$ ۳) $\vec{E} = ۲۰۰۰\vec{i} - ۱۵۰۰\vec{j}$ ۴) $\vec{E} = ۸۰\vec{i} - ۶۰\vec{j}$

www.my-dars.ir

مثال ۲۱ : بین دو صفحه رسانا میدان الکتریکی یکنواخت $۶\times۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ برقرار است.

اگر یک ذره باردار به جرم $۳g$ بین این صفحات قرار دهیم ، بار این ذره چقدر باید باشد تا در حال تعادل قرار گیرد و نوع بار این ذره را مشخص کنید.

$$F_e = W$$

$$F_e = mg \Rightarrow qE = mg \Rightarrow q = \frac{mg}{E}$$

$$q = \frac{۳\times۱۰^{-۳}\times۱۰}{۶\times۱۰^{۴}} \Rightarrow q = ۵\times۱۰^{-۷}C \Rightarrow q = ۰/۵\mu C$$

تمرین ۶۶ : بر ذره بار داری به با بارالکتریکی $-۴۰nc$ و جرم $۰/۰۵g$ در یک میدان الکتریکی نیروی الکتریکی برابر وزن ذره و به سمت شرق وارد می شود. میدان الکتریکی در آن نقطه چه اندازه و به چه سمتی است؟

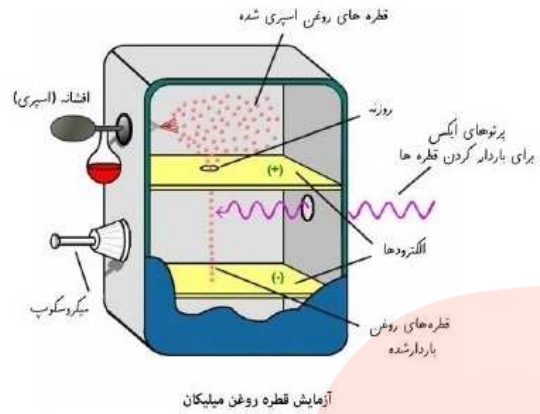
مای درس

تمرین ۱ـ۷

روی سطح بادکنکی به جرم ۱۰/۰g بار الکتریکی ۲۰۰nC- ایجاد می کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. از نیروی شناوری وارد به بادکنک چشم‌پوشی کنید.

www.my-dars.ir

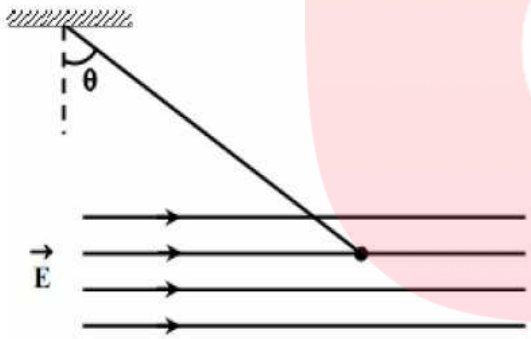
سوال : تحقیق کنید در تاریخ فیزیک جدید آزمایش میلیکان نقش مهمی در تعیین بارالکترون دارد. درمورد این آزمایش و نحوه انجام آن تحقیق کنید.



آزمایش قطره روغن میلیکان

میدان و آونگ الکتریکی :

تمرین ۶۷ :

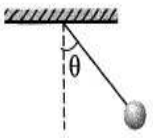


مانند شکل ، یک اونگ الکتریکی که جرم گلوله ی ان m است . در میدان الکتریکی افقی و یکنواختی به بزرگی E قرار گرفته است . اونگ به اندازه ی زاویه θ° منحرف شده و در حالت تعادل است.

الف) نیروهای وارد بر گلوله را رسم کنید .

ب) نشان دهید : بار الکتریکی گلوله ی اونگ از رابطه ی $q = \frac{mg}{E} tan\theta$ بدست می آید.

تمرین ۶۸ : در شکل زیر گلوله آویخته از نخ با جرم m و بار q، تحت تأثیر میدان الکتریکی یکنواخت و افقی E در حال تعادل قرار دارد. کدام گزینه صحیح است؟



۱) $\tan\theta = \frac{mg}{Eq}$

۲) $Emq = 1$

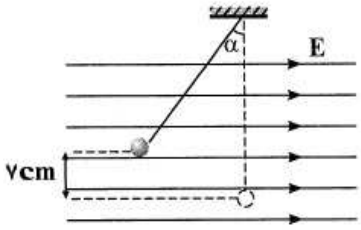
۳) $\cos\theta = \frac{mg}{Eq}$

۴) $\tan\theta = \frac{Eq}{mg}$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۶۹:

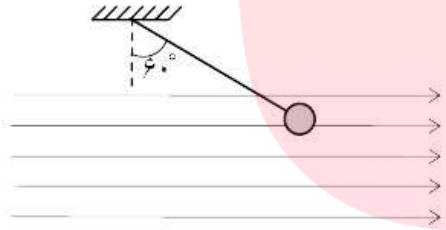
در شکل مقابل، گلوله‌ی آونگ به جرم ۴ گرم به انتهای نخی با جرم ناچیز و بـه طـول ۳۵cm بسته شده و در میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $2\times10^{4}\,N/C$ در حـال تعـادل اسـت. بـار الکتریکی گلوله چند میکروکولن است؟ $(g=10\,N/Kg)$ (آزمایشی سنجش ۹۳)



۱) −۱/۵
۲) −۱/۲
۳) ۰/۱۵
۴) ۰/۱۲

تمرین ۷۰:

گلوله کوچکی به جرم ۳ گرم به وسیله نخی از نقطه O آویزان و مطابق شکل در میدان الکتریکی یکنواخت $E=5\times10^{3}\,N/C$ در حال تعادل است. اندازه و نوع بار گلوله را تعیین کنید.

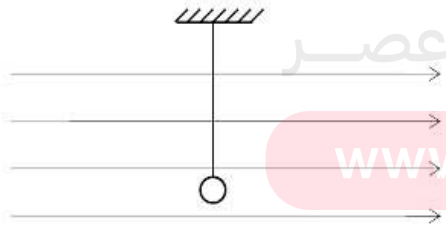


تمرین ۷۱:

یک آونگ الکتریکی با بار $q=-2\mu C$ را در میدان الکتریکی افقی با بزرگی $E=2\times10^{4}\,N/C$ قرار می‌دهیم.

الف) آونگ در میدان در چه جهتی منحرف می‌شود؟ رسم کنید.

ب) اگر جرم گلوله ۴ گرم باشد، زاویه انحراف آن را به دست آورید.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱–۷) مقدمه انرژی پتانسیل الکتریکی :

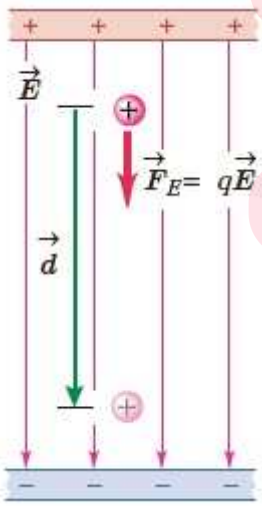
هرگاه دوبار الکتریکی در کنار یکدیگر قرار داشته باشند، مجموعه آنها دارای انرژی پتانسیل الکتریکی است، که اگر شرایط فراهم باشد، می تواند به انرژی جنبشی تبدیل شود.

اگر این دو بار هم نام باشند، نزدیک کردن آنها به یکدیگر توسط یک عامل خارجی انرژی پتانسیل آنها را افزایش و دور کردن آنها از یکدیگر، انرژی پتانسیل مجموعه را کاهش می دهد.

در حالت کلی اگر بارهای الکتریکی به حال خود رها شوند تمایل دارند، در جهت کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی حرکت کنند، بنابراین برای حرکت آنها در خلاف جهت جابجایی تمایل طبیعی بایستی برروی آنها کار انجام شود.

محاسبه کار نیروی الکتریکی :

اگر بار الکتریکی $+q$ در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ قرار گیرد از طرف میدان به آن نیرو وارد شده طی جابجایی $\vec{d}$ ، انرژی جنبشی بار افزایش می یابد بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می یابد **.کار نیروی الکتریکی برابر است با :**



$$W_E = F_E d \cos\theta$$

$$\Rightarrow W_E = |q| E d \cos\theta$$

$$F_E = |q| E$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تعریف انرژی پتانسیل الکتریکی :

تغییرانرژی پتانسیل الکتریکی با منفی کار نیروی الکتریکی برابر است.

$$\Delta U_E = -W_E \quad or \quad \Delta U_E = -|q| E d \cos\theta$$

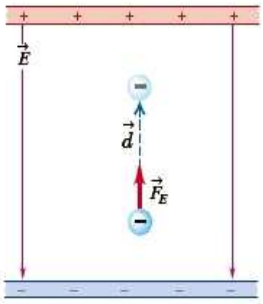
یکای انرژی پتانسیل الکتریکی ژول (J) است.

نکات:

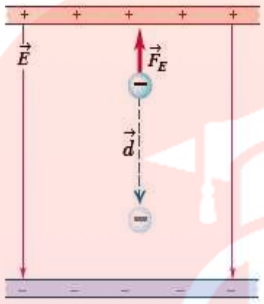
۱- اگر بار مثبت در جهت میدان الکتریکی جابجا شود ، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می یابد ودر خلاف جهت میدان جابجا شود ،افزایش می یابد.

۲- اگر بار منفی در جهت میدان الکتریکی جابجا شود ، انرژی پتانسیل الکتریکی آنها افزایش می یابدو در خلاف جهت میدان جابجا شود ،کاهش می یابد.

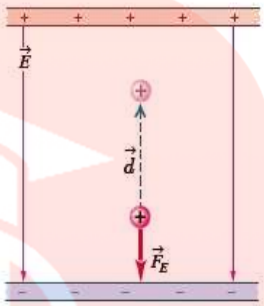
تمرین ۷۶ : نتایج بیان شده در زیر شکل ها ی الف ، ب ، پ و ت را اثبات کنید :



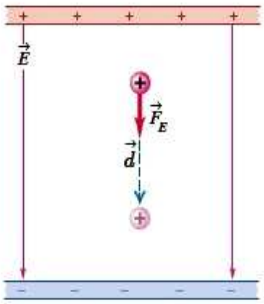
ت) بار منفی را در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی *کار مثبت* W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E *کاهش می‌یابد*.



پ) بار منفی را در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی کار منفی W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E افزایش می‌یابد.



ب) بار مثبت را در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی *کار منفی* W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E *افزایش می‌یابد*.



الف) بار مثبت را در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی *کار مثبت* W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E *کاهش می‌یابد*.

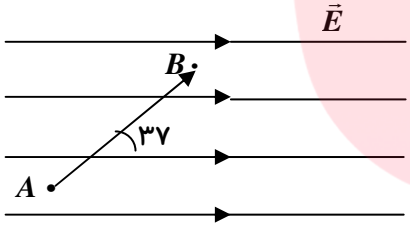
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۲۲ : بار الکتریکی نقطه ای و مثبت $۲۵۰\mu C$ دریک میدان یکنواخت به بزرگی $۴۰۰۰\frac{N}{C}$ به اندازه ۲۰ سانتی متر هم جهت با میدان جابجا می شود. الف) کار نیروی الکتریکی ب) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار را محاسبه کنید.

تمرین ۷۲ : ذره ای با بار $q=۸\mu C$ در میدان الکتریکی به بزرگی $۵\times۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ از نقطه A به B انتقال می یابد :

الف) کار نیروی الکتریکی را حساب کنید. $AB=۳۰cm$, $\cos۳۷=۰/۸$

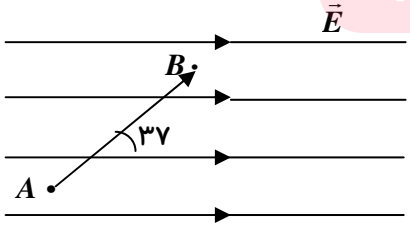
ب) اگر حرکت بار یکنواخت باشد، کار نیروی خارجی را حساب کنید.



تمرین ۷۳ : ذره ای با بار $q=-۴\mu C$ در میدان الکتریکی به بزرگی $۶\times۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ از نقطه A به B انتقال می یابد :

الف) کار نیروی الکتریکی را حساب کنید. $AB=۲۰cm$, $\cos۳۷=۰/۸$

ب) اگر حرکت بار یکنواخت باشد، کار نیروی خارجی را حساب کنید.

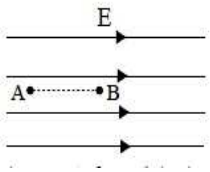


مای درس
www.my-dars.ir

تمرین ۷۴ : در شکل رو، در میدان الکتریکی یکنواخت $۱۰^{۵}\frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q=-۵\mu C$ در نقطه B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده و به نقطه A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ (از اثر گرانش و نیروهای مقاوم در مقابل حرکت ذره صرف‌نظر شود.)

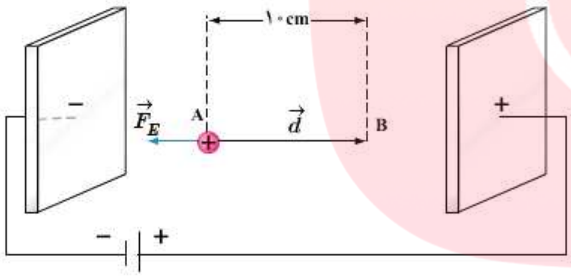
۱) ۰٫۱ ۲) ۰٫۵

۳) ۰٫۰۱ ۴) ۰٫۰۵



مثال ۱ـ ۱۰

در یک میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۲/۰\times۱۰^{۳}\text{N/C}$، پروتونی از نقطهٔ A با سرعت $\vec{v}$ در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب شده است. پروتون سرانجام در نقطهٔ B متوقف می‌شود. بار پروتون $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\text{C}$ و جرم آن $۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}\text{kg}$ است.



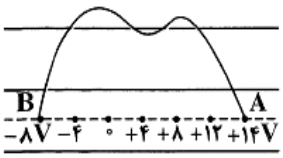
الف) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی پروتون در این جابه‌جایی چقدر است؟

ب) تندی پرتاب پروتون را پیدا کنید (از وزن پروتون و مقاومت هوا چشم‌پوشی شود).

پاسخ :

مای درس
گـــروه آمـــوزشی عصـــر
www.my-dars.ir

تمرین ۷۵: در شکل زیر، خط‌های موازی، میدان الکتریکی یکنواختی را نشان می‌دهد و اعداد نشان داده شده، پتانسیل الکتریکی نقطه‌ها برحسب ولت است. جهت خط‌های میدان الکتریکی در جهت ..... بوده و اگر بار الکتریکی $q = +2\mu C$ از نقطه‌ی A تا B در مسیر نشان داده شده (خط منحنی) جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی بار ..... ژول ..... می‌یابد.



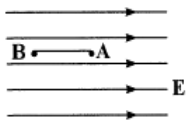
۱) $\rightarrow$ ، $4/4 \times 10^{-5}$ ، افزایش

۲) $\rightarrow$ ، $1/2 \times 10^{-5}$ ، افزایش

۳) $\leftarrow$ ، $4/4 \times 10^{-5}$ ، کاهش

۴) $\leftarrow$ ، $1/2 \times 10^{-5}$ ، کاهش

تمرین ۷۶ : بار الکتریکی $q = -4\mu C$ مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^5\ V/m$ رها می‌شود. در جابه‌جایی بار q از A تا B، انرژی جنبشی بار ۸ میلی‌ژول افزایش می‌یابد. $V_B - V_A$ چند کیلوولت است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)



۱) ۲

۲) -۲

۳) ۲۰۰

۴) -۲۰۰

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۱ــ۸

در مثال ۱ــ۱۰ اگر جای قطب‌های باتری عوض شود و پروتون را در نقطهٔ A از حالت سکون رها کنیم، پروتون با چه تندی‌ای به نقطهٔ B می‌رسد؟

۱–۸) پتانسیل الکتریکی :

تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی :

نسبت تغییر انرژی پتانسیل به بار ذره ، مستقل از نوع و اندازه بار الکتریکی است.

به این نسبت، اختلاف پتانسیل الکتریکی (تغییر پتانسیل الکنریکی) بین دو نقطه ای می گوییم که ذره میان آنها جابه جا شده است و آن را با ΔV نشان می دهیم :

$$\Delta V = V_۲ - V_۱ = \frac{\Delta U_E}{q}$$

این رابطه برای میدان الکتریکی یکنواخت و غیر یکنواخت برقرار است.

V کمیتی نرده ای است و به آن پتانسیل الکتریکی می گویند و به $V_۱$ و $V_۲$ پتانسیل الکتریکی نقاط ۱و ۲ می گویند .

یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی(ΔV) ولت (V) است که برابر نسبت ژول به کولن است. $\frac{J}{C} = V$

پتانسیل الکتریکی :

مانند انرژی پتانسیل گرانشی یک مرجعی برای انرژی پتانسیل الکتریکی در نظر می گیرند اغلب زمین را بعنوان مرجع صفر انتخاب می کنند . بنابراین پتانسیل الکتریکی هر نقطه در میدان الکتریکی از رابطه زیر بدست می آوریم : $V = \frac{U_E}{q}$

تمرین ۷۷ : در یک میدان الکتریکی بار $q = +۲\mu C$ از نقطه ی A تا B جابه جا می شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقطه های A و B به ترتیب $۸\times۱۰^{-۶}J$, $۲\times۱۰^{-۶}J$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه $(V_B - V_A)$ چند ولت است ؟

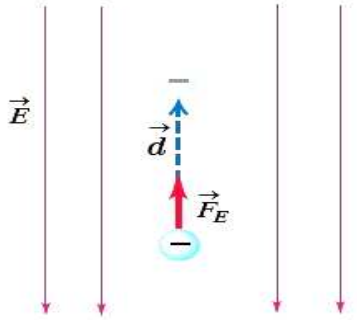
تمرین ۷۸ : بار اکتریکی $q = -۸\mu C$ از نقطه ای با پتانسیل الکتریکی $۶۰V$ – به نقطه ای با پتانسیل $۴۰V$ + جابجا می شود. انرژی پتانسیل آن چقدرو چگونه تغییر می کند؟

تمرین ۷۹ : در یک میدان الکتریکی، بار $q = -۲\mu C$ از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقاط A و B به‌ترتیب $۰/۴mJ$ و $۰/۶mJ$ باشد و پتانسیل نقطه‌ی A برابر $۲۰V$ باشد، پتانسیل نقطه‌ی B چند ولت است؟

۱) ۸۰ ۲) -۸۰ ۳) -۱۲۰ ۴) ۱۲۰

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۱ــ ۱۱

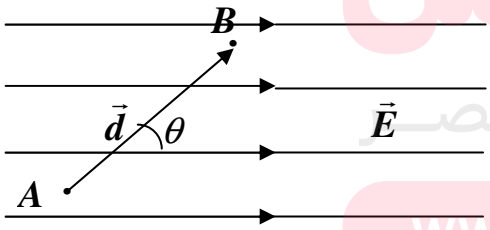


در نتیجهٔ برخورد پرتوهای کیهانی با مولکول‌های هوا، الکترون‌هایی از این مولکول‌ها کنده می‌شوند. در نزدیکی سطح زمین، میدان الکتریکی با بزرگی ۱۵۰N/C و جهت رو به پایین وجود دارد. الف) اگر یکی از این الکترون‌ها، تحت تأثیر این میدان ۵۰۰m رو به بالا جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر تغییر می‌کند؟ ب) اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه‌ای که الکترون بین آنها جابه‌جا شده چقدر است؟

پاسخ :

رابطه اختلاف پتانسیل الکتریکی با میدان الکتریکی یکنواخت در حالت کلی :

فرض کنید بار الکتریکی $+q$ در میدان الکتریکی $\vec{E}$ به اندازه $\vec{d}$ جابجا شود، در این صورت داریم :



$$\Delta U_E = -|q|Ed\cos\theta$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-|q|Ed\cos\theta}{q}$$

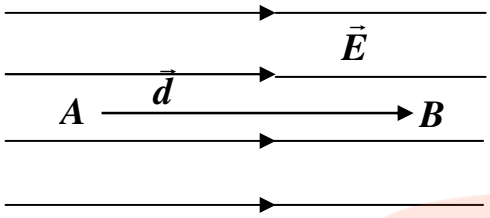
$$\Rightarrow \Delta V = -Ed\cos\theta$$

نکته : پتانسیل الکتریکی به نوع بار و اندازه بار بستگی ندارد و به وضعیت جابجایی با میدان بستگی دارد.

حالت های خاص :

۱-اگر جابجایی و میدان در جهت هم با شند: $\theta = ۰ \,, COS۰ = ۱ \Rightarrow \Delta V = -Ed\cos۰ \Rightarrow \Delta V = -Ed$

نتیجه : در جهت میدان پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.



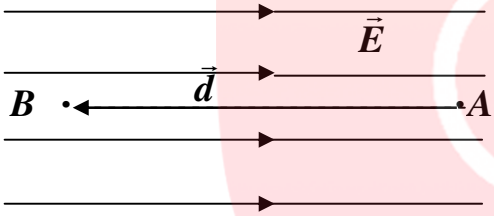
توجه : $|\Delta V| = Ed \Rightarrow E = \dfrac{\Delta V}{d}$

می توانیم میدان الکتریکی یکنواخت را از رابطه $E = \dfrac{V}{d}$ بدست آوریم .طبق این رابطه یکی از یکاهای میدان $\dfrac{V}{m}$ است.

۲-اگر میدان و جابجایی در خلاف جهت هم باشند:

$\theta = ۱۸۰ \,, COS۱۸۰ = -۱ \Rightarrow \Delta V = -Ed\cos۱۸۰ \Rightarrow \Delta V = +Ed$

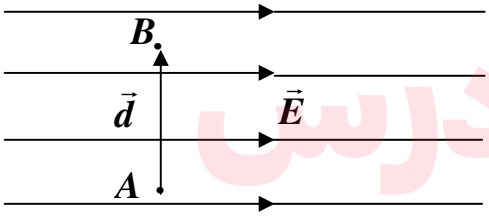
نتیجه : درخلاف جهت میدان پتانسیل افزایش می یابد.



۳-اگر جابجایی عمود بر میدان باشد: $\theta = ۹۰ \,, COS۹۰ = ۰ \Rightarrow \Delta V = -Ed\cos۹۰ \Rightarrow \Delta V = ۰$

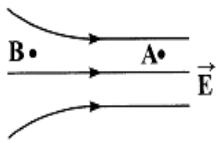
نتیجه: جابجایی عمود بر میدان باشد، پتانسیل تغییر نمی کند.

$\Delta V = ۰ \Rightarrow V_B - V_A = ۰ \Rightarrow V_B = V_A$



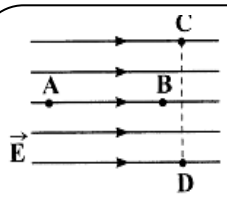
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۸۰ : شکل روبه‌رو خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می‌دهد. در مقایسه‌ی میدان و پتانسیل الکتریکی نقاط A و B، کدام رابطه درست است؟ (سراسری ریاضی ۸۰)



۱) $V_B > V_A$ و $E_B < E_A$
۲) $V_B > V_A$ و $E_B > E_A$
۳) $V_B < V_A$ و $E_B < E_A$
۴) $V_B < V_A$ و $E_B > E_A$

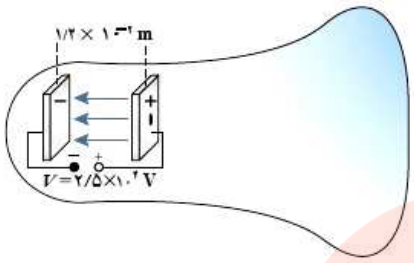
تمرین ۸۱: با توجه به میدان نشان داده شده، کدام گزینه درباره‌ی پتانسیل الکتریکی نقاط درست است؟



۱) $V_A > V_B > V_C$
۲) $V_A < V_B < V_C$
۳) $V_C > V_D$
۴) $V_C > V_B > V_D$

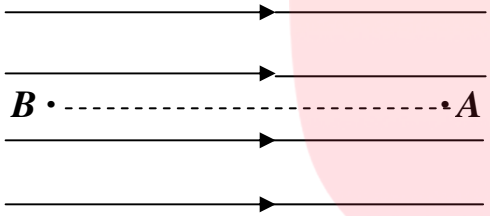
مثال ۱ــ ۱۳

لامپ‌های تصویر تلویزیون‌ها و نمایشگرهای قدیمی، لامپ پرتو ــ کاتدی (CRT)[1] بودند. در این لامپ، الکترون‌ها در میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحهٔ باردار، مطابق شکل، شتاب می‌گیرند و با صفحهٔ نمایشگر برخورد می‌کنند. اگر صفحه‌ها در فاصلهٔ $۱/۲\times۱۰^{-۲}m$ از یکدیگر باشند و اختلاف پتانسیل بین آنها $۲/۵\times۱۰^{۴}V$ باشد، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحه‌ها را تعیین کنید.



پاسخ :

تمرین ۸۲: ذره ای با بار $q<۰$ از A تا B با تندی ثابت جابجا می کنیم. انرژی پتانسیل بار در این جابجایی .....می یابد و کاری که ما بروی بار $q<۰$ انجام می دهیم .....است.



۱)افزایش – مثبت ۲) کاهش– مثبت

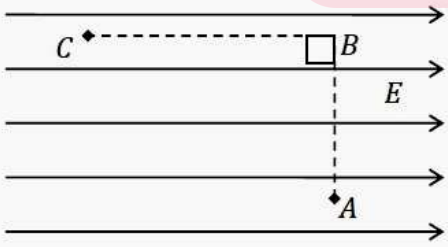
۳) افزایش – منفی ۴) کاهش – منفی

تمرین ۸۳: برای این که ذره ای با بار $q=-۴\mu C$ را در یک میدان الکتریکی با سرعت ثابت بین دو نقطه A تا B جابجا کنیم ، باید $+۹۰\mu J$ کار انجام دهیم. اختلاف پتانسیل بین دونقطه A تا B ، چند ژول است؟

تمرین ۸۴: ذره‌ای با بار $۲\mu C$ را در داخل میدان الکتریکی یکنواخت $۱۰^{۵}(N/C)$ از نقطه A تا نقطه B و سپس از نقطه B تا نقطه C جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB=۳m$ و $BC=۴m$ باشد، مطلوب است:

الف) نیروی الکتریکی وارد بر ذره

ب) کمترین کاری که برای جابه‌جایی از A تا C باید انجام دهیم.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

اختلاف پتانسیل دوسر باتری :

پتانسیل پایانه یا قطب مثبت باتری (V_+) از پتانسیل پایانه یا قطب منفی باتری (V_-) بیشتر است.

اختلاف پتانسیل دوسر باتری ΔV برابراست : $\Delta V = V_+ - V_-$

نقطه زمین :

پتانسیل زمین یا نقطه ای از مدار را اغلب در مهندسی برق به عنوان مرجع ، صفر در نظر می گیرند واصطلاحا نقطه زمین می گویند و پتانسیل نقطه های دیگر را نسبت به آن می سنجند.نقطه زمین را در مدارهای الکتریکی با نماد ⏚ نشان می دهند.

سوال : وقتی می گوییم اختلاف پتانسیل (ولتاژ) یک باتری ۱۲ولت است. منظور چیست ؟

سوال : اگر پایانه مثبت باتری $۱۳V$ و پایانه منفی آن $-۴۳V$ باشد. باتری چند ولتی است؟

سوال : اگر پایانه مثبت یک باتری ۶ولتی را مرجع در نظر بگیریم. پایانه منفی آن چند ولت است ؟

تمرین ۸۵ : اختلاف پتانسیل پایانه های باتری اتومبیل ۱۲ ولت است. اگر $+۳/۲C$ بار الکتریکی از پایانه ی مثبت به پایانه ی منفی جابجا شود. انرژی پتانسیل الکتریکی آن چه اندازه و چگونه تغییر می کند؟

تمرین ۸۶ : اختلاف پتانسیل پایانه های باتری اتومبیل ۴۸ ولت است. اگر $-۵\mu C$ بار الکتریکی از پایانه ی منفی به پایانه ی مثبت جابجا شود. انرژی پتانسیل الکتریکی آن چه اندازه و چگونه تغییر می کند؟

تمرین ۸۷ : یک میدان الکتریکی چه مقدار باید کار انجام دهد تا بار $۵۰nC$ را ازنقطه A با پتانسیل $۲/۴V$ به زمین منتقل کند؟

مای درس
www.my-dars.ir

۱–۹) توزیع بارالکتریکی در اجسام رسانا :

سوال : آزمایش فارادی در مورد توزیع بار در اجسام رسانا را توضیح دهید.

نتایج :

۱–بار درسطح خارجی اجسام رسانا توزیع می شود.

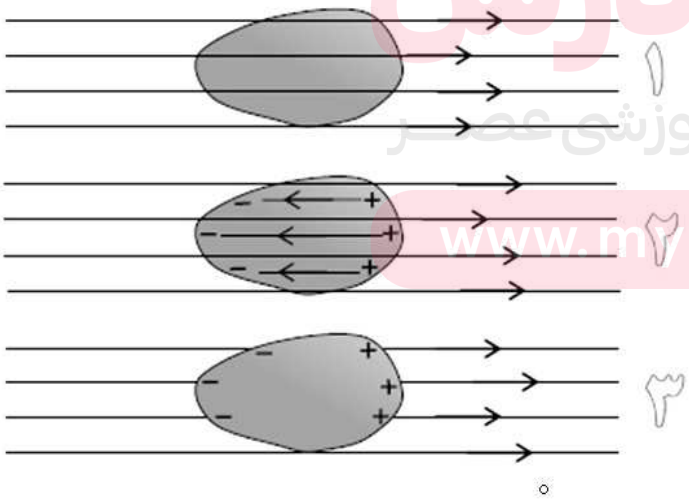
۲–اگر یک جسم رسانا در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، میدان خالص در داخل رسانا صفر می شود.

۳–کار نیروی الکتریکی در هرجابجایی در داخل رسانا صفر است.

۴– تمام نقاط سطح یک رسانا پتانسیل یکسانی دارند، بنابراین سطوح یک رسانا ، سطوح هم پتانسیل هستند.

سوال : آزمایشی را مطرح کنید که نشان دهد بار بر روی سطوح خارجی جسم رسانا توزیع می شود.

میدان الکتریکی در داخل رسانا ها :



اگر یک جسم رسانا رادرون میدان الکتریکی قرار دهیم، الکترون های آزاد جسم رسانا تحت تأثیر میدان خارجی به حرکت درآمده و مطابق شکل، با رفتن به یک سمت رسانا، آرایش مجددی می گیرند. بنابراین در یک سمت رسانا بار منفی و در سمت دیگر بار مثبت القاء می شود. وجود این بارهای القایی یک میدان الکتریکی دیگر را در داخل رسانا ایجاد می کند که در خلاف جهت میدان اصلی خارجی است وتمایل دارد اثرآن را خنثی کند. جریان داخلی الکترون ها در رسانا تا زمانی ادامه می یابد که میدان حاصل از بارهای القایی میدان خارجی را در داخل رسانا خنثی کند.

نتیجه این که:

میدان الکتریکی خالص(برآیند) در داخل رسانا پس از تعادل الکتروستاتیکی برابر صفر خواهد شد.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

نکته : همه نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند به عبارت دیگر سطوح رسانا، سطوح هم پتانسیل را تشکیل می دهند.

سوال : ثابت کنید همه نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند.

چگالی سطحی بارالکتریکی :

برای اینکه تراکم بار در بخش های مختلف یک رسانا را باهم مقایسه کنیم از چگالی سطحی باراستفاده می کنیم :

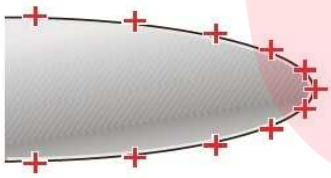
بار موجود در واحد سطح رسانا را چگالی سطحی بار می گویند و آن را با σ نشان می دهند :

اگرمقدار بار الکتریکی به اندازه Q روی سطح یک رسانا به مساحت A باشد، از تقسیم مقدار بار به مساحت جسم، چگالی سطحی بار بدست می آید.

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

یکای چگالی بار $\frac{C}{m^2}$ است.

نکته:



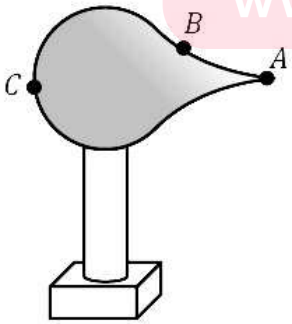
۱-تراکم بار روی نقاط نوک تیز رسانا بیشتر از بقیه نقاط است.

۲-بار روی سطوح متقارن مثل کره ی رسانا بطور یکسان توزیع می شود.

سوال : آزمایشی را مطرح کنید که نشان دهد تراکم بار روی نقاط نوک تیز رسانا بیشتر از بقیه نقاط است.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۸۹ : شکل زیر جسم رسانای دوکی شکل بارداری را نشان می دهد. در کدام گزینه چگالی سطحی بار در نقاط A و B و C به درستی مقایسه شده اند؟



۱) $\sigma_B > \sigma_C > \sigma_A$

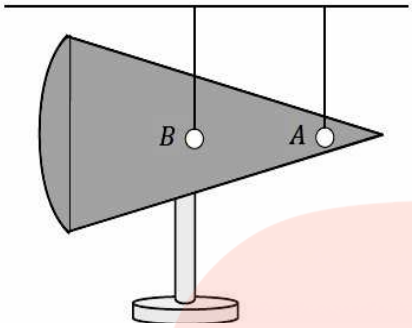
۲) $\sigma_A > \sigma_C > \sigma_B$

۳) $\sigma_A > \sigma_B > \sigma_C$

۴) $\sigma_A = \sigma_B = \sigma_C$

تمرین ۹۴: در شکل قبلی پتانسیل نقاط A و B و C را با هم مقایسه کنید.

تمرین ۹۰ : مطابق شکل، دو آونگ الکتریکی مشابه را در تماس با یک مخروط فلزی بدون باری قرار داده‌ایم. اگر با اتصال به یک جسم رسانای باردار، مقداری بار الکتریکی به مخروط فلزی بدهیم، کدام گزینه در مورد میزان انحراف دو آونگ از وضع تعادل صحیح است؟



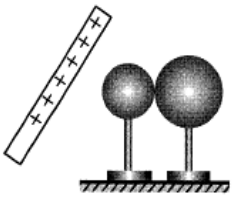
الف) هیچ‌کدام منحرف نمی‌شوند.

ب) هر دو به یک اندازه منحرف می‌شوند.

ج) آونگ A بیش‌تر منحرف می‌شود.

د) آونگ B بیش‌تر منحرف می‌شود.

تمرین ۹۱: میله‌ای با بار خالص مثبت را مطابق شکل به دو کره‌ی فلزی بدون بار خالص و نصب شده بر روی دو پایه‌ی عایق که با هم در تماس‌اند، نزدیک نموده و در کنار آن‌ها نگه می‌داریم. اگر ابتدا دو کره را از هم جدا سازیم و سپس میله را از کره‌ها دور کنیم، بار خالص القا شده در ..... است.



۱) دو کره مثل هم است، ولی مقدار چگالی سطحی بار در کره‌ی کوچک‌تر بیشتر

۲) دو کره قرینه‌ی هم‌اند، ولی مقدار چگالی سطحی بار در کره‌ی کوچک‌تر بیشتر

۳) کره‌ی بزرگ‌تر بیشتر، ولی چگالی سطحی بار در آن کم‌تر

۴) کره‌ی کوچک‌تر کم‌تر، ولی چگالی سطحی بار در آن بیشتر

تمرین ۹۲: در شکل مقابل، کره‌ی باردار را داخل ظرف فلزی کرده و سپس درب آن را بسته و گلوله را به بدنه‌ی ظرف برخورد می‌دهیم و در نهایت، مجدداً کره را از ظرف خارج می‌کنیم. اگر پس از خروج کره از ظرف، آن را به کلاهک یک الکتروسکوپ با بار مثبت نزدیک کنیم، وضعیت ورقه‌های الکتروسکوپ چه تغییری می‌کنند؟

۱) بازتر می‌شوند.

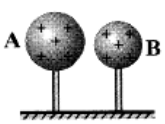
۲) بسته‌تر می‌شوند.

۳) ابتدا باز و سپس بسته می‌شوند.

۴) تغییری پیدا نمی‌کنند.

تمرین ۹۳:

دو کره‌ی رسانای باردار A و B مطابق شکل روی پایه‌های عایق قرار دارند و $q_A = q_B$ و $r_A > r_B$ است. اگر این دو کره را با هم تماس دهیم:



۱) بار نهایی هر دو کره برابر صفر خواهد شد.

۲) چون بار دو کره یکسان است، شارش الکترون صورت نمی‌گیرد.

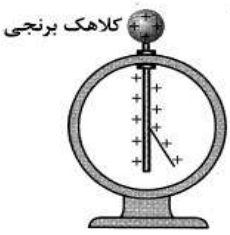
۳) جهت شارش الکترون‌ها از کره‌ی A به کره‌ی B خواهد بود.

۴) جهت شارش الکترون‌ها از کره‌ی B به کره‌ی A خواهد بود.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۹۴:

اگر یک میله‌ی لاکی را با پارچه‌ی پشمی مالش دهیم و آن را به آرامی به کلاهـک الکتروسـکوپ شـکل روبه‌رو که بار مثبت دارد نزدیک کنیم، چه تغییری در انحراف ورقه‌های آن ایجاد می‌شود؟ (مقدار بار میله از بار الکتروسکوپ بیشتر است.) (آزاد سال‌های دور)



۱) بسته می‌شود و به همان حال می‌ماند.

۲) بدون تماس با کلاهک، تغییری حاصل نمی‌شود.

۳) انحراف آن زیادتر می‌شود.

۴) ابتدا به هم نزدیک و سپس دور می‌شوند.

تمرین ۹۵ : در تمرین فوق اگر یک میله مثبت به کلاهک نزدیک کنیم چه اتفاقی می افتد؟

مثال ۲۳ : به یک کره رسانا به شعاع ۲سانتی متر بارالکتریکی $۶۲۸\mu C$ داده ایم. چگالی سطحی بار روی کره را حساب کنید.

تمرین۹۶ : چگالی سطحی بار یک کره به شعا ع $۱۰cm$ برابر $۴\times۱۰^{-۶}\frac{C}{m^۲}$ است. بار روی سطح این کره را حساب کنید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مثال ۱ـ ۱۴

سطح فلزی بزرگ بارداری را در نظر بگیرید که بار الکتریکی در سطح آن و دور از لبه‌ها به‌طور یکنواخت توزیع شده است. اگر چگالی بار روی این سطح $۲/۰\times۱۰^{-۶}\ C/m^۲$ باشد، در بخشی از این سطح به شکل مربعی به ضلع $۱/۰mm$ چقدر بار قرار گرفته است؟

پاسخ :

رابطه مقایسه ای چگالی سطحی بار:

اگر σ_1 , σ_2 چگالی سطحی بار دوجسم مختلف یا یک جسم در دوحالت مختلف باشد، داریم :

در حالت های خاص : $\frac{\sigma_2}{\sigma_1}=\frac{Q_2}{Q_1}\times\frac{A_1}{A_2}$ or $\frac{\sigma_2}{\sigma_1}=\frac{Q_2}{Q_1}\times\frac{r^2_1}{r^2_2}$

۱-اگربارها یکسان باشند: .....

۲-اگراندازه دو کره یکسان باشد: .....

تمرین ۹۷: دوکره مشابه با بارهای $Q_1=36\mu C$, $Q_2=-24\mu C$ در نظر بگیرید.
نسبت چگالی سطحی بار کره بزرگتر به کوچکتر چقدر است؟

تمرین۹۸ : اگر بار یک کره را دوبرابر و شعاع آن را نصف کنیم، چگالی سطحی آن چند برابر می شود؟

تمرین ۹۹: چگالی سطحی بار یک کره $2/7\times10^{-3}\ \frac{C}{m^2}$ است. اگر شعاع این کره فلزی را ۳ برابر می کنیم ،
چگالی سطحی آن چقدر می شود؟

تمرین ۱۰۰ : دو کره رسانای A و B که $r_A=\frac{2}{3}r_B$ است. دارای چگالی سطحی الکتریکی برابرند، نسبت $\frac{Q_A}{Q_B}$ چقدر است؟

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

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۱۰۱: دو کره فلزی مشابه به شعاع های ۳۰سانتی متر با بارهای $Q_1 = -1/8\mu C$, $Q_2 = +5/4\mu C$ هستند. آنها را باهم تماس داده سپس از هم جدا می کنیم. چگالی سطحی بار هرکدام از کره ها چقدر می شود؟ $(\pi \approx 3)$

تمرین۱۰۲ : هشت قطره کوچک جیوه را ترکیب می کنیم تا یک قطره بزرگ تر تشکیل شود. اگر جرم و بار الکتریکی قطره های کوچک اولیه با هم برابر باشند، چگالی سطحی بار قطره بزرگ تر چند برابر چگالی سطحی بار قطره های کوچک اولیه است ؟

****

تمرین۱۰۳ : دو کره فلزی شعاع های $r_1 = 2cm$,$r_2 = 3cm$ دارای بارهای $Q_1 = -1/8\mu C$, $Q_2 = +5/4\mu C$ هستند. آنها را باهم تماس داده سپس از هم جدا می کنیم. چگالی سطحی بار کره بزرگ تر چندبرابر خواهد شد؟

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۱۰۴ : به دو کره به شعاع های $r_1 = 30cm$,$r_2 = 40cm$ بار یکسان $Q = 1/6\mu C$ می دهیم. نسبت چگالی سطحی بار کره کوچکتربه بزرگ تر چقدر است ؟

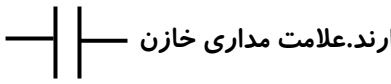
۱–۱۰) خازن :

وسیله ای الکتریکی است که می تواند بار و انرژی الگتریکی را در خود ذخیره کند.

انواع خازن :

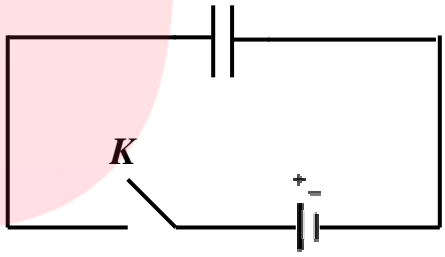
۱–خازن تخت یا مسطح ۲–خازن کروی ۳–خازن استوانه ای

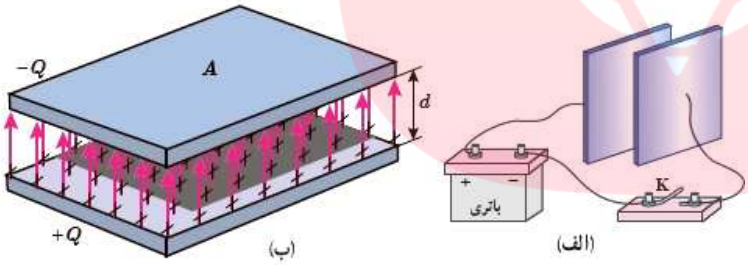
خازن تخت :

خازنی شامل دو صفحه رسانای موازی با مساحت A است که به فاصله d از هم قرار دارند.علامت مداری خازن  است.

بار دار کردن یا شارژ کردن خازن :

دوصفحه خازن را می توانیم از طریق سیم و با یک کلید K به دوپایانه مثبت و منفی باتری وصل کنیم. وقتی کلید بسته یا وصل می شود بار از طریق سیم های رابط به خازن منتقل می شود و بتدریج در آن ذخیره می گردد. این شارژبار تازمانی که اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن با اختلاف پتانسیل دوسر باتری یکسان شود ادامه می یابد. صفحات هرکدام دارای بار $+Q$, $-Q$ می شوند.ولی در کل بار خازن همان Q یعنی بار صفحه مثبت است.





ظرفیت خازن :

هرچقدر اختلاف پتانسیل ΔV بین صفحات خازن را زیاد کنیم به همان نسبت هم بار Q ذخیره شده در خازن هم افزایش می یابد.برای هر خازن نسبت اختلاف پتانسیل به بار ذخیره شده در آن مقدار ثابتی است که آن راظرفیت خازن می می گویند.

ظرفیت خازن را با C نشان می دهند. $C=\frac{Q}{V}$

نکته : ظرفیت خازن به اختلاف پتانسیل و بار ذخیره شده در آن بستگی ندارد و از ویژگی ساختاری آن است.

یکای ظرفیت خازن:

یکای ظرفیت خازن فاراد یکای ظرفیت خازن فاراد (F) است. $[C]=\frac{[Q]}{[C]}\Rightarrow 1F=\frac{1C}{1V}$

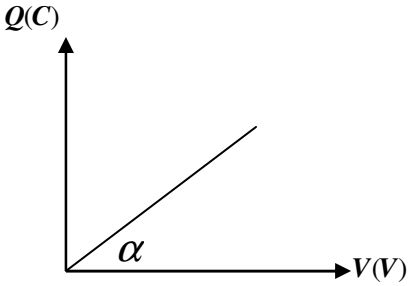
فاراد:

ظرفیت خازنی است که اگر به اختلاف پتانسیل یک ولت وصل شود باری به اندازه یک کولن در آن ذخیره می شود.

گروه آموزشی عصر www.my-dars.ir

نمودار تغییرات بار برحسب اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن:

نمودار بصورت خط راست است که شیب خط برابر ظرفیت خازن است.



$$C = m = \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \tan\alpha$$

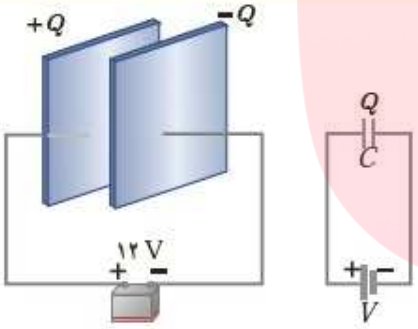
مثال۲۴ : به دوسر خازن اختلاف پتانسیل ۲۴ ولت وصل می کنیم، بار الکتریکی به اندازه ۶میکروکولن در آن ذخیره می شود. ظرفیت خازن چقدر است؟

مثال ۱ـ ۱۵

صفحه‌های خازنی را مطابق شکل به پایانه‌های یک باتری با اختلاف پتانسیل ۱۲V وصل می‌کنیم. اگر بار خازن ۲۴μC شود،

الف) ظرفیت خازن را محاسبه کنید.

ب) اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل ۳۶ V وصل کنیم، بار الکتریکی آن چقدر می‌شود؟



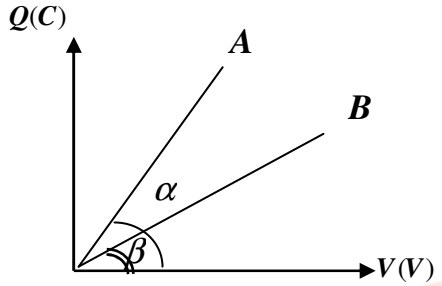
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین۱۰۵ : ظرفیت خازنی $1/2\mu F$ است . اختلاف پتانسیل ۳۰ ولت به دوسر آن وصل می کنیم.

الف) میزان بار ذخیره شده در آن را حساب کنید.

ب) اگر اختلاف پتانسیل دوسر آن را دوبرابر کنیم ظرفیت و بار الکتریکی آن چندبرابر می شوند.

تمرین ۱۰۶ : نمودار تغییرات بار برحسب اختلاف پتانسیل برای دو خازن A و B مطابق شکل زیر ا است.کدام گزینه درست است ؟



۱) $C_A \rangle C_B$

۲) $C_A = C_B$

۳) $C_A \langle C_B$

۴) هیچکدام

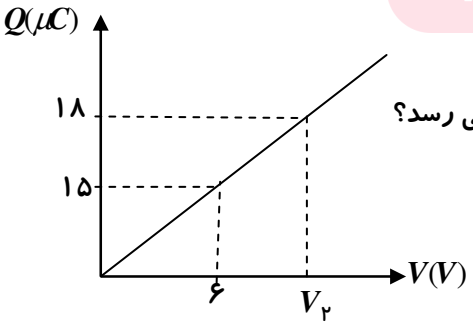
تمرین ۱۰۷ : در تمرین فوق اگر $\alpha = ۶۰^\circ$, $\beta = ۳۰^\circ$ باشد. نسبت ظرفیت خازن B به A را بدست آورید.

تمرین ۱۰۸ : ظرفیت خازنی $۵\mu C$ است .اگر اختلاف پتانسیل آن از ۱۲ولت به ۱۶ ولت تغییر کند.بار آن چقدر تغییر می کند؟

تمرین ۱۰۹ : اگر اختلاف پتانسیل دوسر خازن از ۸ ولت به ۱۴ولت تغییر کند، ظرفیت خازن باید چقدر باشد تا بار ذخیره شده از $۲/۶\mu C$ به $۳/۸\mu C$ افزایش می یابد؟

تمرین ۱۱۰ : نمودار بار الکتریکی ذخیره شده برحسب اختلاف پتانسل دوسر خازن مطابق شکل زیر است.

الف) ظرفیت خازن را بدست آورید.



ب) اگر بار ذخیرشده به ۱۸ میکروکولن برسد، مقدار اختلاف پتانسیل به چه مقداری می رسد؟

ج) اگر اختلاف پتانسل ۱۲ولت شود، مقداربار را حساب کنید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۱۱۱ : فاصله صفحات خازنی $1mm$ وظرفیت آن $40\mu C$ و بار ذخیره شده در آن ۴۰میکرو کولن است. بزرگی میدان آن برحسب N/C برابر است با:

۱) ۱ ۲) ۱۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۱-۱۱) خازن با دی الکتریک :

اگر فضای بین صفحات یک خازن با ماده ای عایق که به آن دی الکتریک می گویند، پر کنیم، ظرفیت خازن به اندازه ضریبی که به آن ضریب دی الکتریک می گویند (با k نشان می دهند) افزایش می یابد.

ظرفیت خازن در حالتی که بین صفحات آن خالی ست C_0 باشد ، چنانچه بین صفحات پر شود ظرفیت آن برابر است با :

دی الکتریک ها به دو نوع قطبی و غیر قطبی دسته بندی می شوند. $C = kC_0$

سوال : فرض کنید خازنی را به یک باتری وصل کرده وباردار شود، سپس داخل آن یک دی الکتریک غیر قطبی قراردهیم با رسم شکل در مورد این موضوع توضیح دهید.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

سوال : فرض کنید خازنی را به یک باتری وصل کرده وبار دار می شود، سپس داخل آن یک دی الکتریک قطبی قراردهیم با رسم شکل در مورد این موضوع توضیح دهید.

سوال : ظرفیت خازن تخت به چه عواملی بستگی دارد؟

۱-با مساحت صفحات رابطه مستقیم دارد.

۲-با فاصله صفحات رابطه عکس دارد.

۳-با دی الکتریک رابطه مستقیم دارد.

بنابراین ظرفیت خازن برابراست: $C = k\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}$

$\varepsilon_{\circ} = ۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m}$ ضریب گذردهی الکتریک خلا نام دارد.

ضریب دی الکتریک خلا (هوا) یک ($k = ۱$) است . بنابراین ظرفیت خازن در اینصورت برابر است با : $C = \varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}$

مثال۲۵ : هریک از صفحات خازن تختی به شکل مستطیلی به طول $۶۰cm$ و عرض $۲۰cm$ است که بین آنها از دی الکتریک به ضخامت $۱/۵mm$ و ثابت دی الکتریک ۱۰پرشده است. ظرفیت این خازن را حساب کنید. $\varepsilon_{\circ} \approx ۹\times۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m}$

تمرین۱۱۲ : ظرفیت یک خازن مسطح $۱۰\mu F$ وبار الکتریکی آن $۲۰\mu C$ است.اگر فاصله صفحات خازن از یکدیگر ۱میلی متر باشد، بزرگی میدان الکتریکی میان صفحات خازن چقدر است؟

تمرین ۱۱۳: مساحت هریک از صفحات یک خازن تختِ ۱۵۰ پیکوفارادی برابر با ۵ سانتی‌مترمربع است و یک ورقه‌ی پلاستیکی بـه ضـخامت ۰/۱۵ میلی‌متر فضای بین دو صفحه را پر کرده است. ثابت دی‌الکتریک پلاستیک چه‌قدر است؟ $(\varepsilon_{\circ} = ۹\times۱۰^{-۱۲}\,C^{۲}/N.m^{۲})$

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۱۰

@farayand 11 ۰۹۱۱۱۸۵۴۶۲۷ برای رسیدن به هر نقطه‌ای باید مراحلی طی شود.

رابطه مقایسه ای خازن :

$$\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{k_۲}{k_۱}\times\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{d_۱}{d_۲}$$

تمرین ۱۱۴ :
اگر فاصله‌ی بین صفحات خازن مسطحی را نصف و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی آن را دو برابر کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

تمرین ۱۱۵: ضریب دی الکتریک بین صفحات خازن مسطحی برابر ۲ است. اگر دی الکتریک را برداشته و فاصله بین صفحات را نصف کنیم ، ظرفیت خازن نسبت به حالت اولیه چند برابر می شود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

تمرین ۱۱۶: هرگاه مساحت یکی از صفحات خازن را سه برابر و فاصله ی بین آنها را به اندازه ی ۴۰٪ فاصله ی اولیه کاهش و بین صفحات آن که هواست یک ماده عایق با ثابت دی الکتریک ۱۲ قرار دهیم، بطور ی که فضای داخل صفحه توسط این ماده کاملا پوشانده شود.ظرفیت الکتریکی آن نسبت به حالت قبل چند برابر می شود؟

۱) ۲ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۲۰

مای درس
گروه آموزشی مصدر
www.my-dars.ir

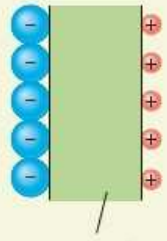
فروریزش الکتریکی :

هرگاه اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن را ، به اندازه کافی زیاد کنیم ، تعدادی ازالکترون های اتم های ماده دی الکتریک، توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دوصفحه، کنده می شوند و مسیر هایی رسانا درون دی الکتریک ایجاد می شود که سبب تخلیه خازن می گردد. به این پدیده فروریزش الکتریکی ماده دی الکتریک می گویند.

فرورزش خازنها اغلب با جرقه همراه است و در بیشتر مواقع خازن را می سوزند.

تمرین ۱ــ۱۲

یک یاختهٔ عصبی(نورون) را می توان با یک خازن تخت مدل‌سازی کرد، به‌طوری‌که غشای سلول به عنوان دی الکتریک و یون های باردار با علامت مخالف که در دو طرف غشا هستند به عنوان بارهای روی صفحه‌های خازن عمل کنند (شکل روبه‌رو). ظرفیت یک سلول عصبی و تعداد یون های لازم (بافرض آنکه هر یون یک بار یونیده باشد)، برای آنکه یک اختلاف پتانسیل ۸۵mV ایجاد شود چقدر است؟ فرض کنید غشا دارای ثابت دی الکتریک $\kappa=۳/۰$، ضخامت ۱۰/۰ nm و مساحت سطح $۱/۰\times۱۰^{-۱۰}\ m^۲$ است.



انرژی خازن :

وقتی صفحات خازن به یک باتری وصل می شود در خازن انرژی ذخیره می شود.

باتری روی بارها کار انجام می دهد و بارها را بطور جزئی از یک صفحه به صفحه بعدی انتقال می دهد که همزمان اختلاف پتانسیل دوسر خازن نیز بطور خطی و بتدریج از صفر تا V افزایش می یابد. درحالی که ظرفیت خازن ثابت است.

$$W = Q\bar{V} = Q\frac{۰+V}{۲} = \frac{۱}{۲}QV$$

این کار بصورت انرژی پتانسل الکتریکی در میدان الکتریکی فضای بین صفحه های خازن ذخیره می شود.درنتیجه :

$$U = \frac{۱}{۲}QV = \frac{۱}{۲}CV^۲ = \frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}$$

مثال ۱ــ۱۸

مدار یک فلاش عکاسی، انرژی را با ولتاژ ۳۳۰ V، در یک خازن ۶۶۰ μF، ذخیره می‌کند. الف) چه مقدار انرژی الکتریکی در این خازن ذخیره می‌شود؟ ب) اگر تقریباً همهٔ این انرژی در مدت ۱/۰ ms آزاد شود، توان متوسط خروجی فلاش چقدر است؟

پاسخ : .

گروه آموزشی عصر www.my-dars.ir

مثال ۱ــ ۱۹: دستگاه رفع لرزش نامنظم قلب (دفیبریلاتور[۱])

توانایی خازن برای ذخیرهٔ انرژی پتانسیل الکتریکی، اساس کار دستگاه‌های رفع لرزشی است که برای توقف لرزش بطنی افراد دچار حملهٔ قلبی به‌کار می‌رود. در این بیماری، انبساط و انقباض ناهماهنگ قلب باعث می‌شود خون به‌درستی به مغز فرستاده نشود. در این دستگاه یک باتری، خازنی را تا اختلاف پتانسیل حدود ۶kV باردار می‌کند. صفحه‌های رابط (کفشک‌ها[۲]) روی قفسهٔ سینهٔ بیمار قرار داده می‌شوند و خازن بخشی از انرژی ذخیره شدهٔ خود را از طریق کفشک‌ها به بدن بیمار منتقل می‌کند. هدف از این کار این است که قلب به‌طور موقت از کار بیفتد و پس از آن با آهنگ منظم و طبیعی خود به‌کار افتد.

اگر ظرفیت خازن این دستگاه ۱۱/۰μF باشد و با ولتاژ ۶/۰۰kV شارژ شود و سپس تمام انرژی آن از طریق کفشک‌ها به درون بدن بیمار تخلیه شود،

الف) چقدر انرژی در بدن بیمار تخلیه شده است؟ ب) چه مقدار بار الکتریکی از بدن بیمار عبور کرده است؟ پ) اگر تخلیهٔ انرژی تقریباً در مدت ۲/۰۰ms صورت پذیرفته باشد این انرژی با چه توان متوسطی در بدن بیمار تخلیه شده است؟

پاسخ:

تمرین۱۱۷ : انرژی ذخیره شده در خازنی $25\mu J$ است.اگر بار خازن $20\mu C$ افزایش یابد، انرژی ذخیره شده در آن $225\mu J$ می شود. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟

۱) ۰/۱۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۲ ۴) ۱۰

تمرین ۱۱۸ : اختلاف پتانسیل دو سر خازن V است. اگر خازنی در اثر تخلیه نصف انرژی خود را از دست بدهد، در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر آن چندبرابر حالت اولیه خواهد شد؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\sqrt{2}$ ۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۴) $\frac{1}{2\sqrt{2}}$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

تمرین ۱۱۹ : خازنی به ظرفیت $۴۰\mu F$ را با اختلاف پتانسیل $۲۰۰V$ پرمی کنیم.

الف) بار ذخیره شده در خازن چقدر است؟

ب) انرژی ذخیره شده در آن را حساب کنید.

سوال: خازنی را با یک با تری پر می کنیم. سپس در حالی که خازن به مولد متصل است ، دی الکتریکی با ثابت K را بین صفحات قرار می دهیم. چه تغییراتی در ظرفیت خازن ، مقداربار الکتریکی و ولتاژ و انرژی خازن می افتد؟

تمرین ۱۲۰ : مساحت صفحات خازنی $۰/۴m^۲$ و فاصله صفحات آن که از هوا پر شده است $۴/۴۵mm$ است. صفحات این خازن به اختلاف پتانسیل $۲۰۰V$ وصل شده است:

الف) ظرفیت ، بار و انرژی خازن را حساب کنید.

ب) اگر در این حالت دی الکتریک با ثابت ۴ ین صفحات قرار دهیم ، ظرفیت ف بار و انرژی آن چقدر می شود؟

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

سوال : خازنی را با یک باتری (مولد) پر می کنیم و سپس آن را از مولد جدا می کنیم . در این حالت دی الکتریکی با ثابت K را بین صفحات قرار می دهیم. چه تغییراتی در ظرفیت خازن ، مقداربار الکتریکی و ولتاژ و انرژی خازن می افتد؟

تمرین ۱۲۱ :

یک خازن مسطح را به باتری وصل کرده تا بار q_1 پیدا کند و سپس آن را از باتری جدا می‌کنیم. اگر یک قطعه دی‌الکتریک میان صفحات خازن وارد شود، کدام گزینه درباره‌ی بار، اختلاف پتانسیل و انرژی خازن نسبت به حالت قبل درست است؟

۱) $q_2 < q_1, V_2 < V_1, U_2 = U_1$

۲) $q_2 > q_1, V_2 > V_1, U_2 < U_1$

۳) $q_2 = q_1, V_2 = V_1, U_2 = U_1$

۴) $q_2 = q_1, V_2 < V_1, U_2 < U_1$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir