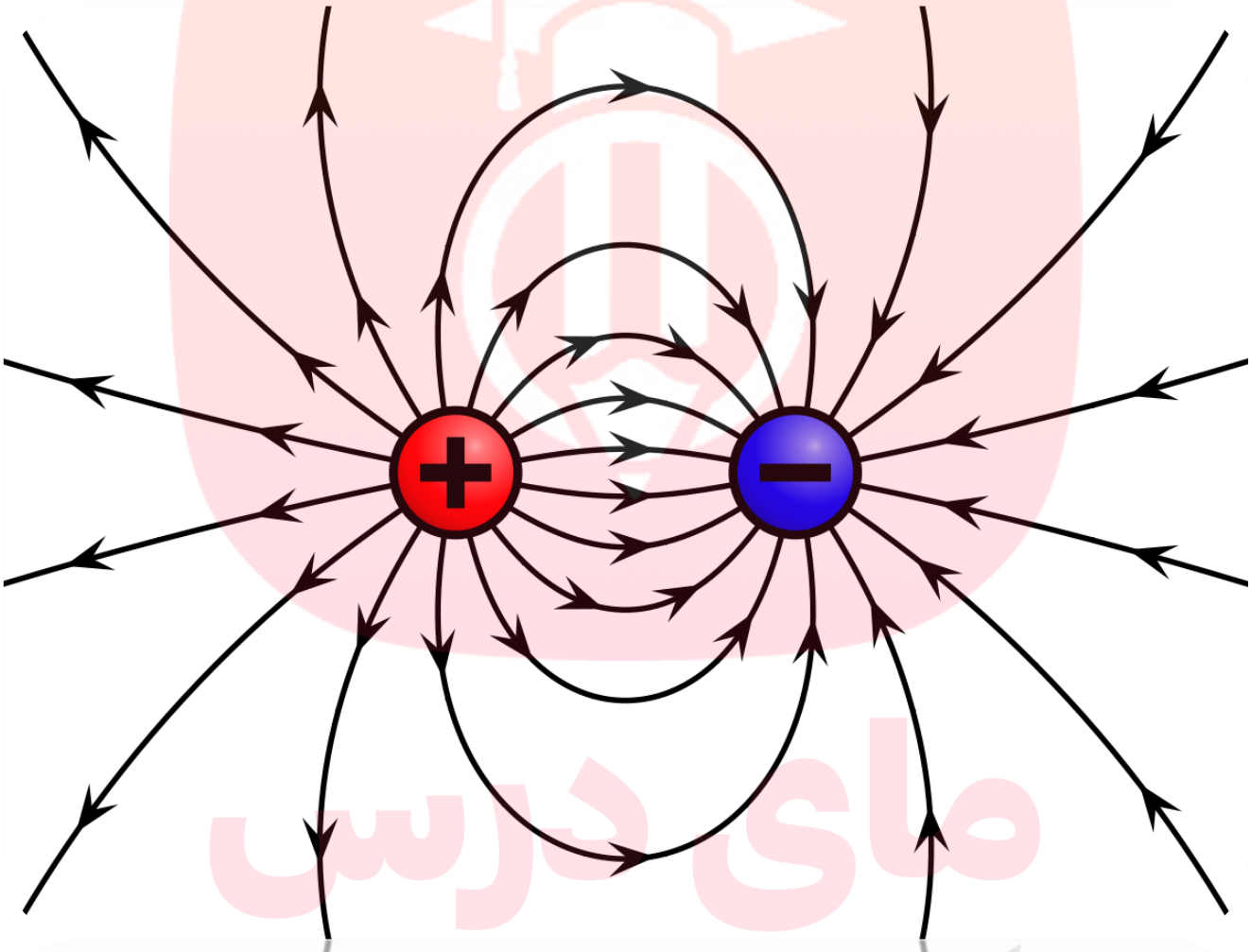
فصل ۱

الکتریسیته ساکن و خازن



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

یازدهم

فیزیک

دورنمایی از فصل ۱ :

بخش اول : درسنامه Part1

بار الکتریکی ۱

۱- ۱

۲- پایستگی وکوانتیده بودن بار الکتریکی ۲

۳- قانون کولن ۳

۴- میدان الکتریکی ۱۸

۵- انرژی پتانسیل الکتریکی ۳۹

۶-پتانسیل الکتریکی ۴۲

۷- میدان.الکتریکی.در.داخل.رساناها ۴۸

۸- خازن ۶۴

بخش دوم : سوالات تشریحی Part2

سوالات .....

۱- ۷۶

۲- پاسخنامه ۸۱

بخش سوم : سوالات تستی Part3

سوالات .....

۱- ۸۶

۲- پاسخنامه ۹۳

میانگین تعداد تست های طرح شده در کنکور سراسری

رشته ریاضی:

۳-۴ از ۴۵ تست

رشته تجربی:

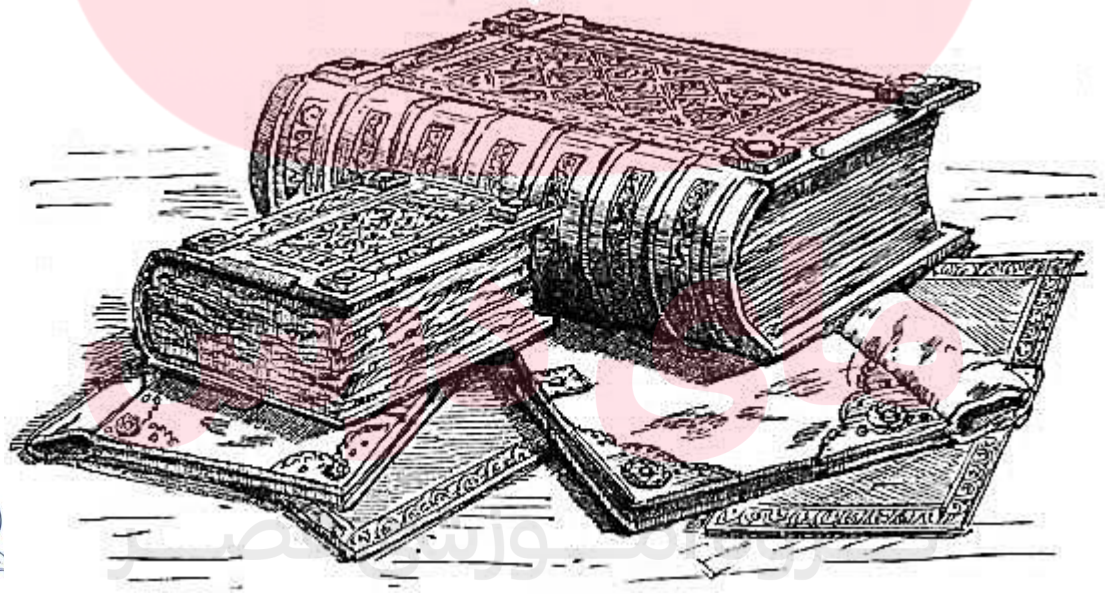
۳ از ۳۰ تست

tel: @physics_2018rh7

www.my-dars.ir

بخش اول

درسنامه

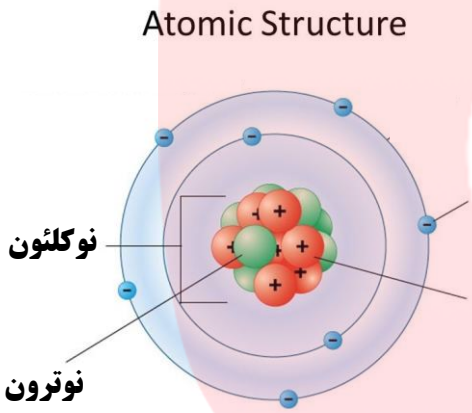


@PHYSICS_2018RH7
www.my-dars.ir

بار الکـــــــتریکی

مقدمه :

در کتاب های علوم دوره ی راهنمایی، با بارالکتریکی و روش ایجاد بار در اجسام آشنا شدیم و آموختیم که دو نوع بار الکتریکی وجود دارد که مثبت و منفی نام گذاری شده اند (شکل زیر) .

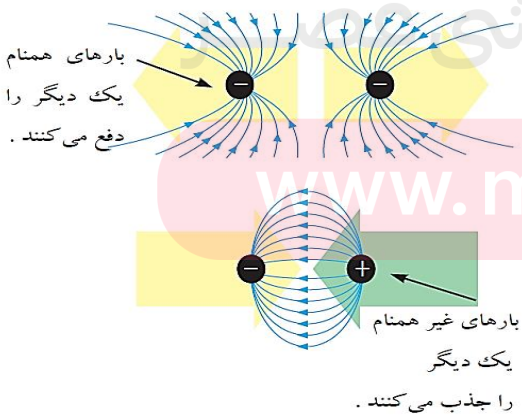


براین اساس، بار الکترون منفی و بار پروتون مثبت است علاوه بر این، در آزمایش های مختلف دیده ایم که بار الکتریکی به وجود نمی آید و از بین نمی رود و فقط از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود. به این اصل، پایستگی بارالکتریکی گفته می شود. همچنین آموختیم اجسام باردار بر هم نیرو وارد می کنند. این نیروها ممکن است ربایشی یا رانشی باشند. بیشتر نیروهایی که با آنها آشنا هستیم منشأ الکتریکی دارند. به کمک این نیروها می توان ساختار اجسام، پیوند بین ذرّه ها و بسیاری از پدیده هایی را که در طبیعت رخ می دهند، توصیف کرد. دامنه ی کاربرد الکتریسیته در فنّاوری و صنعت به قدری گسترده است که نیازی به بیان ندارد.

قبل از شروع مبحث الکتریسیته ساکن و قوانین آن، لازم است در مورد ویژگی مهمی از اجسام یعنی بار الکتریکی بیشتر بدانیم:

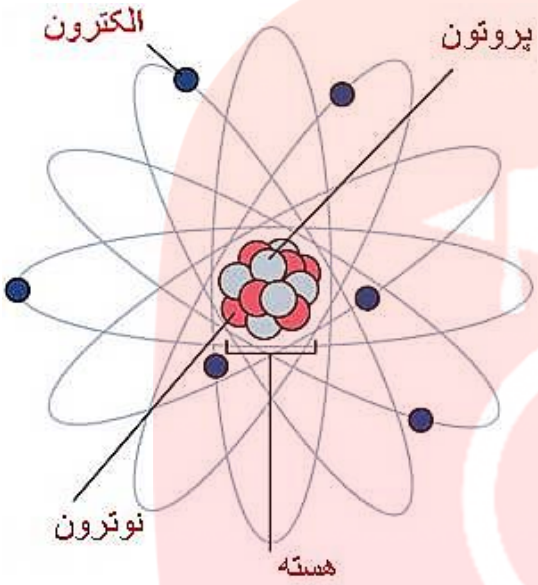
بار الکتریکی چیست؟؟؟

بارالکتریکی یک مشخصه ذاتی (مثل جرم ،رنگ و ...)ذره های بنیادی است که اجسام از آنها ساخته شده اند: یعنی ایـن ویژگـی به طور خود به خود، هر جا این ذره ها وجود داشته باشند همراه آنهاست.همانطور که برای مشخص کـردن دیگـر ویژگـی هـای ذاتی اجسام ، کارهای مختلفی انجام میدهیم (مثلا برای مشخص کردن جرم آنرا وزن میکنیم یا برای مشخص کردن رنگ ، آنرا مشاهده!!(مقایسه) میکنیم و...) برای پی بردن به این ویژگی اجسام نیز ترفندهایی به کار میبریم. مـثلا **اگر دو تیغه پلاستیکی را به پارچه پشمی مالش دهیم و به یکدیگر نزدیک کنیم یکدیگر را دفع می‌کنند و اگر دو تیغه شیشه‌ای را به پارچه ابریشمی مالش دهـیم و به یکدیگر نزدیک کنیم نیز یکدیگر را دفع می‌کنند. پـس باید بپذیریم که در اثر مالش دو نـوع خاصـیت متفـاوت ایجاد می‌شود . به این خاصیت بار الکتریکی می‌گوییم** کـه به صورت ربایش یا رانش الکتروستاتیکی در حضور ماده‌ای دیگـر نمود پیدا می‌کند.



www.my-dars.ir

در کل دو نوع متفاوت بار الکتریکی داریم : مثبت (+) و منفی (-) . نکته ی مهم دراین مورد این است که اجسام با بار الکتریکی هم نام یکدیگر را دفع و با بار الکتریکی مخالف یکدیگر را جذب می کنند.



اگر نگاهی به ساختار اتم بیندازیم درمیابیم که در یک نمایش ساده، اتم از یک هسته و تعدادی الکترون که به دورآن در حال چرخش هستند ، تشکیل شده است. هسته اتم نیز به طور کلی از پروتون ها و نوترون ها تشکیل شده است. در تعریف بار مثبت و منفی ، به پروتون ها بار مثبت و به الکترون ها بار منفی نسبت داده میشود . نوترون ها نیز فاقد بار الکتریکی اند.

در حالت عادی تعداد پروتون های موجود در هسته ی هر اتم **برابر** با تعداد الکترون های آن اتم است در نتیجه اتم از نظر الکتریکی **خنثی** است.

اگر از اتم یک جسم **الکترون بگیریم** بار آن جسم **مثبت** می شود و اگر به یک جسم **الکترون بدهیم** بار آن جسم **منفی** می شود.

همانطور که قبلا گفته شد بار مانند جرم یک خاصیت بنیادی است و میتواند مانند جرم کم و زیاد شود . یعنی اگر تعداد بارهای دو جسم بیشتر باشد این خاصیت دفع یا جذب نیز بیشتر میشود .

پس در اینجا لازم است که یک واحد برای مقایسه این نیروی دافعه یا جاذبه داشته باشیم . مثل جرم که واحد اندازه گیری آن کیلوگرم است و ما میدانیم یک کیلوگرم چه مقدار است ، برای اندازه گیری بار الکتریکی هم باید واحدی تعریف شود. مثلا دو جسم که ۱۰ واحد بار الکتریکی دارد چند برابر ، دو جسم دیگر که ۲ واحد بار الکتریکی دارند بهم نیرو وارد میکنند. اولین بار کولن برای بار الکتریکی واحد مشخص کرد و بعد ها به افتخار این دانشمند یکای بار الکتریکی کولن نامیده شد.

اما یک کولن دقیقا چه مقدار است ؟؟؟؟؟؟

قانون کولن

همانطور که در فیزیک دهم فصل اول خواندیم ، برای مشخص کردن اندازه ی یک کمیت آنرا با یکای واحد آن کمیت میسنجیم . مثلا برای متر میگوییم یک متر برابر با طول استوانه ای از جنس مخصوصی است و حال تمام طول اجسام به وسیله این میله اندازه گیری میشود.مثلا طول دیوار کلاس ۲ برابر طول این استوانه است و یا طول خودکار ۰/۰۵ برابر این استوانه است. و همینطور برای جرم و ... در اینجا نیز برای بار یک یکای واحد در نظر میگیریم و بار بقیه اجسام را با آن میسنجیم ، این یکا کولن نام دارد .

مای درس
www.my-dars.ir

در قرن ۲۰ میلادی کشفیات زیادی در مورد ساختار اتم صورت گرفت که شکل بالا توضیح ساده ای در مورد ساختار اتم می باشد ، یکی از این کشفیات در مورد بار الکتریکی این بود که کوچکترین بار الکتریکی که در طبیعت وجود دارد (بار الکتریکی پایه) دقیقا برابر است با بار الکتریکی پروتون و آنرا با نماد e نشان میدهیم . و این e دقیقا برابر با منفی بار الکتریکی الکترون است. این به آن معناست که کوچکترین بار منفی موجود در طبیعت بار الکترون و کوچکترین بار الکتریکی مثبت برایر بابار الکتریکی پروتون است . **و از این دوبار کوچکتر در طبیعت وحود ندارد. این گفته یعنی اینکه ما در طبیعت e ۰/۵ نداریم.** (بار الکتریکی گسسته (کوانتوم) است) .

به عنوان مثال اگر ما از یک اتم الکترون بدهیم بار آن e– و اگر دو الکترون بدهیم، بار آن برابر -2e میشود.وهیچگاه بار جسم رانمیتوان ۰/۵ یا ۱/۵ یا ۲/۷ و... اندازه بگیریم .

حال برمیگردیم به صحبت قبلی خودمان :

دو جسمِ باردار بر یکدیگر نیرو وارد می کنند.

نیرویی که دو جسم باردار بر هم وارد می کنند، نیروی الکتریکی نام دارد. نیروهای الکتریکی ممکن است ربایشی یا رانشی باشند. دیدیم که اگر بارهای الکتریکی دو جسم همنام باشند، یعنی هر دو مثبت یا هر دو منفی باشند، این نیرو، رانشی است. در حالی که اگر بارالکتریکی یک جسم مثبت و بارالکتریکی دیگری منفی باشد، این نیرو، ربایشی خواهد بود.

نیروی الکتریکی بین دو جسم، به چه عامل هایی بستگی دارد و اندازه این نیروها را از چه رابطه ای می توان محاسبه کرد؟

شارل کولن، دانشمند فرانسوی، برای اولین بار با انجام دادن آزمایش های ساده و هوشمندانه ای توانست عامل هایی را که نیروهای الکتریکی به آنها بستگی دارند، شناسایی کند و نتیجه آزمایش های خود را، که امروزه به نام قانون کولن شناخته شده است، به صورت زیر بیان کرد: (با استفاده از ترازوی پیچشی کولن)

بزرگی نیروی الکتریکی ربایشی یا رانشی بین دو ذرّه با بارهای که در فاصله از یکدیگر قرار دارند، با حاصل ضرب اندازه بار دو ذرّه نسبت مستقیم و با مجذور فاصله دو ذرّه از هم، نسبت وارون دارد.

بنابراین:

ثابت کولن

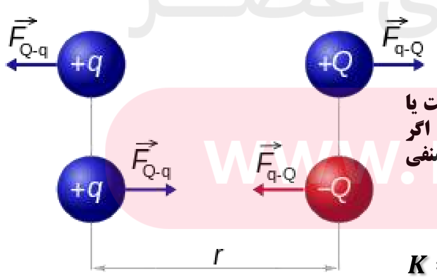
$$F = \frac{k\ |q_1||q_2|}{r^2}$$

نیرو بر حسب نیوتون

بار الکتریکی بدون احتساب علامت برحسب کولن

فاصله دو بار برحسب متر

درشکل زیر F_{q-Q} یعنی نیروی وارد از طرف q به Q . و برعکس



بارهای الکتریکی دو جسم همنام باشند، یعنی هر دو مثبت یا هردو منفی باشند، این نیرو، رانشی است. در حالی که اگر بارالکتریکی یک جسم مثبت و بارالکتریکی دیگری منفی باشد، این نیرو، ربایشی خواهد بود.
K را ثابت کولن مینامند و برابر است با :

$$K = 8.99 * 10^9 \, N.m^2/c^2$$

$$|\vec{F}_{Q-q}| = |\vec{F}_{q-Q}| = k\frac{|q \times Q|}{r^2}$$

حال به مبحث بار الکتریکی برمیگردیم و ریاضیاتی تر به موضوع نگاه میکنیم :

(هدف من از اینکه این مبحث رو بعد از قانون کولن اوردم اینه که اول با قانون حاکم بین بارهای الکتریکی آشنا بشیم و بعد به صورت ریاضی به بار الکتریکی بپردازیم تا بتونیم مسائل ترکیبی از این دو مبحث رو بهتر حل و درک کنیم).

پایستگی و کوانتیده بودن بار الکتریکی

در یک اتم خنثی، تعداد الکترون ها برابر با تعداد پروتون های هسته است. بنابراین، جمع جبری همه بارها (بار خالص) دقیقاً برابر با صفر است. در تجربه هایی مانند مالش اجسام به یکدیگر، **الکترون ها تولید نمی شوند و یا از بین نمی روند، بلکه صرفاً از جسمی به جسم دیگر منتقل می شوند .**

اندازه بار منفی الکترون دقیقاً برابر با اندازه بار مثبت پروتون است. این مقدار را بار بنیادی (با نماد e) می گویند که برابر است با :

$$e = 1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$$

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

در هنگام مالش، با انتقال تعدادی الکترون از یک جسم به جسمی دیگر، تعادل بارها در اتم خنثی بر هم می خورد و جسمی که الکترون از دست می دهد، تعداد الکترون هایش کمتر از تعداد پروتون های آن می شود و بار الکتریکی خالص آن مثبت می گردد و همچنین، جسمی که الکترون اضافی دریافت می کند، الکترون هایش از پروتون های آن فزونی می یابد و بار الکتریکی خالص آن منفی می شود .

به دست آوردن یا از دست دادن الکترون دو جسم در تماس با یکدیگر را می توان براساس جدولی موسوم به سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک؛ Tribo در زبان یونانی به معنای مالش است) معلوم کرد. در این جدول ***مواد پایین تر، الکترون خواهی بیشتری دارند؛*** یعنی اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار گیرند، **الکترون ها از ماده بالاتر جدول به ماده ای که پایین تر قرار دارد منتقل می شوند؛ مثلاً اگر تفلون با نایلون مالش یابد، الکترون ها از نایلون به تفلون منتقل می شوند.**

در مورد بارهای الکتریکی دو اصل وجود دارد.

۱- نخستین آنها اصل پایستگی بار است که بیان می دارد: مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است؛ یعنی بار می تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود، ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد .
تاکنون هیچ آزمایشی این اصل را نقض نکرده است .

۲- ،کوانتیده بودن بار است. در تجربه هایی مانند مالش اجسام به یکدیگر اگر جسم خنثی الکترون به دست آورد یا از دست بدهد، همواره بار الکتریکی مشاهده شده جسم، مضرب درستی از بار بنیادی e است:

$$q = \pm ne \quad , n = \pm 1,2,3, \dots$$

www.my-dars.ir

مثال آموزشی

۱ – کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

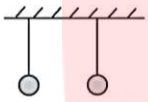
۱) در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها برابر با تعداد پروتون‌ها است.

✔ ۲) در یک اتم خنثی، جمع جبری بارها می‌تواند صفر نباشد.

۳) در اثر مالش دو جسم خنثی بر هم، جسمی که الکترون می‌گیرد دارای بار منفی می‌شود.

۴) در سری الکتریسیتهٔ مالشی، مواد پایین‌تر الکترون‌خواهی بیش‌تری دارند.

۲ – در شکل زیر، دو کرهٔ کاملاً مشابه و بدون بار از جنس سرب و مس در کنار هم قرار گرفته‌اند. اگر این دو کره با دو پارچهٔ بدون بار از جنس کتان مالش داده شوند و باردار شوند، کدام گزینه رخ می‌دهد؟



جدول سری الکتریسیتهٔ مالشی (تریبوالکتریک)

انتهای مثبت سری
سرب
پارچهٔ کتان
مس
انتهای منفی سری

۱) دو کره یکدیگر را جذب می‌کنند و به هم می‌چسبند.

۲) دو کره یکدیگر را دفع می‌کنند.

۳) دو کره ابتدا به هم نزدیک شده و در صورتی که تماس حاصل شود از هم دور می‌شوند و الزاماً در همان فاصلهٔ قبلی از هم قرار می‌گیرند.

✔ ۴) دو کره ابتدا به هم نزدیک شده و در صورتی که تماس حاصل شود از هم دور می‌شوند و ممکن است در همان فاصلهٔ قبلی از هم قرار گیرند و یا در فاصلهٔ بیش‌تری نسبت به قبل از هم قرار گیرند.

۳ – یک میلهٔ پلاستیکی بدون بار را با پارچهٔ کتان بدون بار مالش می‌دهیم. در اثر این عمل، اندازهٔ بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی برابر با ۸ پیکوکولن می‌شود، تعداد الکترون‌های منتقل شده بین پارچه و میله کدام است؟ $(e = 1/6\times10^{-19}C)$

جدول سری الکتریسیتهٔ مالشی (تریبوالکتریک)

انتهای مثبت سری
پارچهٔ کتان
میلهٔ پلاستیکی
انتهای منفی سری

۱) 5×10^{19}

۲) 5×10^{13}

۳) 5×10^{10}

۴) 5×10^{7}

حل :

با توجه به جدول سری الکتریسیتهٔ مالشی (تریبوالکتریک)، میلهٔ پلاستیکی بار منفی و پارچهٔ کتان بار مثبت پیدا می‌کند. از طرفی بار پارچه همان ۸ پیکوکولن است و برای تعیین تعداد الکترون‌های منتقل شده داریم:

$$q = ne \xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C]{q=8\times10^{-12}C} 8\times10^{-12} = n\times1/6\times10^{-19}$$

$$\Rightarrow n = 5\times10^{7} \text{ الکترون}$$

۴ – به ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت، 2×10^{12} الکترون می‌دهیم. بار الکتریکی مثبت ذره ۱۶ درصد کاهش می‌یابد. بار اولیهٔ ذره چند میکروکولن بوده است؟ $(e = 1/6\times10^{-19}C)$

۱) ۲۰ ۲) ۲ ۳) ۱۰ ۴) ۱

حل : با توجه به این‌که بار اولیهٔ جسم مثبت بوده و به آن الکترون می‌دهیم، بار کاهش یافته برابر است با بار الکتریکی‌ای که به ذره می‌دهیم.

$$\frac{16}{100}q_1 = ne = 2\times10^{12}\times1/6\times10^{-19} \Rightarrow q_1 = \frac{100}{16}\times2\times10^{12}\times1/6\times10^{-19} = 2\times10^{-6}C = 2\mu C$$

۵ – دو ذره که اندازهٔ بار الکتریکی یکی ۲ برابر دیگری است در فاصلهٔ مشخصی از هم قرار دارند و یکدیگر را دفع می‌کنند. چند درصد از بار بزرگ‌تر را به بار کوچک‌تر منتقل کنیم تا بدون تغییر فاصله، نیروی دافعهٔ بین آن‌ها بیش‌ترین مقدار شود؟

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

حل :

اندازهٔ یکی از بارها ۲ برابر دیگری است. $q_۲ = ۲q_۱$

فرض کنید $q_۱ + q_۲ = A$ باشد، پس $q_۲ = A - q_۱$ است. چون بارها هم‌نام هستند، رابطهٔ $F = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲}$ را به صورت $F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲}$ می‌نویسیم. با جای‌گذاری به $F = \frac{kq_۱(A-q_۱)}{r^۲}$ می‌رسیم که یک عبارت درجهٔ دوم برحسب $q_۱$ است و بیشینهٔ آن به ازای $q_۱ = \frac{-b}{۲a} = \frac{A}{۲}$ به‌دست می‌آید. پس برای آن که F بیشینه باشد باید $q_۱ = q_۲ = \frac{A}{۲}$ باشد. در نتیجه مقدار نیروی دافعه وقتی بیشینه است که اندازهٔ دو بار با یکدیگر برابر باشد، بنابراین؛ $q'_۱ = q'_۲$

$$q_T = q_۱ + q_۲ \Rightarrow q_T = ۳q_۱$$

$$q'_۱ = q'_۲ \Rightarrow q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_T}{۲} \Rightarrow q'_۱ = q'_۲ = \frac{۳}{۲}q_۱ \xrightarrow{q_۱ = \frac{۱}{۲}q_۲} q'_۱ = q'_۲ = \frac{۳}{۲}(\frac{۱}{۲}q_۲) = \frac{۳}{۴}q_۲$$

بنابراین $\frac{۱}{۴}$ مقدار بار $q_۲$ را باید به بار $q_۱$ انتقال دهیم، یعنی ۲۵ درصد

مسائل نمونه

۱- بر روی دو کره‌ی رسانا که شعاع یکی دو برابر دیگری است، بارهای هم‌نام قرار دارند. اگر مجموع بارها $۶۰\mu C$ باشد و چگالی سطحی بار الکتریکی دو کره یکسان باشد، بار الکتریکی کره‌ی بزرگ‌تر چند μC است؟

۱) ۱۲ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۸

۲- آزمایش زیر را انجام دهید:

۱- شیر آب سرد را کمی باز کنید تا باریکه‌ای از آب تشکیل شود.

۲- با یک شانه پلاستیکی چند بار سر خود را شانه بزنید.

۳- شانه را به باریکه‌ی آب نزدیک کنید.

آیا مسیر آب منحرف می‌شود؟ علت را بنویسید.

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

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

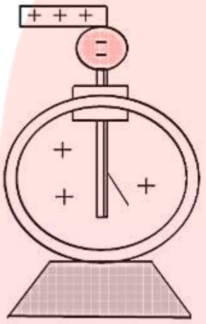
۴- نام مفهوم فیزیکی که مرتبط با این مطلب است را بنویسید.

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

۵- به دو کره‌ی رسانا که شعاع آنها $10cm$ و $6cm$ است به ترتیب $40\mu C$ و $18\mu C$ بار الکتریکی داده‌ایم. نسبت چگالی سطحی بار کره‌ی کوچکتر به چگالی بار کره‌ی بزرگتر کدام است؟

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{4}{5}$ ۳) $\frac{10}{6}$ ۴) ۱

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



۷- یک میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش می‌دهیم و آن‌را به آرامی به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم. در این صورت ورقه‌ها به تدریج با بار الکتریکی ..... از یک‌دیگر باز می‌شوند و کلاهک الکتروسکوپ دارای بار ...... می‌شود.

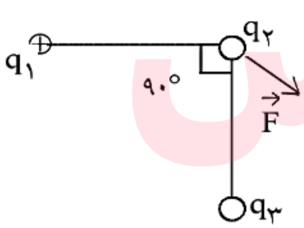
۸- یک گلوله‌ی فلزی با بار $+Q$ را به داخل یک استوانه‌ی فلزی بدون بار که روی پایه‌ی عایقی است، منتقل می‌کنیم. پس از تماس گلوله با سطح داخلی استوانه، بار الکتریکی به ترتیب در سطح داخلی و خارجی استوانه چقدر خواهد بود؟

۱) صفر، $+Q$ ۲) $-Q$ ، $+Q$ ۳) $+Q$ ، $-Q$ ۴) $+Q$ ، صفر

۹- یک الکتروسکوپ دارای بار منفی است و تیغه‌های آن باز هستند. وقتی یک جسم فلزی که دسته‌ی عایق دارد را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم، انحراف تیغه‌ها کم می‌شود و تیغه‌ها بسته می شوند، بار جسم و بار کلاهک الکتروسکوپ در انتهای این آزمایش (وقتی تیغه‌ها بسته هستند) به ترتیب کدام است؟

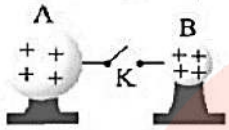
۱) مثبت - خنثی ۲) خنثی - مثبت ۳) مثبت - منفی ۴) منفی - منفی

۱۰- در شکل روبه‌رو $\vec{F}$ برایند نیروهای وارد بر بار q_2 است. نوع بار q_2 و q_3 را مشخص کنید.



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

۱۱- در شکل زیر، دو کره‌ی رسانای باردار روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر کلید K را ببندیم، الکترون‌ها از کره‌ی ..... به کره‌ی ..... می‌روند و پس از مدتی دو کره ..... الکتریکی میشوند.



۱) A - B - هم‌پتانسیل
۲) A - B - هم‌بار
۳) B - A - هم‌پتانسیل
۴) B - A - هم‌بار

۱۲- یک الکتروسکوپ دارای بار منفی است. اگر میله‌ای را که بار منفی دارد به آن نزدیک نماییم (بدون برقراری تماس) ورقه‌های الکتروسکوپ .....

۱) به هم نزدیک می‌شود.
۲) از هم دور می‌شود.
۳) نخست به هم نزدیک شده و سپس دور می‌شوند.
۴) بدون تغییر می‌مانند.

۱۳- می‌دانیم که تعداد الکترون‌های آزاد موجود در رسانا بسیار زیاد است. به عنوان مثال در یک سانتی‌متر مکعب مس در حدود 10^{22} الکترون آزاد وجود دارد. آیا بزرگی این عدد را می‌توانید تصور کنید؟ برای آنکه به بزرگی این عدد پی ببرید. فرض کنید بخواهید این تعداد را بشمارید. شما در هر ثانیه قادر به شمارش چه تعداد الکترون هستید؟ ۲، ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰۰، ... فرض کنید که در هر ثانیه بتوانید یک تریلیون یعنی 10^{12} الکترون را بشمارید. چه مدت طول می‌کشد تا تمام الکترون‌های آزاد موجود در یک سانتی‌متر مکعب مس را بشمارید؟ برای محاسبه یک سال را تقریباً برابر 3×10^{7} ثانیه در نظر بگیرید.

۱۴- اگر یک میله لاکی را با پارچه پشمی مالش دهیم کدام کیفیت رخ می‌دهد؟

۱) میله الکتریسیته منفی پیدا می‌کند و پارچه بدون بار می‌ماند.
۲) میله الکتریسیته مثبت پیدا می‌کند و پارچه بدون بار می‌ماند.
۳) میله الکتریسیته منفی و پارچه الکتریسیته مثبت پیدا می‌کند.
۴) میله الکتریسیته مثبت و پارچه الکتریسیته منفی پیدا می‌کند.

۱۵- گلوله‌ی رسانایی توسط نخ عایقی از سقف آویزان است و درحال تعادل قرار دارد. میله شیشه‌ای با بار مثبت را به آن نزدیک می‌کنیم. گلوله از راستای قائم منحرف می‌شود و به طرف میله جذب می‌شود. در این صورت:

۱) گلوله الزاماً دارای بار مثبت است
۲) گلوله الزاماً دارای بار منفی است
۳) گلوله الزاماً بدون بار است
۴) گلوله بدون بار و یا دارای بار منفی باشد

۱۶- جسم جامدی در اختیار داریم. چگونه می‌توانیم رسانایی یا نارسانایی الکتریکی آن را تشخیص دهیم.

پاسخ

۱- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی چگالی سطحی باز داریم:

$$\sigma=\frac{q}{4\pi r^2}\xrightarrow{\sigma_2=\sigma_1}\frac{q_2}{r_2^2}=\frac{q_1}{r_1^2}\xrightarrow{r_2=2r_1}\frac{q_2}{4r_1^2}=\frac{q_1}{r_1^2}\rightarrow q_2=4q_1\ ,\ q_2+q_1=60\mu C$$

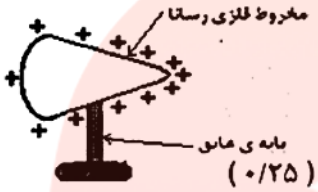
$$\rightarrow\begin{cases}q_2=48\mu C\\ q_1=12\mu C\end{cases}$$

بدیهی است که بار بیش‌تری بر روی کره‌ی بزرگ‌تر قرار خواهد داشت.

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۲- بله، شانه در اثر مالش باردار می‌شود و مولکول آب قطبی است. بدین جهت دچار چرخش شده، جذب شانه می‌شود. این جاذبه سبب انحراف مسیر آب می‌شود.

۳- رسم درست (۰/۲۵)



۴- چگالی سطحی بار الکتریکی یا چگونگی توزیع بار الکتریکی در جسم رسانا (۰/۲۵)

۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1}=\frac{\frac{q_2}{A_2}}{\frac{q_1}{A_1}}=\frac{q_2}{q_1}\times\frac{4\pi R_1^2}{4\pi R_2^2}=\frac{18}{40}\times\frac{100}{36}=\frac{5}{4}$$

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

۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. میله‌ی پلاستیکی از طریق مالش دارای بار الکتریکی منفی می‌شود و در حالتی که این میله به کلاهک الکتروسکوپ خنثی نزدیک شود، تعدادی از الکترون‌های آزاد کلاهک در اثر نیروی رانشی بار منفی میله، به ورقه‌ها انتقال می‌یابند. در نتیجه کلاهک دارای بار خالص مثبت و ورقه‌ها دارای بار خالص منفی می‌شوند. لذا ورقه‌ها در اثر نیروی رانشی بین بارهای هم نام از هم دور می‌شوند.

۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. بار الکتریکی تمایل دارند بیشترین فاصله را از هم بگیرند پس همه بارها به لایه سطحی می‌آیند در نتیجه بار داخل صفر و بار سطح $+Q$ می‌شود.

۹- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۲) وضعیت الکتروسکوپ وقتی میله‌ی باردار به آن نزدیک شده است.

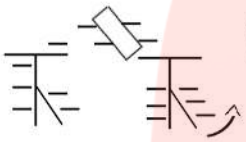
۱) وضعیت الکتروسکوپ قبل از نزدیک شدن میله‌ی باردار

۱۰- q_2 مثبت (۰/۲۵) q_3 منفی (۰/۲۵)

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

۱۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. بارهای الکتریکی در کره‌ی B به هم نزدیک‌ترند و نیروی رانشی بین آن‌ها بیش‌تر از نیروی رانشی بین بارهای کره‌ی بزرگ‌تر است. به بیان دیگر، پتانسیل الکتریکی کره‌ی B بیش‌تر از کره‌ی A است. وقتی کلید K را می‌بندیم، الکترون‌ها از پتانسیل کم‌تر (کره‌ی A) به پتانسیل بیش‌تر (کره‌ی B) شارش می‌کنند. این شارش تا جایی ادامه دارد که دو کره هم‌پتانسیل الکتریکی شوند. واضح است که بعد از هم‌پتانسیل شدن کره‌ها بار الکتریکی آن‌ها برابر نیست و بار نهایی کره‌ی A، مثبت و بزرگ‌تر از بار نهایی کره‌ی B است.

۱۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل نزدیکی جسم با بار منفی به الکتروسکوپ منفی موجب رانده شدن مقداری بار منفی از کلاهک به ورق‌ها شده و تجمع بار منفی را در ورقه‌ها افزایش می‌دهد. این مساله موجب افزایش نیروی دافعه و دور شدن ورقه‌ها می‌شود.



۱۳- $\text{تعداد سال} = \frac{۱۰^{۱۰}}{۳\times ۱۰^{۷}} \approx ۳/\overline{۳}\times ۱۰^{۲} = ۳۳۳$ سال و $t = \frac{n}{n_{۰}} = \frac{۱۰^{۲۲}}{۱۰^{۱۲}} = ۱۰^{۱۰}$

۱۴- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در اثر مالش، الکترونهای پارچه پشمی کنده شده، به میله لاکی می‌روند. پس میله دارای بار منفی و پارچه دارای بار مثبت می‌شود.

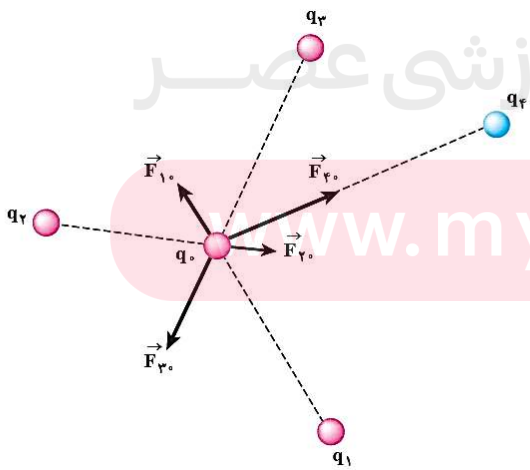
۱۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر گلوله بدون بار باشد، میله شیشه‌ای می‌تواند در روی سطح گلوله بارهای مثبت و منفی القاء کند و نهایتاً باعث جذب گلوله به طرف میله شود. اگر گلوله بار منفی داشته باشد که به علت جاذبه بار مخالف جذب میله خواهد شد.

۱۶- ابتدا دست یا یک رسانا را با سطح آن به طور کامل تماس می‌دهیم تا اگر باردار است خنثی شود. سپس با یک پارچه‌ی تمیز و خشک آن را مالش می‌دهیم و به یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم. اگر جسم باردار شده بود نارسانا و در غیر این صورت رسانا است.

نکته

نیروی الکتریکی که دو ذره ی باردار به یکدیگر وارد میکنند هم اندازه در یک راستا ولی در جهت مخلف یکدیگر است :

طبق قانون سوم نیوتون : $\vec{F}_{q-Q} = -\vec{F}_{Q-q} \Rightarrow |F_{q-Q}| = |F_{Q-q}|$



تجربه نشان می دهد اگرتعدادی ذرّه باردار در یک ناحیه از فضا قرار داشته باشند، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذرّه، برایند نیروهایی است که هر یک از ذرّه های دیگر در غیاب سایر ذرّه ها، بر آن ذرّه وارد می کند. برای مثال زیر نیروهای وارد بر بار وسط ، از سوی چهار بار دیگر را نشان می دهد. این موضوع که از آزمایش نتیجه شده است را اصل بر هم نهی نیروهای کولنی می گویند.

گروه آموزشی عصر www.my-dars.ir

مثال آموزشی

دو ذره به بارهای ۲ میکروکولن و ۵- میکروکولن در فاصله ۳ متری از هم ثابت شده اند.بزرگی و نوع نیروی وارد بر هر یک از ذره ها چقدر است ؟

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \left(9 * 10^9\, N.m^2/c^2\right) * \frac{\left(2 * 10^{-6} c\right)\left(5 * 10^{-6} c\right)}{(3m)^2}$$
$$= 1 * 10^{-2} N$$

نکته

نیروی گرانشی بسیار بسیار ضغیفتر از نیروهای الکتریکی است.

یادآوری ریاضی

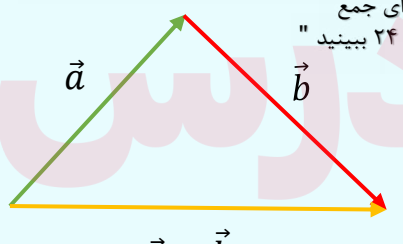
در ریاضیات با بردارها و جمع ، تفریق و تجزیه آنها آشنا شدید . در این جا مروری سریع بر این مفاهیم میکنیم.

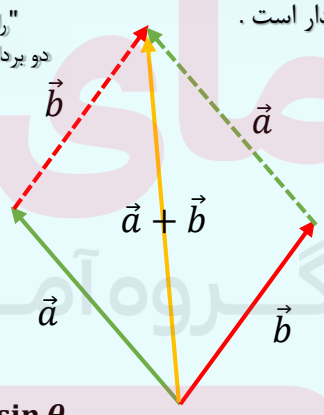
جمع بردارها: **قاعده مثلث**، **قاعده متوازی الاضلاع**

قاعده مثلث : ابتدا بردار اول را رسم می کنیم . سپس از انتهای بردار اول، بردار دوم را رسم می کنیم و در نهایت ابتدای بردار اول را به انتهای بردار دوم وصل می کنیم. بردار حاصل جمع دو بردار است.

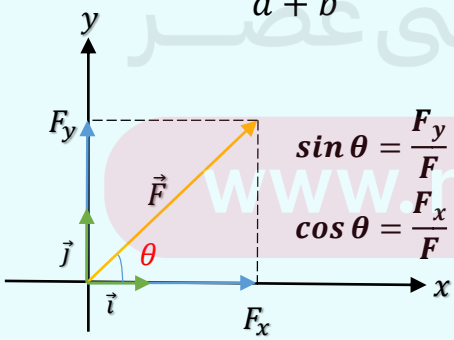
قاعده متوازی الاضلاع : هر دو بردار را از یک نقطه رسم میکنیم .هم سنگ بردار اول و دوم را رسم میکنیم. قطر متوازی الاضلاع برابر جمع دو بردار است .

"رابطه ریاضی برای جمع دو بردار را در صفحه ۲۴ ببینید "





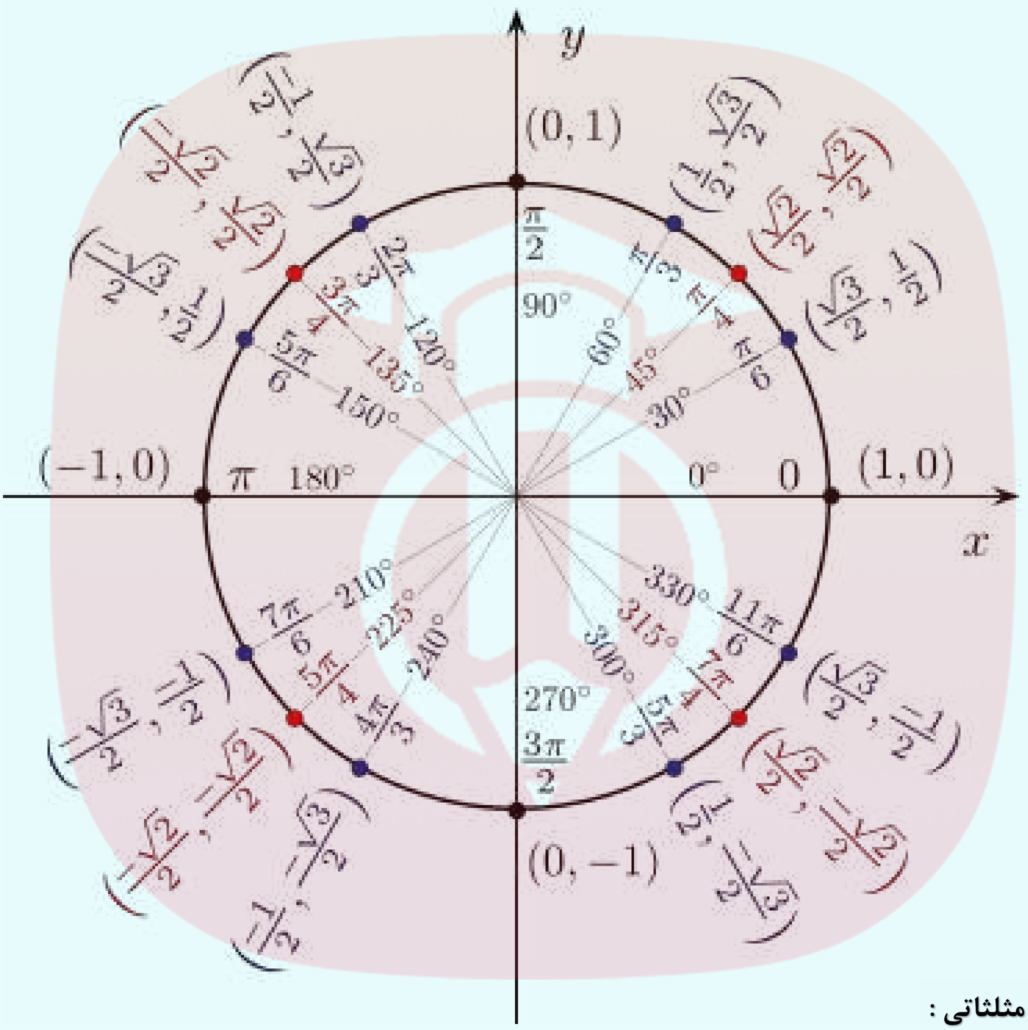
تجزیه بردارها :



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

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

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



دایره مثلثاتی :

دایره مثلثاتی، به دایره‌ای به شعاع واحد گفته می‌شود. با استفاده از این دایره‌ی ساده می‌توان نسبت‌های مثلثاتی (سینوس، کسینوس و تانژانت) را به سادگی بدست آورد. هم‌چنین با استفاده از مفهوم دایره‌ی مثلثاتی می‌توان طول‌ها و زوایا را در اشکال هندسی بدست آورد

نسبت های مثلثاتی زوایای مهم :

	0	30	45	60	90	180	270	360
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0	−1	0
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	1
tan	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	تعریف نشده	0	تعریف نشده	0
cot	تعریف نشده	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	تعریف نشده	0	تعریف نشده

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

نکته تستی

مقایسه نیروی الکتریکی در دو حالت مختلف :

اگر بارهای q_1 و q_2 از فاصله ی r بریکدیگر نیروی F و بارهای $\acute{q}_1$ و $\acute{q}_2$ از فاصله ی $\acute{r}$ بر یکدیگر نیروی $\acute{F}$ را اثر دهند ، داریم :

$$\frac{\acute{F}}{F}=\frac{k\frac{|\acute{q}_1||\acute{q}_2|}{\acute{r}^2}}{\frac{|q_1||q_2|}{r^2}} \Rightarrow \frac{\acute{F}}{F}=\left|\frac{\acute{q}_1}{q_1}\right|\times\left|\frac{\acute{q}_2}{q_2}\right|\times\left(\frac{r}{\acute{r}}\right)^2$$

در فضایی که فقط دو بار نقطه ای **هم نام** حضور دارند ، نقطه ای بر روی پاره خط واصل دو بار ،**بین دوبار و نزدیک تر به بار کوچکتر** از لحاظ اندازه یا قدر مطلق وجود دارد که نیروی الکتریکی وارد بر هر باری که در آن نقطه قرار بگیرد ، صفر خواهد بود .

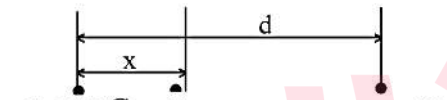
در فضایی که فقط دو بار نقطه ای **غیر هم نام** حضور دارند ، **نقطه ای خارج از فاصله ی بین دو بار و در امتداد خط واصل آنها و نزدیکتر به بار کوچکتر** وجود دارد که نیروی الکتریکی وارد بر هر باری که در آن نقطه قرار بگیرد ، صفر خواهد بود . (در این مورد در بخش میدان الکتریکی یک رابطه ریاضیاتی در مورد نقطه کور بدست می آوریم) .

مسائل نمونه

۱- دو ذره با بارهای الکتریکی برابر و هم نام در فاصله‌ی ۶ سانتی‌متر از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. اگر اندازه‌ی نیرویی که دو ذره به یک‌دیگر وارد می‌کنند ۴۰N باشد، بارالکتریکی هر ذره چند کولن است؟ $\left(k=9\times10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}\right)$

۱) 4×10^{-6} ۲) 4×10^{-7} ۳) 2×10^{-6} ۴) 2×10^{-7}

۲- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. برآیند الکترواستاتیکی وارد بر هر یک از بارها صفر است. بار q_2 چند میکرو کولن است؟

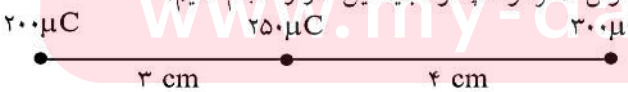


۱) $-\frac{2}{9}$ ۲) $+\frac{2}{9}$ ۳) $-\frac{8}{9}$ ۴) $+\frac{8}{9}$

۳- در شکل مقابل بار q- به اندازه‌ی $\frac{a}{2}$ از نقطه‌ی A به سمت راست حرکت داده‌ایم، نیروی بین دو بار چند برابر حالت اول می‌شود؟

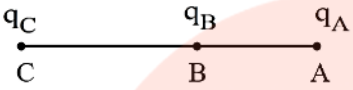
۱) $\frac{16}{25}$ ۲) ۲۵ ۳) $\frac{4}{9}$ ۴) $\frac{9}{4}$

۴- در شکل زیر می‌خواهیم با گرفتن مقداری بار الکتریکی از یکی از دو بار نقطه‌ای ۳۰۰ و ۲۰۰ میکروکولن و دادن آن به دیگری برآیند نیروهای وارد بر بار ۲۵۰ میکروکولن صفرشود. چگونه باید این کار را انجام دهیم؟



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

۵- در نقاط A و B و C به ترتیب بارهای الکتریکی q_A و q_B و q_C مطابق شکل زیر قرار دارند. اگر نیروی وارد بر بار q_C صفر باشد کدام بارها الزاماً غیرهمنامند؟



۱) q_C ، q_A ۲) q_B ، q_A
۳) q_C ، q_B ۴) ممکن است هر سه بار همنام باشند

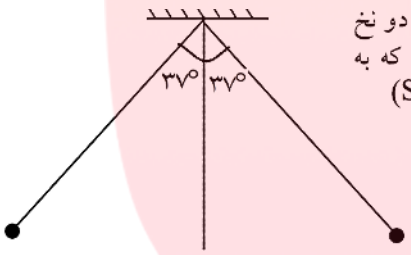
۶- دو بار نقطه‌ای $q_1 = 1\mu c$ و $q_2 = 5\mu c$ در فاصله r از یکدیگر واقعند. اگر نیرویی که بار q_1 بر بار q_2 وارد می‌نماید برابر F باشد، نیرویی که بار q_2 بر بار q_1 وارد می‌کند برابر است با:

۱) $\sqrt{5}F$ ۲) $5F$ ۳) $25F$ ۴) F

۷- سه گلوله با بارهای q و ۲q و ۳q را با سه میله پلاستیکی به طول a به هم متصل کرده مجموعه را روی یک میز شیشه‌ای افقی قرار می‌دهیم. برآیند نیروهای وارد بر دستگاه چقدر است؟

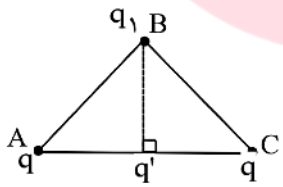
۱) صفر ۲) $K\frac{q^2}{a^2}$ ۳) $11K\frac{q^2}{a^2}$ ۴) $9K\frac{q^2}{a^2}$

۸- در شکل روبه‌رو دو گلوله‌ی هم جرم و با بار الکتریکی همنام و برابر، از دو نخ هم طول آویزان و به حالت تعادل قرار دارند. اندازه‌ی نیروی الکتریکی که به هر یک از گلوله‌ها وارد می‌شود چند برابر وزن آن است؟ $(\text{Sin } 37^\circ = 0/6)$



۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{3}{5}$
۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{4}{5}$

۹- در شکل مقابل بار $q_1 > 0$ در حال تعادل است. اگر از وزن q_1 صرف‌نظر شود و $\widehat{ABC}$ مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع $\sqrt{3}m$ باشد، نسبت $\frac{q'}{q}$ کدام است؟ $\left(\text{Cos}\,30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$



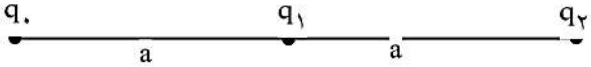
۱) $\frac{-3\sqrt{3}}{4}$ ۲) $\frac{3\sqrt{3}}{4}$
۳) $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ ۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۱۰- دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند و نیروی F را به هم وارد می‌کنند. اگر اندازه‌ی هر یک از بارها ۱/۵ برابر شده باشد و بارها نیروی $\frac{F}{4}$ را به یکدیگر وارد کنند، فاصله‌ی بین بارها چه قدر شده است؟

۱۱- دو بار نقطه‌ای q و ۲q به فاصله d از یکدیگر قرار دارند. اگر بار q بر بار ۲q نیروی F را وارد کند بار ۲q بر بار q چه نیرویی وارد خواهد کرد؟

۱) $2F$ ۲) F ۳) $-2F$ ۴) $-F$

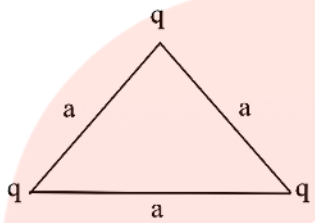
۱۲- در شکل زیر اگر بار الکتریکی q_1 خنثی شود، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_0 چند برابر می‌شود؟



$a=3\text{ cm}$ و $q_1=+4nC$ و $q_2=-10nC$ و $q_0=+1nC$

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

۱۳- در شکل زیر بارهای الکتریکی یکسان q در سه راس یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع a قرار گرفته‌اند. نیروی الکتریکی وارد بر هر بار الکتریکی را به‌دست آورید.



$a = ۱۰cm\ ,\ q = ۰/۱\mu c$

۱۴- دو گوی رسانا و هم اندازه‌ی A و B که بارهای مثبت $q_۱$ و $q_۲$ دارند، در فاصله‌ی $۳(m)$ از یکدیگر هستند و با نیروی $۱۵ \times ۱۰^{-۳} N$ همدیگر را می‌رانند. دو گوی را با هم تماس می‌دهیم، بارهایشان را با هم نصف می‌کنند، یعنی بارهایشان مساوی می‌شود. باز هم آن‌ها را در فاصله‌ی $۳(m)$ از هم قرار می‌دهیم. حالا یکدیگر را با نیروی $۱۶ \times ۱۰^{-۳} N$ می‌رانند. $q_۱$ و $q_۲$ هر کدام چند میکروکولن هستند؟

۱) ۲ و ۸ ۲) ۳ و ۵ ۳) ۴ و ۴ ۴) ۲ و ۷/۵

پاسخ

۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲} \rightarrow ۴۰ = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{q^۲}{(۰/۰۶)^۲} \rightarrow q^۲ = \frac{۴۰ \times (۰/۰۶)^۲}{۹ \times ۱۰^۹} = \frac{۴ \times (۰/۰۶)^۲}{۹ \times ۱۰^۸} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q = \frac{۲ \times ۰/۰۶}{۳ \times ۱۰^۴} = ۴ \times ۱۰^{-۶} C = ۴\mu C$$

۲- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$F_{۱۲} = F_{۳۲} \Rightarrow \frac{Kq_۱q_۲}{x^۲} = \frac{Kq_۳q_۲}{(d-x)^۲} \Rightarrow \left(\frac{d-x}{x}\right)^۲ = \frac{q_۳}{q_۱} = ۴ \Rightarrow \frac{d-x}{x} = ۲ \Rightarrow x = \frac{d}{۳}$$

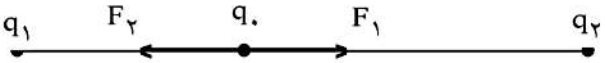
$$\vec{F}_{۲۱} + \vec{F}_{۳۱} = \vec{۰} \Rightarrow \begin{cases} q_۲ < ۰ \\ F_{۲۱} = F_{۳۱} \Rightarrow \frac{Kq_۱q_۲}{x^۲} = \frac{Kq_۱q_۳}{d^۲} \Rightarrow q_۲ = \left(\frac{x}{d}\right)^۲ q_۳ \Rightarrow q_۲ = \frac{q_۳}{۹} \end{cases}$$

با توجه به نتایج فوق، بار $q_۲$ باید $-\frac{۸}{۹}\mu C$ باشد.

۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{aligned} F' &= k\frac{q^۲}{\frac{۲۵}{۴}a^۲} \\ F &= k\frac{q^۲}{۴a^۲} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۱۶}{۲۵}$$

۴- مقدار نهایی بارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ میکروکولن را $q_۱$ و $q_۲$ فرض می‌کنیم.



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

$$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{k\,q_1 q_.}{r_1^{\,2}} = k\,\frac{q_2 q_.}{r_2^{\,2}} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{9}{16}$$

$$q_1 + q_2 = 500\ \mu c \Rightarrow \frac{9}{16}q_2 + q_2 = 500 \Rightarrow q_2 = 320\ \mu c \Rightarrow q_1 = 180\ \mu c$$

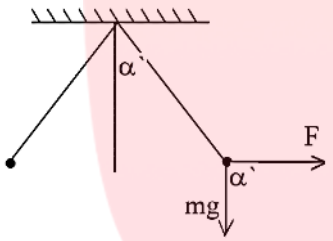
بنابراین باید ۲۰ μc از بار ۲۰۰ μc گرفته شود و به بار ۳۰۰ μc داده شود.

۵- نقطهٔ C خارج از دو بار قرار دارد. پس دو بار باید غیرهمنام باشند تا نیروی هر یک از آنها در نقطهٔ C عکس یکدیگر باشد و بتواند یکدیگر را خنثی کند. بنابراین گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح است.

۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بنابر قانون سوم نیوتن نیرویی که این دو بار بر یکدیگر وارد می‌سازند برابر است و این ربطی به مقادیر بارها ندارد.

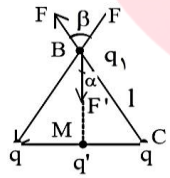
۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. برآیند نیروهای وارد بر یک دستگاه ساکن صفر است.

۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.
با توجه به شکل مقابل می‌توان نوشت:



$$\tan\alpha = \frac{F}{mg} \Rightarrow \frac{0/6}{0/8} = \frac{F}{mg} \Rightarrow \frac{F}{mg} = \frac{3}{4}$$

۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون بار q_1 در حال تعادل است:



$$R' = 2F\cos\frac{\beta}{2} = F'$$

$$\cos\frac{\beta}{2} = \cos\alpha = \frac{BM}{l} \Rightarrow BM = l\cos\alpha = \sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3}{2}$$

$$2 \times \frac{k q q_1}{(\sqrt{3})^2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{k q' q_1}{(\frac{3}{2})^2} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2}q = \frac{4q'}{3} \Rightarrow q' = \frac{3\sqrt{3}}{4}q$$

با توجه به شکل نوع بار q و q' باید مخالف باشد.

$$q' = -\frac{3\sqrt{3}}{4}q$$

۱۰-

$$\begin{cases} F = \dfrac{k q_1 q_2}{d^2} \\ F' = \dfrac{k q'_1 q'_2}{d'^2} = \dfrac{k(1/5 q_1)(1/5 q_2)}{d'^2} = 2/25\,\dfrac{k q_1 q_2}{d'^2} \end{cases}$$

$$F' = \frac{F}{4} \Rightarrow 2/25\frac{k q_1 q_2}{d'^2} = \frac{1}{4}\frac{k q_1 q_2}{d^2} \Rightarrow \frac{2/25}{d'^2} = \frac{1}{4d^2} \Rightarrow d'^2 = 9d^2 \Rightarrow d' = 3d$$

۱۱- طبق قانون سوم نیوتن مقدار نیرویی که یک جسم بر دیگری وارد می‌کند برابر نیرویی است که جسم دیگر به جسم اول وارد می‌کند. پس نیرویی که بار 2q بر بار q وارد می‌کند نیز برابر F است. پس گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح است.

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

۱۲-

$$\begin{cases} q_1 \text{ و } q_0 \text{ نیروی متقابل}: F_1 = \dfrac{(۹\times ۱۰^{۹})(۱۰^{-۹})(۴\times ۱۰^{-۹})}{(۳\times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۴\times ۱۰^{-۵}\ N \\ q_2 \text{ و } q_0 \text{ نیروی متقابل}: F_2 = \dfrac{(۹\times ۱۰^{۹})(۱۰^{-۹})(۱۰\times ۱۰^{-۹})}{(۶\times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۲/۵\times ۱۰^{-۵}\ N \end{cases}$$

q_0 برایند نیروهای وارد بر: $F = F_1 - F_2 = ۱/۵\times ۱۰^{-۵}\ N$

q_0 بعد از خنثی شدن q_1 برایند نیروهای وارد بر: $F' = F_2 = ۲/۵\times ۱۰^{-۵}\ N$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۵}{۳}$$

برایند نیروهای وارد بر q_0، $\frac{۵}{۳}$ برابر می‌شود و جهت آن نیز عکس می‌شود.

۱۳- نیروی متقابل هر دو بار الکتریکی را به‌دست می‌آوریم:

$$F = \frac{kqq}{a^{۲}} = \frac{۹\times ۱۰^{۹}\times ۱۰^{-۷}\times ۱۰^{-۷}}{(۱۰^{-۱})^{۲}} = ۹\times ۱۰^{-۳}N$$

به هر بار الکتریکی دو نیروی هم‌اندازه با F که با یکدیگر زاویه‌ی ۶۰ درجه می‌سازند وارد می‌شود. برایند دو بردار هم‌اندازه با a که با یکدیگر زاویه‌ی θ می‌سازند از رابطه‌ی $۲\ a\ Cos\frac{\theta}{۲}$ به دست می‌آید. بنابراین برای برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر بار الکتریکی داریم:

$$F_T = ۲F\ Cos\frac{۶۰^{\circ}}{۲} = ۲F\ Cos\ ۳۰^{\circ} = ۲F\left(\frac{\sqrt{۳}}{۲}\right) = \sqrt{۳}\ F = ۹\sqrt{۳}\times ۱۰^{-۳}N$$

$$q_1 = x(\mu C) = x\times ۱۰^{-۶}\ C$$

۱۴- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$q_2 = y(\mu C) = y\times ۱۰^{-۶}\ C$$

$$\text{(حالت اول)}: F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^{۲}} \Rightarrow ۱۵\times ۱۰^{-۳} = \frac{(۹\times ۱۰^{۹})\times (x\times ۱۰^{-۶})(y\times ۱۰^{-۶})}{۹} \Rightarrow xy = ۱۵$$

حالت دوم:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{۲} = \left(\frac{x+y}{۲}\right)\times ۱۰^{-۶}\ C$$

$$F' = \frac{k|q_1'||q_2'|}{r^{۲}} \Rightarrow ۱۶\times ۱۰^{-۳} = \frac{(۹\times ۱۰^{۹})\times \left(\frac{x+y}{۲}\right)^{۲}\times ۱۰^{-۱۲}}{۹}$$

$$\Rightarrow x + y = ۸ \quad \text{(طبق فرض سوال: } x \text{ و } y \text{ هر دو مثبت اند)}$$

$$\begin{cases} xy = ۱۵ \\ x + y = ۸ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = ۳\mu C \text{ و } y = ۵\mu C \\ x = ۵\mu C \text{ و } y = ۳\mu C \end{cases}$$

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

نکته

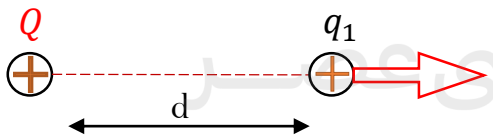
قانون کولن برای محاسبه نیروی بین دو ذره باردار به کار میرود ، محاسبه نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار که نتوان آنها را ذرّه فرض کرد (مانند دو کره باردار بزرگ که در فاصله کمی از هم قرار دارند) ، به چگونگی آرایش (یا توزیع) بار در دو جسم بستگی دارد و محاسبه آن نیازمند ریاضیات پیشرفته تری است. اگر فاصله جسم باردار از ذرّه باردار (یا جسم باردار دیگر) آن قدر زیاد باشد که ابعاد جسم در مقایسه با فاصله بین آنها قابل چشم پوشی باشد، می توان جسم را مانند یک ذرّه باردار در نظر گرفت و از قانون کولن استفاده کرد .

میدان الکتریکی

حال که فهمیدیم بار الکتریکی چیست و بارها طبق چه قانونی به یکدیگر نیرو وارد میکنند ، حال سوالی که مطرح میشود آن است که ((چگونه این بارها بدون اینکه با هم تماس داشته باشند ، به یکدیگر نیرو وارد میکنند ؟)).
درگذشته و در علوم راهنمایی برای نیرو وارد کردن لازم بود که با جسم مورد نظر تماس داشته باشیم مثلا برای هل دادن یک میز و **نیرو** $\vec{E}$ وارد کردن به آن باید دستمان را با میز تماس میدادیم و نیرو وارد میکردیم در غیر اینصورت (تماس نداشتن) هیچ وقت میز به حرکت در نمی آمد . (کارایی که مرتاض ها انجام میدن رو نمیگما !!!!! که با چشم قاشق کج میکنن !!! آدم درست حسابی مثل خودتون رو میگم !!).
ولی در این بحث جدید میگوییم که بار ها از راه دور به هم نیرو وارد میکنند آن هم بدون تماس ! چگونه چنین چیزی ممکن است که بدون تماس نیرو وارد کنیم ؟!
در جواب این سوال باید بگوییم که یک بار الکتریکی در فضای اطراف خود یک خاصیت (نامرئی!) ایجاد میکند که هر بار الکتریکی دیگر که در آن ناحیه قرار میگیرد به آن **نیرو** وارد میشود .

در فیزیک به این خاصیت ذاتی که توسط یک بار الکتریکی ایجاد میشود ، میدان الکتریکی میگوییم و آنرا با نماد مشخص میکنیم .
حال بیایید کمی ریاضیاتی تر به این موضوع نگاه کنیم :

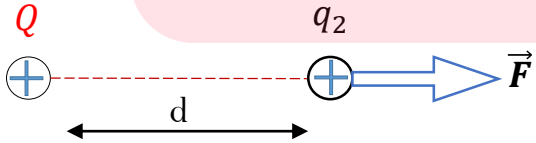
در قسمت قبل گفتیم که دوبار الکتریکی به هم نیرو وارد میکنند ، به عنوان مثال فرض کنید دو بار الکتریکی مثبت مطابق شکل زیر داریم :



$$\vec{F}_1 = k\frac{Q\,q_1}{d^2}$$

$\vec{E}$

حال به جای بار q_1 بار q_2 را میگذاریم :



$$\vec{F}_2 = k\frac{Q\,q_2}{d^2}$$

$\vec{E}$

www.my-dars.ir

همانطور که در فرمول ها مشخص شده است ، در هر دو نیرو قسمت مشخص شده یکسان است یعنی انگار بار **Q** در فاصله ی **d** از خود به واسطه ی یک خاصیت که برای هر باری که در آنجا قرار میگیرد ، نیرو وارد میکند که به آن خاصیت میدان الکتریکی گفتیم و اندازه ی آن برابر با مقدار مشخص شده است .

$$\overrightarrow{F_1} = \vec{E}q_1 \qquad \overrightarrow{F_2} = \vec{E}q_2 \Rightarrow \begin{cases} \vec{E} = \dfrac{\vec{F}_1}{q_1} \\ \vec{E} = \dfrac{\vec{F}_2}{q_2} \end{cases}$$

طبق روابط بالا پس میدان را میتوان به این صورت نیز تعریف کرد : ((نیروی وارد بر یکای بار بار در هر نقطه از فضا را میدان الکتریکی میگوییم.))

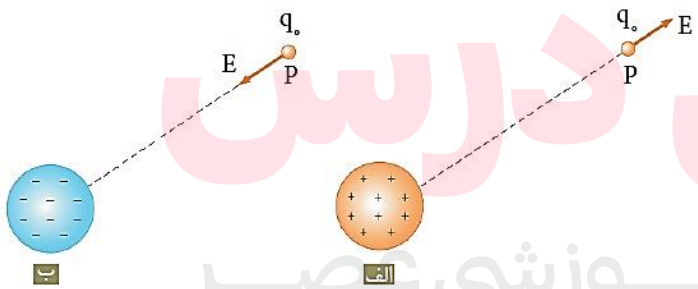
دقت کنید که مسئله از ما چه میخواهد : میدان حاصل از یک ذره باردار در اطراف خودش / میدان در یک نقطه از فضا

✓ اگر بخواهیم بدانیم یک ذره بار دار در اطراف خودش چه میدانی ایجاد میکند از رابطه ی $\vec{E} = k\dfrac{|q|}{d^2}$ استفاده میکنیم .

✓ حال اگر بخواهیم بدانیم در فلان نقطه از فضا چه میدانی وجود دارد اینگونه عمل میکنیم :
یک بار کوچک الکتریکی مثبت (بار آزمون) را در آن نقطه از فضا قرار میدهیم و سپس نیروی الکتریکی وارد بر آن را اندازه

گیری میکنیم و سپس از رابطه ی $\vec{E} = \dfrac{\vec{F}}{q_0}$ استفاده میکنیم.

همانطور که متوجه شدید میدان الکتریکی کمیت برداری است پس در نتیجه دارای جهت است. طبق قرار داد ، جهت میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا همان جهت نیروی وارد بر بار آزمون است (بار الکتریکی مثبت) .



نکته

طبق رابطه ی $\vec{E} = k\dfrac{|q|}{d^2}$ میبینیم که میدان با فاصله از بار فاصله ی عکس دارد یعنی اینکه هر چقدر از یک بار الکتریکی دور شویم میدان الکتریکی که آن بار ایجاد میکند هم ضعیفتر میشود .

$$\vec{E} \propto \frac{1}{r^2} \qquad r \longrightarrow \infty \Rightarrow \vec{E} \longrightarrow 0$$

طبق رابطه ی $\vec{E} = \dfrac{\vec{F}}{q_0}$ یکای میدان الکتریکی نیوتون بر کولن است . $\dfrac{N}{C}$

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

نکته

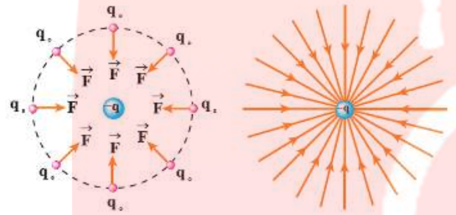
اگر بخواهیم میدان الکتریکی را در نقطه ای از فضا به دست آوریم میتوان تمام میدان های الکتریکی که در آن نقطه است را جمع برداری کرد .

این رابطه به اصل بر هم‌نهی میدان های الکتریکی است .

$$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} + \vec{E_3} + \cdots$$

– *خطوط میدان الکتریکی*

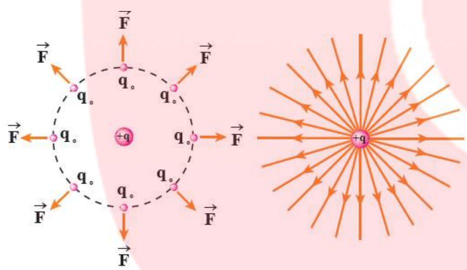
برای تجسم میدان الکتریکی و اینکه ببینیم میدان الکتریکی در فضا چگونه است ، برای میدان خطوطی فرضی را متصور میشویم .این خطوط دارای ۴ ویژگی هستند :



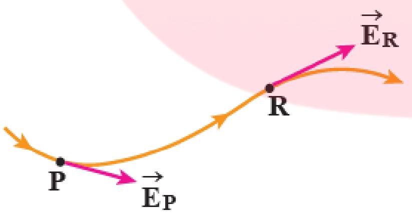
۱- خط های میدان در هر نقطه هم جهت با نیروی وارد بر بار آزمون (مثبت) واقع در آن نقطه اند . در نتیجه جهت این خطها برای بار الکتریکی مثبت به سمت بیرون و برای بار منفی به سمت داخل است .

برای بهتر به خاطر ماندن این موضوع در ذهنتان فرض کنید که بار مثبت مانند یک چشمه است و بار منفی مانند چاه .

. (خطوط مانند جریان آب است که از بار مثبت یعنی همان چشمه خارج و وارد بار منفی یا همان چاه میشوند) .



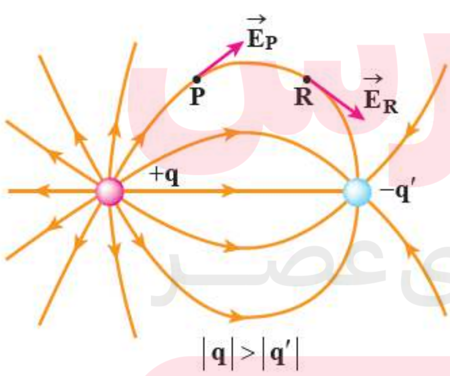
۲- میدان در هر نقطه برابر است با بردار مماس بر خطوط میدان در آن نقطه در خطوط میدان .

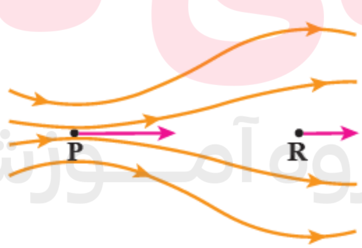


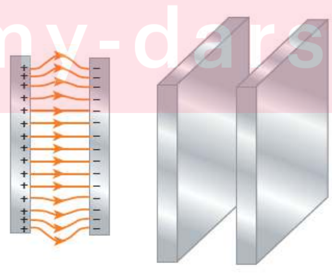
۳-در هر ناحیه که میدان قوی تر باشد ، خط های میدان به یکدیگر نزدیک تر و فشرده ترند .

۴- خط های میدان یکدیگر را قطع نمی کنند؛ یعنی از هر نقطه فقط یک خط میدان می گذرد.

به بیان دیگر، در هر نقطه فضا فقط یک میدان الکتریکی وجود دارد که همان میدان الکتریکی برایند است.

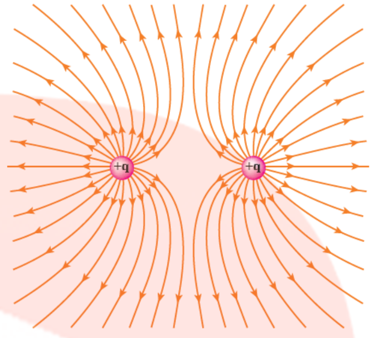




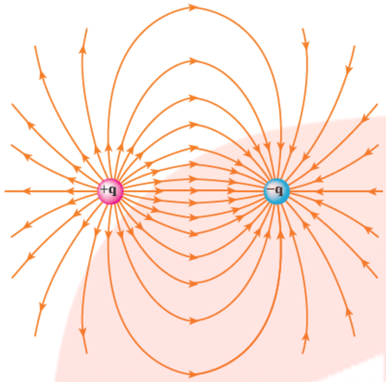


میدان بین دو صفحهٔ رسانای موازی با بارهای هم‌اندازه و ناهمنام (نمونه‌ای از یک میدان یکنواخت)

www.my-dars.ir
گروه آموزشی عصر



دو بار الکتریکی مثبت و هم اندازه

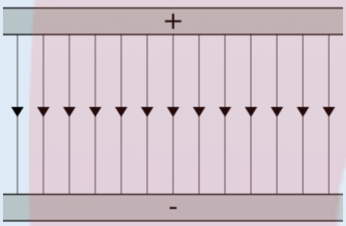


دو بار الکتریکی ناهمنام و هم اندازه

نکته

اگر درمنطقه ای از فضا بزرگی و جهت میدان الکتریکی ثابت باشد آن را میدان یکنواخت مینامیم. خطوط میدان الکتریکی یکنواخت هم جهت و فاصله ی خطوط مجاور از یکدیگر به یک فاصله است. رابطه روبه رو را بعدها اثبات میکنیم .

$$\vec{E} = \frac{V}{d}$$



نیروی وارد بر بار الکتریکی درمیدان الکتریکی:

گرچه برای تعریف میدان الکتریکی یک جسم باردار از بار آزمون مثبت استفاده کردیم ولی وجود این میدان مستقل از بار آزمون است. بنابراین، اگر بار الکتریکی در میدان الکتریکی ناشی از اجسام باردار دیگری قرار گیرد، این میدان بر آن نیروی را وارد می کند که از رابطه زیر به دست می آید:

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

بزرگی این نیرو از رابطه به دست می آید، و جهت آن اگر مثبت باشد، در همان جهت و اگر منفی باشد، در خلاف جهت خواهد بود. (علامت q در این رابطه منظور نمیشود) .

زنبورهای عسل و گرده افشانی گل ها:

زنبورهای عسل معمولاً در حین پرواز دارای بار مثبت می شوند و وقتی به گرده بدون باری روی بساک یک گل می رسند که ازلحاظ الکتریکی خنثی است، میدان الکتریکی آنها روی گرده بارهای مثبت و منفی القا می کند، به طوریکه آن سمت گرده که به طرف زنبور است دارای بار منفی می شود و به این ترتیب گرده به سوی زنبورکشیده می شود .گرده ها روی مویژه های ریز زنبور قرار می گیرند و سپس وقتی زنبور در اطراف کلاله گل دیگری پرواز می کند، بارهایی منفی را بر روی کلاله القا می کند. هرگاه نیروی الکتریکی وارد از کلاله بزرگ تر از نیروی الکتریکی وارد از زنبور بر گرده باشد، گرده به سمت کلاله گل کشیده می شود و گرده افشانی صورت می پذیرد.

اجزای بساک و کلالهٔ یک گل

بر اثر حضور زنبور، روی گردهٔ نزدیک بساک، بار القا شده است.

الکترون‌هایی که در نوک کلاله جمع شده‌اند، گرده را جذب می‌کنند.

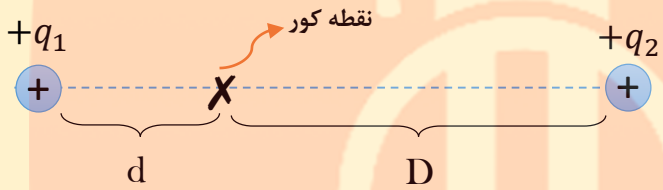
نکته تستی

مسائل نقطه کور (خنثی) :

اگر ۲ بار نقطه ای به فاصله ی معینی از یکدیگر قرار داشته باشند در نقطه ای نزدیکتر به بار کوچکتر میدان الکتریکی صفر میشود :

اگر دوبار
- همنام : آن نقطه روی خط واصل دوبار و بین دوبار است.
- نا همنام: آن نقطه روی خط واصل دوبار و خارج از آنهاست .

حال فرض کنید میخواهیم نقطه کور (خنثی) را بین دو بار همنام (غیر همنام هم همین مورد اثبات میشود) پیداکنیم :



$$|q_1| < |q_2|$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{d^2} \rightarrow d^2 = \frac{kq_1}{E_1} \rightarrow d = \sqrt{\frac{kq_1}{E_1}} \Longrightarrow d = \sqrt{\frac{k}{E_1}}\sqrt{q_1}\,L$$

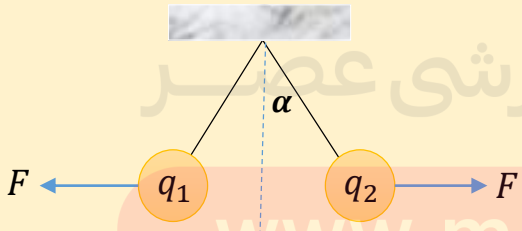
$$E_2 = \frac{kq_2}{D^2} \rightarrow D^2 = \frac{kq_2}{E_2} \rightarrow D = \sqrt{\frac{kq_2}{E_2}} \Longrightarrow D = \sqrt{\frac{k}{E_2}}\sqrt{q_2}\,L$$

فاصله بار اول تا نقطه کور ؛ جذر بار اول در L $d = \sqrt{q_1}\,L$

فاصله بار دوم تا نقطه کور ؛ جذر بار دوم در L $D = \sqrt{q_2}\,L$

آونگ الکتریکی:

دو گلوله مطابق شکل رو به رو از یک نقطه آویزان شده باشند را در نظر بگیرید اگر جرم دو گلوله یکسان باشد و دارای بار همنام باشند یکدیگر را دفع میکنند و مطابق شکل زاویه انحراف هر نخ با امتداد قائم برابر α میشود در این حالت داریم :

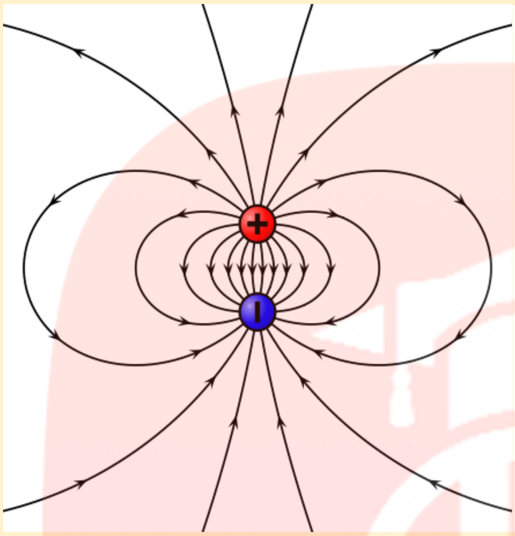


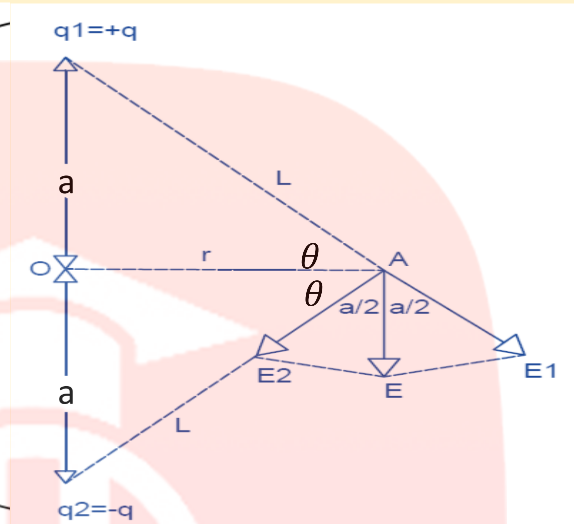
$$\tan\alpha = \frac{F}{mg}$$

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

میدان حاصل از ۲ قطبی الکتریکی :

به مجموعه دو بار الکتریکی هم اندازه ولی غیرهمنام که در یک فاصله معین از هم ثابت شده‌اند، دو قطبی الکتریکی می‌گویند.





$\vec{E}_1=\vec{E}_2=k\frac{q}{L^2}=k\frac{q}{r^2+a^2}$ ، $\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2\to\vec{E}=2\vec{E_1}\cos\frac{\alpha}{2}$ ، $\frac{\alpha}{2}+\theta=90\to E=2E_1\cos(90-\theta)=2E_1\sin\theta$

$$\sin\theta=\frac{a}{L}=\frac{a}{\sqrt{r^2+a^2}}\to E=2k\frac{q}{(r^2+a^2)}\times\frac{a}{(r^2+a^2)^{\frac{1}{2}}}\to E=\frac{2kaq}{(r^2+a^2)^{\frac{3}{2}}}$$

حال فرض کنید همین آرایش بارها را داریم ولی هر دو مثبت باشند آنگاه اثبات میشود که میدان در $\pm\frac{\sqrt{2}}{2}a$ ماکسیمم میشود . یعنی اگر از بینهایت شروع به حرکت کنیم در راستای r میدان ابتدا افزایش سپس کاهش و مجددا افزایش میاید .(با شکل اثبات کنید!)

سوالات تغیرات درصدی بار الکتریکی :

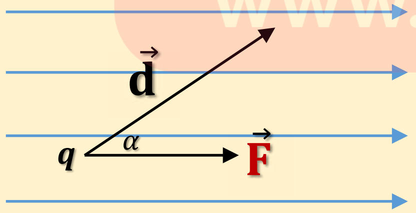
در برخی سوالات پرسیده میشود که دوبار الکتریکی در فاصله r از یکدیگر قرار گرفته اند و نیروی F_1 چند درصد از یکی از بارها را برداریم و به بار دوم اضافه کنیم تا نیروی بین آنها F_2 شود :

$$\text{درصد تغییرات بار جابجا شده} = \sqrt{\frac{F_1-F_2}{F_1}}\times 100\%$$

واضح است که اگر درصد تغییرات بار را هم داده بودند و نیروی حالت دوم را میخواستند هم میتوان از رابطه بالا استفاده کرد .

کار میدان الکتریکی :

مطابق شکل بار الکتریکی مثبتی به اندازه ی q در میدان الکتریکی یکنواختی در راستایی که با آن زاویه آلفا میسازد ، به اندازه ی d جابجا میشود از آنجا که نیروی الکتریکی وارد بر بار مثبت در جهت میدان است ، زاویه ی بین نیروی الکتریکی و بردار جا بجایی نیز برابر آلفا است. کار انجام شده توسط میدان ، برابر است با :



$$W=Fd\cos\alpha$$
$$F=qE$$
$$\Rightarrow W=qEd\cos\alpha$$

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

توجه ۱ : طبق رابطه کار با بزرگی میدان رابطه مستقیم دارد یعنی هر چقدر میدان بزرگتر ، کار میدان هم بزرگتر .
توجه ۲ : کار میدان در جابجایی بار بین دو نقطه ، به مسیر جابجایی بستگی ندارد.
توجه ۳ : کار میدان در جابجایی یک بار ، در یک میدان الکتریکی یکنواخت ، به جابجایی جسم در راستای میدان بستگی دارد .

توجه و یادآوری : کار برآیند نیروهای وارد بر یک جسم در یک جابجایی معین ، برابر تغییر انرژی جنبشی جسم در آن جابجایی است . یعنی :

$$W_{\sum F} = \Delta K = K_2 - K_1$$

در نتیجه :

$$qEd\cos\alpha = K_2 - K_1$$

یادآوری۱ : برای مقایسه اندازه بار الکتریکی ذرات الکترون ، پروتون و آلفا داریم :

$$q_e = q_p = \frac{1}{2}q_\alpha$$

یادآوری۲ : در صفحه ۱۱ گفتیم که حاصل جمع دو بردار بردار سومی است . همانطور که میدانیم بردار دارای دو مشخصه اندازه و جهت است که جهت آن طبق دو قاعده مثلث و متوازی الاضلاع در صفحه ۱۱ گفته شد و اندازه ی آن برابر است با :

$$|\vec{R}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha}$$

اگر دوبردار باهم برابر باشند :
(۲تا یکی کسینوس نصفشون)

$$|\vec{R}| = 2A\cos\frac{\alpha}{2}$$

نکات تکمیلی :

۱- روش های باردار کردن اجسام
- وقتی دو جسم بدون بار داریم ← فقط مالش
- یک جسم باردار و یک جسم بدون بار
  - القا ← بار ناهمنام با بار جسم باردار ایجاد میشود
  - تماس ← بار همنام با بار جسم باردار ایجاد میشود

۲- یک جسم باردار همواره یک جسم خنثی را جذب میکند .

۳- اگر دو جسم یکدیگر را جذب کنند یا دارای بار ناهم نام هستند یا قطعا یکی از آنها خنثی است .

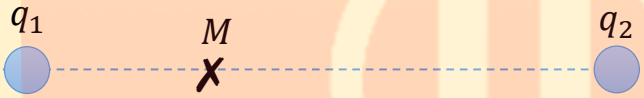
۴- اگر ورقه های الکتروسکوپ ابتدا بسته و سپس باز شوند قطعا بار اولیه الکتروسکوپ مخالف بار میله ی نزدیک شده به آن است .

مای درس
گروه آموزشی
www.my-dars.ir

تغییر میدان الکتریکی در اثر حذف یکی از دوبار :

در این گونه از مسائل میگویند که برایند میدان های ناشی از بارهای $q1$ و $q2$ در نقطه ای مانند M که روی خط واصل دوبار قرار دارد برابر E است اگر یکی از دوبار مثلا $q2$ را حذف کنیم میدان ناشی از $q1$ به صورت ضریبی از E شده است و اکثرا نسبت بارها سوال میشود .

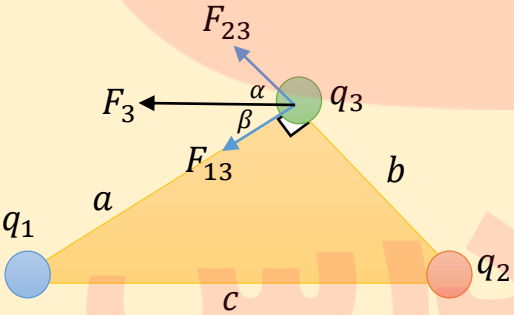
رهیافت : برای حل اینگونه سوال ها با توجه به اطلاعات مسئله دستگاهی تشکیل میدهیم و میدان حاصل از $q1$ و $q2$ را به صورت ضریبی از E محاسبه سپس در گام بعدی با توجه به جهت میدان حاصل از بارها همنام بودن یا ناهمنام بودن بارها را بدست می آوریم . در گام بعدی با استفاده از رابطه ی میدان ناشی از یک بار نقطه ای اندازه ی نسبت بارها را بدست می آوریم و با توجه به علامت بارها پاسخ صحیح را بدست می آوریم .



مسائل غیر خطی :

در مسائل مثلث قائم الزاویه :

حالت خاص اول : مثلث قائم الزاویه ای را در نظر بگیرید که بار $q3$ در راس قائم آن قرار دارد و دوبار ناهمنام در رئوس دیگر آن :



براحتی میتوان از تجزیه نیروها اثبات کرد که :

۱- بردار نیروی برایند موازی قاعده مثلث است.

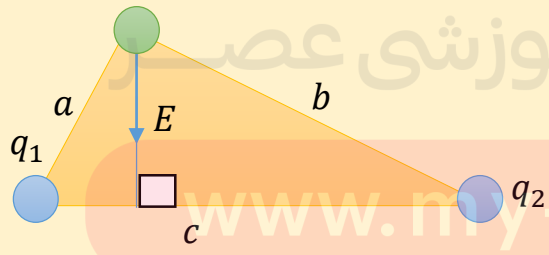
۲-

$$\frac{q_2}{b^3} = -\frac{q_1}{a^3}$$

حالت خاص دوم : اگر بار $q3$ در راس و بارهای $q2$ و $q1$ در رئوس دیگر ولی همنام باشند داریم :

۱- بردار برایند بر وتر عمود است .

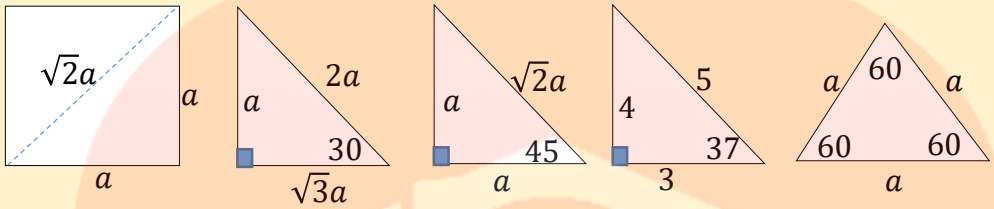
۲-



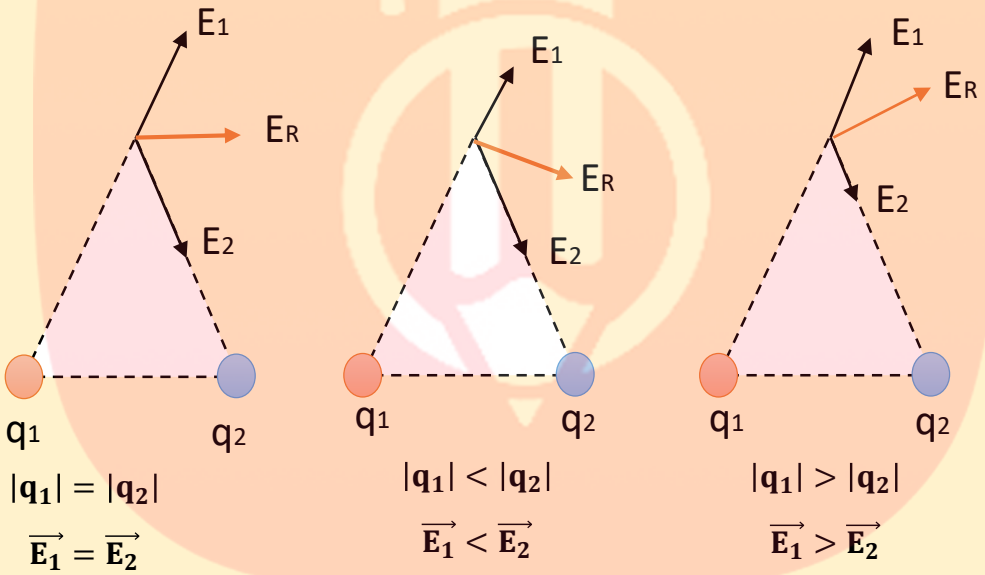
$$\frac{q_2}{b} = \frac{q_1}{a}$$

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

به شکل های زیر توجه کنید :



به ۳ حالت زیر توجه کنید : q1 مثبت و q2 منفی است .



$|q_1| = |q_2|$

$\overrightarrow{E_1} = \overrightarrow{E_2}$

$|q_1| < |q_2|$

$\overrightarrow{E_1} < \overrightarrow{E_2}$

$|q_1| > |q_2|$

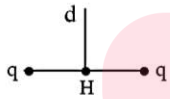
$\overrightarrow{E_1} > \overrightarrow{E_2}$

اگر دو بار همنام نابرابر در نزدیکی هم قرار گیرند ، خطوط میدان در نزدیکی بار بزرگتر خمیدگی کمتـری دارد .

مسائل نمونه

۱- دو بار الکتریکی هم‌نام و هم‌اندازه را در فاصله‌ی کمی از یک‌دیگر در نظر بگیرید. خطهای میدان الکتریکی را با تعیین جهت میدان روی این خطها را رسم کنید.

۲- در شکل زیر دو بار الکتریکی هم‌نام و هم‌اندازه در فضای اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد کرده‌اند. اگر روی خط d (عمودمنصف پاره‌خط وصل‌کننده‌ی دو بار) از نقطه‌ی H تا فاصله‌ی خیلی دور حرکت کنیم، تغییرات میدان الکتریکی چگونه است؟



۱) پیوسته کاهش می‌یابد. ۲) پیوسته افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۳- میدان الکتریکی را در اطراف دو بار الکتریکی منفی و هم‌اندازه رسم کنید.

۴- میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصلهٔ ۲۵ سانتی‌متری آن برابر ۲۰۰ N/C است. اگر ۲۵ سانتی‌متر دیگر از بار q دور شویم، میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن می‌شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

www.mydars.ir

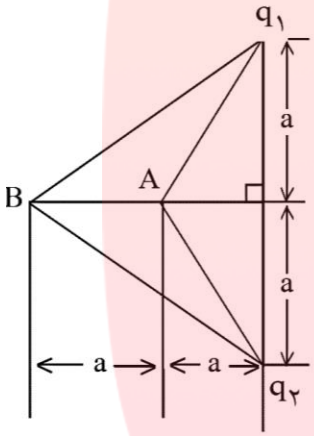
۲۷ الکتریسیـــ

۵- بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای در فاصله d از آن، برابر $۵۰۰۰\frac{N}{C}$ است. اگر فاصله را ۱۰ سانتی‌متر بیش‌تر کنیم، بزرگی میدان الکتریکی $۳۲۰۰\frac{N}{C}$ می‌شود. d چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۶- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱= +۲\mu C$ و $q_۲ = +۸\mu C$ در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متر از یک‌دیگر بر روی خط راستی قرار دارند. در چه فاصله‌ای از بار $q_۲$ برآیند میدان الکتریکی صفر می‌شود؟ $(K = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{N.m^{۲}}{c^{۲}})$

۷- میدان حاصل از دو بار مشابه نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطه A چند برابر میدان حاصل از دو بار در نقطه B است؟



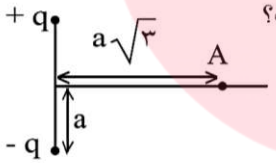
۱) ۴

۲) $\frac{۵\sqrt{۱۰}}{۸}$

۳) $\frac{۲۵}{۴}$

۴) $\frac{۴\sqrt{۱۰}}{۲۵}$

۸- در شکل مقابل اندازه شدت میدان الکتریکی حاصل از دوقطبی در نقطه A برابر کدام است؟



۱) $\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_{۰}}\frac{q}{a^{۲}}$

۲) $\frac{۱}{۸\pi\varepsilon_{۰}}\frac{q}{a^{۲}}$

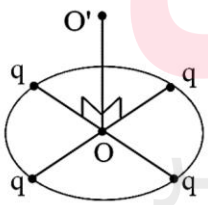
۳) $\frac{۱}{۲\pi\varepsilon_{۰}}\frac{q}{a^{۲}}$

۴) $\frac{۱}{۱۶\pi\varepsilon_{۰}}\frac{q}{a^{۲}}$

۹- اگر بار الکتریکی منفی در جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت کند و کار میدان الکتریکی W باشد، کدام صحیح است؟

۱) $W > ۰$ ۲) $W \leqslant ۰$ ۳) $W \geqslant ۰$ ۴) $W < ۰$

۱۰- در شکل مقابل، نقطه‌ی O مرکز دایره و r شعاع آن و $\overline{OO'}=r$ است. اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی‌ای که هر یک از بارهای q در نقطه‌ی O ایجاد می‌کند برابر با E باشد، اندازه‌ی برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از این چهار بار الکتریکی مشابه در نقطه‌ی O'، چند برابر E خواهد بود؟



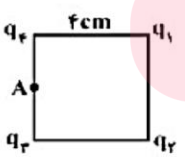
۱) ۱

۲) $\sqrt{۲}$

۳) ۲

۴) زاویه‌ی بین دو قطر دایره باید معلوم باشد.

۱۱- در شکل زیر، بارهای الکتریکی نقطه‌ای و مساوی $\sqrt{۵}\mu C$ در چهار رأس مربع ثابت شده‌اند. اندازه‌ی میدان الکتریکی ناشی از این بارها در نقطه‌ی A ، وسط یکی از اضلاع مربع، چند نیوتون بر کولن است؟ $\left(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}\right)$



۱) $۱/۸ \times ۱۰^{۸}$ ۲) $۱/۸ \times ۱۰^{۷}$ ۳) $۲/۸ \times ۱۰^{۸}$ ۴) $۲/۸ \times ۱۰^{۷}$

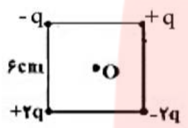
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۲- اندازه‌ی میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۲ متری یک بار الکتریکی نقطه‌ای ۲۵۰ نیوتون بر کولن بیشتر از اندازه‌ی میدان در فاصله ی ۳ متری آن بار الکتریکی است. میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۳ متری چند نیوتون بر کولن است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۶۵۰

۱۳- در شکل زیر بارهای هم‌نام $q_۱$ و $q_۲$ در فاصله‌ی d از هم قرار دارند. در نقطه‌ای روی پاره‌خط واصل بارها و در فاصله‌ی x از بار $q_۱$ برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از بارها صفر است. x را به‌دست آورید.

۱۴- در شکل زیر چهار بار الکتریکی نقطه‌ای در رأس‌های یک مربع ثابت شده‌اند. اندازه‌ی میدان الکتریکی برایند حاصل از بارها در مرکز مربع (نقطه‌ی O) چند نیوتون بر کولن و در چه جهتی است؟ $\left(k = ۹\times ۱۰^{۹}\ \frac{N.m^{۲}}{C^{۲}}, q = \sqrt{۲}\times ۱۰^{-۱۳} C\right)$

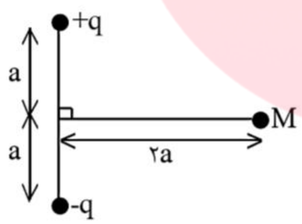


۱) ۱ و به سمت راست ۲) صفر ۳) ۱ و به سمت پایین ۴) $۱۰^{-۴}$ و به سمت راست

۱۵- دو بار الکتریکی ذره‌ای $q_۱=-q_۲=۱۰\mu c$ در فاصله‌ی ۶cm از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی را روی عمودمنصف خطی که دو ذره را به یک‌دیگر وصل می‌کند و به فاصله‌ی ۳cm از وسط خط واصل دو ذره، به دست آورید. (با رسم شکل)

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

۱۶- در شکل زیر، اندازه‌ی برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای +q و -q در نقطه‌ی M ، کدام است؟



۱) $\frac{\sqrt{۵}q}{۵\pi\varepsilon_۰ a^{۲}}$ ۲) $\frac{\sqrt{۵}q}{۵۰\pi\varepsilon_۰ a^{۲}}$

۳) $\frac{q}{۵\pi\varepsilon_۰ a^{۲}}$ ۴) $\frac{q}{۵۰\pi\varepsilon_۰ a^{۲}}$

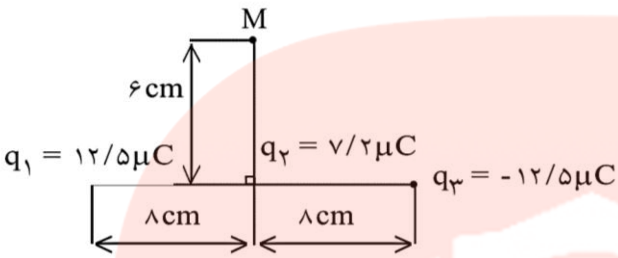
۱۷- اگر در نقطه‌ی M روی خط واصل بین دو بار، میدان الکتریکی صفر باشد، این نقطه تا بار +Q چند سانتی‌متر فاصله دارد؟

۱۸- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-۲۷\mu C$ و $+۳\mu C$ در فاصله‌ی ۳۰ cm از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. بار نقطه‌ای $۵\mu C$ را در چند سانتی‌متری از بار $-۲۷\mu C$ و روی امتداد خط واصل دو بار الکتریکی قرار دهیم تا در حالت تعادل بماند؟

۱) ۷/۵ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۴۵

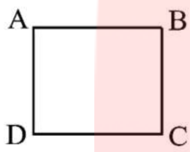
ما درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۹- در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی حاصل از سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1، q_2 و q_3 در نقطه M چند نیوتون بر کولن است؟ $\left(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$



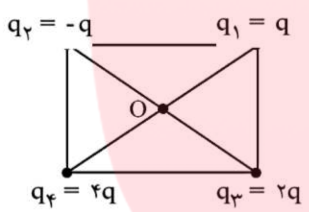
۱) 6×10^6
۲) $6\sqrt{2}\times10^6$
۳) 18×10^6
۴) $18\sqrt{2}\times10^6$

۲۰- سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_A و q_B و q_C در سه راس A و B و C از مربع شکل مقابل قرار دارد. اگر $q_A = q_C$ و شدت میدان الکتریکی در نقطه D صفر باشد، اندازه q_B چند برابر اندازه هر یک از دو بار دیگر است؟



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

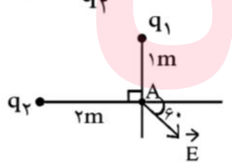
۲۱- اگر اندازه میدان حاصل از q_1 در مرکز مربع E باشد، برآیند میدان حاصل از همه‌ی بارها در مرکز مربع چند برابر E خواهد بود؟



۱) ۶ ۲) $\sqrt{26}$
۳) $3\sqrt{2}$ ۴) $\sqrt{10}$

۲۲- کدام جمله صحیح نیست؟
۱) خطوط نیروی الکتریکی از الکترون خارج شده و به پروتون وارد می‌شوند.
۲) هرچه خطوط نیروی الکتریکی به هم نزدیک‌تر باشند، میدان قوی‌تر است.
۳) نیروی وارده بر بار الکتریکی q در یک میدان الکتریکی به صورت برداری مماس بر خطوط نیرو می‌باشد.
۴) شدت میدان الکتریکی در هر نقطه، با تعداد خطهای نیرو در واحد سطح عمود بر میدان متناسب است.

۲۳- در شکل مقابل برآیند میدان الکتریکی دوبار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی A رسم شده است، نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



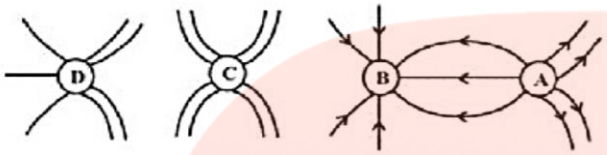
۱) $\frac{\sqrt{3}}{4}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۴) $\sqrt{2}$

۲۴- بار الکتریکی نقطه ای $+9nC$ در نقطه‌ی $A\begin{vmatrix}-3cm\\-4cm\end{vmatrix}$ واقع شده است. اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از این بار در نقطه‌ی $B\begin{vmatrix}6cm\\5cm\end{vmatrix}$ چند $\frac{N}{C}$ است؟ $\left(k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۵۰۰۰ ۳) ۱۰۰۰۰ ۴) ۸۱۰۰

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

۲۵- با توجه به خط های میدان الکتریکی رسم شده در مجموعه‌ی زیر، علامت بارهای الکتریکی نقطه‌ای A ، B ، C و D به ترتیب از راست به چپ کدامند؟

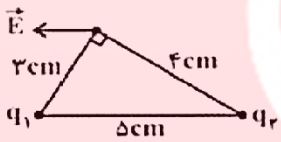


۱) منفی، مثبت، مثبت، مثبت
۲) مثبت، منفی، منفی، مثبت
۳) مثبت، منفی، مثبت، مثبت
۴) مثبت، منفی، منفی، منفی

۲۶- هرگاه یک پروتون و یک الکترون و یک ذره آلفا در داخل یک میدان الکتریکی قوی و یکنواخت قرار گیرند، به کدامیک، از طرف این میدان نیروی بیشتری وارد می شود؟

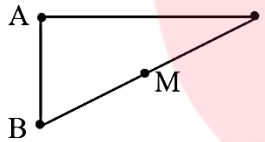
۱) الکترون ۲) پروتون
۳) ذره آلفا ۴) به هر سه ذره نیروی مساوی وارد می شود

۲۷- مطابق شکل زیر، در دو سر وتر یک مثلث قائم‌الزاویه، بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 ثابت شده‌اند و برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بردار در رأس قائمه‌ی مثلث، موازی با وتر آن است. حاصل $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟



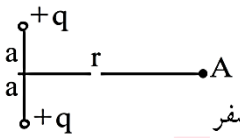
۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $-\frac{۴}{۳}$
۳) $\frac{۶۴}{۲۷}$ ۴) $-\frac{۶۴}{۲۷}$

۲۸- سه بار نقطه‌ای $q_a = +۲\times ۱۰^{-۷}C$ و $q_b = -۱۰^{-۷}C$ و $q_c = +۱۰^{-۷}C$ در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه مطابق شکل قرار دارند. بزرگی شدت میدان الکتریکی در نقطه‌ی M وسط BC چند $\frac{N}{C}$ است؟ $(BC = ۶۰\,cm\,,\ AB = ۳۰\,cm)$



۱) $۱۰^۴$ ۲) ۲×۱۰^۴ ۳) ۴×۱۰^۴ ۴) ۸×۱۰^۴

۲۹- در شکل مقابل اگر $r >> a$ (مقدار r بسیار بزرگتر از مقدار a باشد.) اندازه‌ی میدان در نقطه‌ی A روی عمود منصف خط واصل دو بار کدام است؟

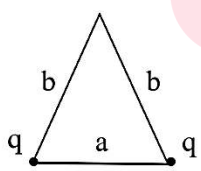


۱) $E = \frac{q}{۴\pi\varepsilon_۰ r^۲}$ ۲) $E = \frac{۲q}{۴\pi\varepsilon_۰ r^۲}$ ۳) $E = \frac{q}{۴\pi\varepsilon_۰ r}$ ۴) صفر

۳۰- بادکنکی با جرم ۱۰ گرم و بار الکتریکی ۲۰۰nC- در ناحیه‌ای از فضا در مجاورت سطح زمین، فقط تحت تأثیر نیروی وزن و نیروی الکتریکی، معلق و متعادل ایستاده است. اندازه و جهت بردار میدان الکتریکی، در این ناحیه کدام است؟ $(g = ۱۰N/kg)$

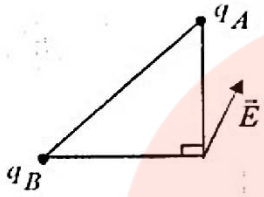
۱) ۵×۱۰^۵ N/C - قائم و رو به پایین ۲) ۵×۱۰^۵ N/C - قائم و رو به بالا
۳) $۲/۵\times ۱۰^۸$ N/C- قائم و رو به پایین ۴) $۲/۵\times ۱۰^۸$ N/C- قائم و رو به بالا

۳۱- در شکل زیر بارهای الکتریکی یکسان q در دو سر قاعده‌ی یک مثلث متساوی‌الساقین قرار دارند. اندازه‌ی میدان الکتریکی بارها را در راس سوم مثلث به دست آورید.



گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

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



۳۳- دو بار نقطه‌ای q و $4q$ در فاصله r از یکدیگر واقع شده‌اند. در چه فاصله از بار q اندازه میدان الکتریکی برابر صفر می‌شود.

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

۳۴- دو بار نقطه‌ای q_2 و q_1 در فاصله یک متر از یکدیگر واقعند و اندازه میدان حاصل از دو بار در نقطه M در وسط فاصله آن‌ها برابر E می‌باشد. اگر q_1 را حذف نماییم، اندازه میدان در نقطه M برابر $\frac{E}{2}$ و در همان جهت میدان اولیه می‌شود. مطلوبست نسبت $\frac{q_1}{q_2}$:

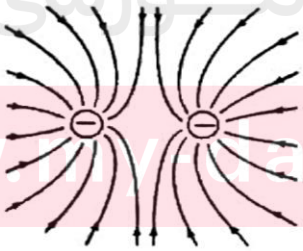
۱) ۱ ۲) -۱ ۳) ۳ ۴) -۳

پاسخ

۱-

۲- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در نقطه‌ی H و در بی‌نهایت میدان صفر است و در این فاصله میدان الکتریکی وجود دارد، پس ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۳-



۴- میدان حاصل از بار نقطه‌ای برابر است با: $E = K\frac{q}{r^2}$

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

چون ابتدا فاصله ۲۵cm و سپس ۵۰ cm شده است لذا فاصله ۲ برابر و در نتیجه میدان الکتریکی که با مجذور فاصله نسبت عکس دارد $\frac{۱}{۴}$ خواهد شد. بنابراین میدان الکتریکی $\frac{۲۰۰}{۴} = ۵۰\,N/C$ می‌شود. بنابراین گزینهٔ ۳ پاسخ صحیح سوال است.

۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای، با مربع فاصله نسبت عکس دارد.

$$\left(\frac{d_۲}{d_۱}\right)^۲ = \frac{E_۱}{E_۲} \Rightarrow \left(\frac{d+۱۰}{d}\right)^۲ = \frac{۵۰۰۰}{۳۲۰۰} \Rightarrow \left(\frac{d+۱۰}{d}\right)^۲ = \frac{۵۰}{۳۲} = \frac{۲۵}{۱۶} \Rightarrow \frac{d+۱۰}{d} = \sqrt{\frac{۲۵}{۱۶}} = \frac{۵}{۴}$$

$$\Rightarrow ۵d = ۴d + ۴۰ \Rightarrow d = ۴۰\,cm$$

۶-

$$E_۱ = E_۲ \ (۰/۲۵) \rightarrow k\frac{q_۱}{x^۲} = k\frac{q_۲}{(۳۰-x)^۲} \ (۰/۲۵) \rightarrow \frac{۲}{x^۲} = \frac{۸}{(۳۰-x)^۲} \rightarrow x = ۱۰\,cm \ (۰/۲۵) \rightarrow$$

$$r - x = ۲۰\ cm \ (۰/۲۵)$$

۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر فاصله هر بار الکتریکی تا نقطه‌های A و B را به ترتیب با r_A و r_B نشان دهیم. خواهیم داشت:

$$r_A = \sqrt{a^۲ + a^۲} = a\sqrt{۲}$$

$$r_B = \sqrt{(۲a)^۲ + a^۲} = a\sqrt{۵}$$

بزرگی میدان حاصل از هر بار الکتریکی در غیاب بار دیگر در نقطه A برابر $\frac{K|q|}{r^۲}$ است. در نتیجه E در نقطه A از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$E_A = ۲\frac{k|q|}{r_A^۲}\cos\frac{\alpha}{۲} = \frac{۲k|q|}{r_A^۲} \times \frac{a}{r_A} = \frac{۲k|q|a}{r_A^۳}$$

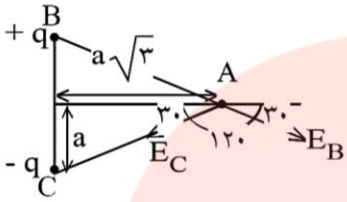
مشابه این عمل، بزرگی میدان را در نقطه B حساب می‌کنیم.

$$E_B = \frac{۲k|q|}{r_B^۲}\cos\frac{\beta}{۲} = \frac{۲k|q|}{r_B^۲} \times \frac{۲a}{r_B} = \frac{۲K|q|a}{r_B^۳}$$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{\frac{۲}{r_A^۲}}{\frac{۴}{r_b^۳}} = \frac{r_b^۳}{۲r_A^۳} = \frac{۱}{۲} \times \frac{\left(a\sqrt{۵}\right)^۳}{\left(a\sqrt{۲}\right)^۳} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۵\sqrt{۵}}{۲\sqrt{۲}} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{۵\sqrt{۵}}{۲\sqrt{۲}} = \frac{۵\sqrt{۱۰}}{۸}$$

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

۸- دو بار از نظر اندازه مساوی و فاصلهٔ آنها تا نقطهٔ A نیز یکسان است، پس اندازهٔ میدان الکتریکی هر یک تا نقطهٔ A مساوی با دیگری است و چون زاویهٔ بین بردارهای شدت میدان ۱۲۰° است، پس اندازهٔ برآیند آنها برابر با اندازهٔ یکی از آنها است، پس:



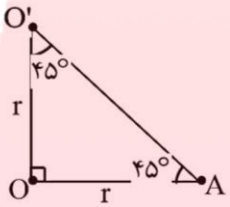
$$E = E_A = E_C = \frac{kq}{(AB)^2} = \frac{kq}{\left(a\sqrt{3}\right)^2 + a^2} = \frac{kq}{4a^2} = \frac{1}{16\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$$

۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نیروی وارد بر بار منفی از طرف میدان در خلاف جهت خطوط میدان است. پس در اینجا نیرو و جابجایی مختلف الجهت هستند. پس کار منفی است.

دقت کنید: ۱) اگر جابجایی عمود بر میدان باشد، کار میدان صفر است.

۲) وقتی کار میدان منفی است، انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

۱۰- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر و با توجه به رابطه‌ی $E=\frac{kq}{r^2}$، می‌توان نوشت:



$$\overline{O'A} = \sqrt{2}r$$

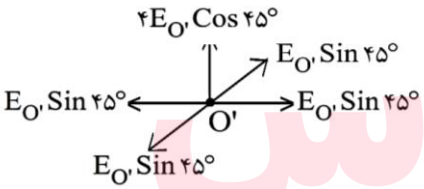
$$E_O = E = \frac{kq}{r^2},\quad E_{O'} = \frac{kq}{\left(\sqrt{2}r\right)^2} = \frac{kq}{2r^2} = \frac{1}{2}E$$

از طرف دیگر برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از چهار بارالکتریکی برابر است با:

$$E_T = 4E_{O'}\cos 45°$$

$$E_T = 4 \times \frac{1}{2}E \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}E$$

دقت کنید مؤلفه‌های افقی هر یک از میدان‌ها در نقطه‌ی O' اثر یک‌دیگر را خنثی می‌کنند و هر چهار مولفه‌ی قائم آن‌ها در یک جهت‌اند.



۱۱- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. میدان الکتریکی در هر نقطه برابر با برایند میدان‌های الکتریکی است که هریک از بارهای نقطه‌ای در آن نقطه ایجاد می‌کنند. میدان الکتریکی در نقطه‌ی A برایند میدان بارهای الکتریکی q_1 و q_2 است چون‌که میدان دو بار q_3 و q_4 مساوی و در خلاف جهت هم‌اند و یک‌دیگر را خنثی می‌کنند.

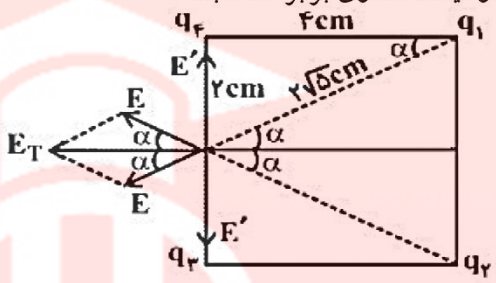
$$r = \sqrt{4^2 + 2^2} = 2\sqrt{5}\,cm$$

مای درس
www.my-dars.ir

$$E=\frac{kq_1}{r^2}\xrightarrow[q_1=\sqrt{5}\times10^{-6}C,\ r=2\sqrt{5}\times10^{-2}m]{k=9\times10^9\frac{N.m^2}{C^2}}E=\frac{9\times10^9\times\sqrt{5}\times10^{-6}}{20\times10^{-4}}=\frac{9\sqrt{5}}{2}\times10^6\frac{N}{C}$$

اندازه‌ی برایند دو میدان مساوی برابر است با:

$$E_T=2E\cos\frac{\theta}{2}\xrightarrow[\cos\alpha=\frac{2}{\sqrt{5}}]{\theta=2\alpha}$$



$$E_T=2\times\frac{9\sqrt{5}}{2}\times10^6\times\frac{2}{\sqrt{5}}\frac{N}{C}$$

$$\Rightarrow E_T=18\times10^6=1/8\times10^7\frac{N}{C}$$

۱۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر بار نقطه‌ای را q و فاصله را r بگیریم، میدان از رابطه‌ی $E=k\frac{q}{r^2}$ بدست می‌آید. پس:

$$\begin{cases}E_3=k\frac{q}{3^2}\\ E_2=k\frac{q}{2^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{E_3}{E_2}=\frac{4}{9}\Rightarrow E_2=\frac{9}{4}E_3$$

$$E_2-E_3=250\Rightarrow\frac{9}{4}E_3-E_3=250\Rightarrow\frac{5}{4}E_3=250\Rightarrow E_3=200\ N/C$$

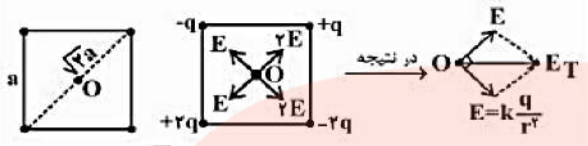
۱۳- در نقطه‌ای که برایند میدان الکتریکی بارها صفر است، میدان الکتریکی ناشی از بارها قرینه‌ی یکدیگرند و اندازه‌ی یکسانی دارند.

$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{k|q_1|}{r_1^2}=\frac{k|q_2|}{r_2^2}\Rightarrow\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2=\left|\frac{q_2}{q_1}\right|\Rightarrow\frac{r_2}{r_1}=\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\Rightarrow\frac{d-x}{x}=\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

$$\Rightarrow\frac{d}{x}-1=\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\Rightarrow\frac{d}{x}=1+\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\Rightarrow x=\frac{d}{\left(1+\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}\right)}$$

۱۴- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اندازه‌ی میدان الکتریکی یک بار نقطه‌ای در فاصله‌ی r از آن بار، طبق رابطه‌ی $E=k\frac{q}{r^2}$ به‌دست می‌آید. بنابراین در فاصله‌های یکسان اندازه‌ی میدان الکتریکی با بار الکتریکی جسم نسبت مستقیم دارد.

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



$$r = \frac{\text{قطر}}{۲} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}a = ۳\sqrt{۲}\,cm$$

$$E_T = ۲E\cos\left(\frac{۹۰^\circ}{۲}\right) = \sqrt{۲}E = \sqrt{۲}\times\left(۹\times۱۰^{۹}\times\frac{\sqrt{۲}\times۱۰^{-۱۳}}{۱۸\times۱۰^{-۴}}\right) = ۱\frac{N}{C}$$

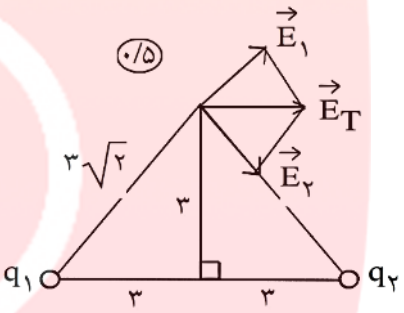
با توجه به شکل، جهت میدان الکتریکی برایند به سمت راست است.

۱۵-

$$E_۱ = \frac{kq_۱}{r^۲}\ (۰/۲۵) \Rightarrow E_۱ = \frac{۹\times۱۰^{۹}\times۱۰\times۱۰^{-۶}}{۱۸\times۱۰^{-۴}} = ۵\times۱۰^{۷}\frac{N}{C}\ (۰/۲۵)$$

$$E_T = ۲E_۱\cos\frac{۹۰}{۲}\ (۰/۲۵) \quad E_T = ۲\times۵\times۱۰^{۷}\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}\ (۰/۲۵)$$

$$E_T = ۵\sqrt{۲}\times۱۰^{۷}\left(\frac{N}{C}\right)\ (۰/۲۵)$$

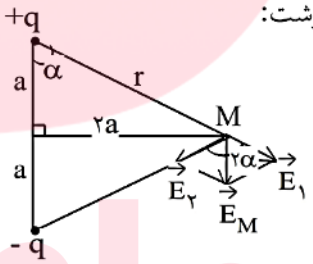


۱۶- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از دو بار در نقطه‌ی M با یکدیگر برابر است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$|\vec{E}_۱| = |\vec{E}_۲| = \frac{kq}{r^۲}$$

$$r = \sqrt{(۲a)^۲ + a^۲} = \sqrt{۵}a \Rightarrow |\vec{E}_۱| = \frac{kq}{۵a^۲}$$

$$\cos\alpha = \frac{a}{r} = \frac{a}{\sqrt{۵}a} = \frac{\sqrt{۵}}{۵}$$



$$E_M = ۲E_۱\cos\frac{۲\alpha}{۲} = \frac{۲kq}{۵a^۲}\cos\alpha = \frac{۲kq}{۵a^۲}\times\frac{\sqrt{۵}}{۵} \xrightarrow{k=\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰}} E_M = \frac{\sqrt{۵}q}{۵۰\pi\varepsilon_۰ a^۲}$$

۱۷-

$$E_۱ = E_۲$$

$$\frac{kQ}{x^۲} = \frac{k(۴Q)}{(۳۰-x)^۲}$$

$$\frac{۱}{x^۲} = \frac{۴}{(۳۰-x)^۲} \Rightarrow \frac{۱}{x} = \frac{۲}{۳۰-x} \Rightarrow x = ۱۰\,cm$$

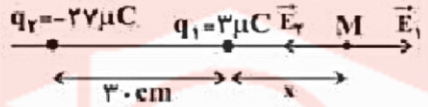
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۸- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. چون دو بار غیر هم‌نام هستند، نقطه‌ی موردنظر M ، خارج از فاصله‌ی بین دو بار، روی امتداد خط واصل و نزدیک به بار با اندازه‌ی کوچک‌تر ($۳\mu C$) می‌باشد؛ بنابراین داریم:

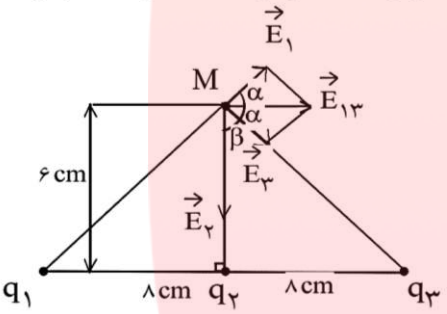
$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow \frac{q_۱}{x^۲} = \frac{q_۲}{(r+x)^۲} \Rightarrow \frac{۳}{x^۲} = \frac{۲۷}{(۳۰+x)^۲} \Rightarrow \frac{۱}{x} = \frac{۳}{۳۰+x} \Rightarrow x = ۱۵cm$$

فاصله از بار $-۲۷\mu C$ خواسته شده است، پس:

$$r_۲ = ۱۵ + ۳۰ = ۴۵cm$$



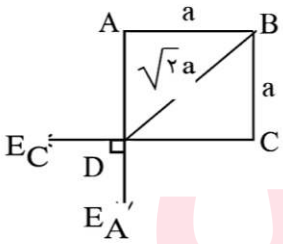
۱۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فاصله بارهای الکتریکی $q_۱$ و $q_۳$ تا نقطه M برابر ۱۰ سانتی‌متر و ۰/۱ متر است. پس:



چون $E_۲$ بر $E_{۱۳}$ عمود است و این دو میدان هم‌اندازه‌اند، پس:

$$E_T = \sqrt{۲}E_۲ = ۱۸\sqrt{۲} \times ۱۰^۶ \frac{N}{C}$$

۲۰- میدان حاصل از هر یک از بارهای q_A و q_C برابر است با: $E_A = E_C = \frac{kq_A}{a^۲}$.



برآیند این در میدان عبارت است از:

$$E = \sqrt{E_A^۲ + E_C^۲} = \sqrt{۲E_A^۲} = \sqrt{۲}E_A = \sqrt{۲}\frac{Kq_A}{a^۲}$$

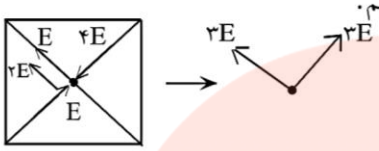
میدان حاصل از بار q_B باید بگونه‌ای باشد تا مقدار آن برابر همین میدان و جهت آن با این میدان مخالف باشد بنابراین داریم:

$$E_B = \frac{kq_B}{(a\sqrt{۲})^۲} = \frac{kq_B}{۲a^۲} \Rightarrow E_B = E \Rightarrow \frac{kq_B}{۲a^۲} = \sqrt{۲} \times \frac{kq_A}{a^۲} \Rightarrow q_B = ۲\sqrt{۲}q_A$$

بنابراین گزینهٔ ۴ صحیح است.

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

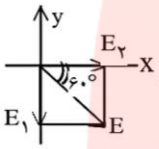
۲۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. میدان حاصل از بارها را در مرکز مربع رسم می‌نماییم.



$$\rightarrow E_t = ۳\sqrt{۲}E$$

۲۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. خطوط نیروی الکتریکی از پروتون خارج شده و به الکترون وارد می‌شوند.

۲۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$tg۶۰ = \frac{E_۱}{E_۲} \Rightarrow \sqrt{۳} = \frac{k\frac{q_۱}{۱}}{k\frac{q_۲}{۴}} \Rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = \frac{\sqrt{۳}}{۴}$$

۲۴- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که برای به دست آوردن اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی q از آن از رابطه‌ی $E = k\frac{q}{۲}$ استفاده می‌کنیم، ابتدا باید فاصله‌ی نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B را به دست آوریم:

$$r_{AB} = \sqrt{(۶ - (-۳))^۲ + (۵ - (-۴))^۲} = ۹\sqrt{۲}\,cm$$

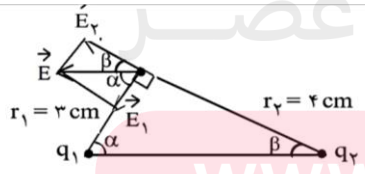
اکنون بزرگی میدان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$E = k\frac{q}{r_{AB}^{۲}} = ۹\times۱۰^{۹} \times \frac{۹\times۱۰^{-۹}}{\left(۹\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲}\right)^{۲}} = ۵۰۰۰\frac{N}{C}$$

۲۵- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که خط های میدان الکتریکی از بار A خارج و به بار B وارد شده است، می‌توان نتیجه گرفت که علامت بار A مثبت بوده و علامت بار B منفی می‌باشد؛ هم‌چنین از آن‌جا که خط های میدان الکتریکی ناشی از بار C خط های میدان الکتریکی بارهای B و D را منحرف کرده است، پس هر سه بار B ، C و D هم‌نام بوده و در نتیجه هر سه منفی‌اند.

۲۶- نیروی وارد بر یک بار q از طرف میدان E برابر $F = E.q$ است. بار الکترون و پروتون برابر است ولی بار ذره آلفا (هسته اتم هلیم) دو برابر بار الکترون و پروتون است، بنابراین نیروی وارد بر ذره آلفا دو برابر نیروی وارد بر الکترون و پروتون است و گزینه ۳ صحیح است.

۲۷- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.



ابتدا میدان $\vec{E}$ را در راستای اضلاع مثلث تجزیه می‌کنیم. با توجه به جهت مؤلفه‌های $\vec{E_۱}$ و $\vec{E_۲}$، علامت بار $q_۲$ مثبت و علامت بار $q_۱$ منفی است و بنابراین بارها ناهم‌نام هستند. از طرف دیگر می‌توان نوشت:

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

$$E_۲ = k\frac{|q_۲|}{r_۲^۲} = E\cos\beta = \xrightarrow{\cos\beta = \frac{r_۲}{d}} |q_۲| = \frac{r_۲^۳ E}{kd}$$

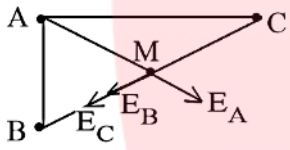
$$E_۱ = k\frac{|q_۱|}{r_۱^۲} = E\cos\alpha = \xrightarrow{\cos\alpha = \frac{r_۱}{d}} |q_۱| = \frac{r_۱^۳ E}{kd}$$

$$\Rightarrow \left|\frac{q_۲}{q_۱}\right| = \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۳$$

با توجه به ناهم‌نام بودن بارهای $q_۱$ و $q_۲$ می‌توان نوشت:

$$\frac{q_۲}{q_۱} = \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۳ \xrightarrow[r_۱ = ۳cm]{r_۲ = ۴cm} \frac{q_۲}{q_۱} = -\frac{۶۴}{۲۷}$$

۲۸- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.



با توجه به علامت بارها، جهت میدان الکتریکی ناشی از سه بار در نقطه‌ی M مطابق شکل مقابل است.

پس خواهیم داشت:

$$AM = MB = MC = \frac{BC}{۲} = ۳۰\,cm = ۰/۳m$$

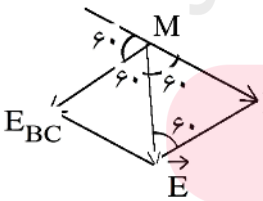
$$E_A = \frac{kq_A}{r_A^۲} = ۹\times ۱۰^۹ \times \frac{۲\times ۱۰^{-۷}}{(۳\times ۱۰^{-۱})^۲} = ۲\times ۱۰^۴ N/C$$

$$E_B = \frac{kq_B}{r_B^۲} = ۹\times ۱۰^۹ \times \frac{۱۰^{-۷}}{(۳\times ۱۰^{-۱})^۲} = ۱۰^۴ N/C$$

$$E_C = \frac{kq_C}{r_C^۲} = ۹\times ۱۰^۹ \times \frac{۱۰^{-۷}}{(۳\times ۱۰^{-۱})^۲} = ۱۰^۴ N/C$$

$$\Rightarrow E_B + E_C = ۲\times ۱۰^۴ N/C$$

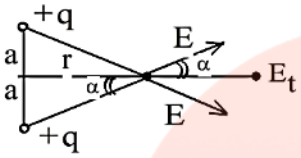
با توجه به اینکه $AB = BM = AM = ۳۰\,cm$، پس مثلث $\widehat{AMB}$ یک مثلث متساوی الاضلاع است و تمام زوایای آن ۶۰ درجه می‌باشد، پس زاویه‌ی بین دو بردار $\vec{E}_A$ و $\vec{E}_{BC} = \vec{E}_B + \vec{E}_C$ برابر ۱۲۰ درجه خواهد بود. پس بردار برآیند برابر هریک از بردارها است:



$$E = E_A = E_{BC} = ۲\times ۱۰^۴ \frac{N}{C}$$

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

۲۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$E_t = 2E\cos\alpha\ ,\ \cos\alpha = \frac{r}{(r^2+a^2)^{\frac{1}{2}}}$$

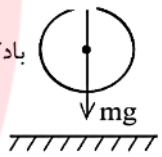
$$E_t = \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0(r^2+a^2)} \times \frac{r}{(r^2+a^2)^{\frac{1}{2}}} = \frac{2qr}{4\pi\varepsilon_0(r^2+a^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$r >> a \Rightarrow \text{از } a \text{ در برابر } r \text{ صرفنظر کنیم.} \Rightarrow E_t = \frac{2rq}{4\pi\varepsilon_0 r^3} = \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

۳۰- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

نیروی الکتریکی، در امتداد قائم و رو به بالا است. $\Rightarrow$ { نیروی وزن، در امتداد قائم و رو به پایین است. / بادکنک معلق و متعادل است. }

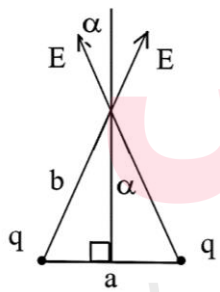
$\vec{E}$ در خلاف $\vec{F}$ است، یعنی در امتداد قائم و رو به پایین است $\Rightarrow$ { نیروی الکتریکی، در امتداد قائم و رو به بالا است. $(\vec{F})$ / بار بادکنک منفی است. (q_0) }



بادکنک معلق و متعادل است $\Rightarrow$ نیروی الکتریکی F = وزن $mg \Rightarrow |q_0|E = mg \Rightarrow E = \frac{mg}{|q_0|}$

$$\Rightarrow E = \frac{(10 \times 10^{-3}) \times 10}{200 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^5\ N/C$$

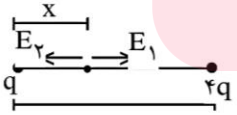
۳۱- اندازه‌ی میدان الکتریکی هر کدام از بارها در راس سوم برابر $E = \frac{kq}{b^2}$ است. اندازه‌ی برایند دو بردار هم‌اندازه که با هم زاویه‌ی 2α می‌سازند از رابطه‌ی $2E\cos\alpha$ به‌دست می‌آید.



$$\Rightarrow E_T = 2E\cos\alpha = 2\left(\frac{kq}{b^2}\right)\frac{\sqrt{b^2 - \frac{a^2}{4}}}{b} = \frac{kq\sqrt{4b^2 - a^2}}{b^3}$$

۳۲- غیرهمنام (۰/۲۵) و بزرگ‌تر ص ۱۲ (۰/۲۵)

۳۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



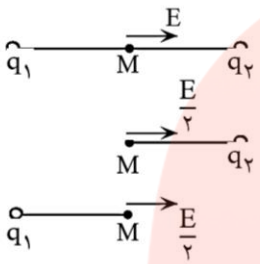
$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{kq}{x^2} = \frac{k(4q)}{(r-x)^2}$$

$$\frac{x}{r-x} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2x = r - x \Rightarrow x = \frac{r}{3}$$

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

این نقطه بین دو بارست (زیرا بارها همنامند) و نزدیک‌تر به بار کوچک‌تر.

۳۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همان‌طور که از شکل پیداست باید اندازه میدانی که q_1 در نقطه‌ی M ایجاد می‌نماید همان $\frac{E}{2}$ و در جهت E اولیه باشد تا مجموع میدان‌های حاصل



از بارهای q_1 و q_2 برابر E شود. پس: $E_1 = E_2 \Rightarrow k\frac{q_1}{r^2} = k\frac{q_2}{r^2} \Rightarrow \left|\frac{q_1}{q_2}\right| = 1$

اما بار q_2 بار مثبت فرضی واقع در M را جذب می‌کند. در حالی که q_1 آن را دفع می‌نماید. پس q_1 و q_2 ناهمنام هستند.

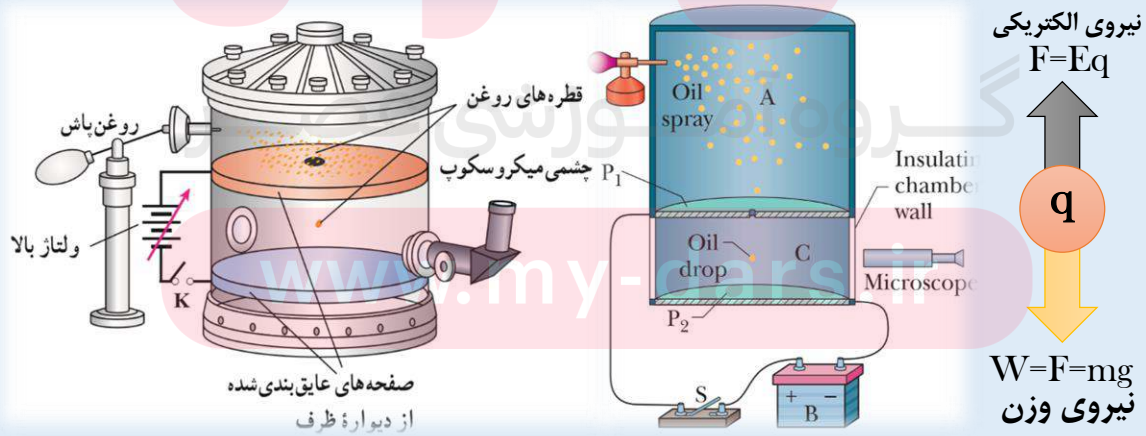
نکته

همان طور که پیش تر دیدیم بار الکتریکی با هر مقداری ظاهر نمی شود؛ بلکه همواره مضرب درستی از بار بنیادی e است. آزمایش کلاسیک فیزیک دان آمریکایی رابرت میلیکان به توضیح این امر می پردازد. این آزمایش اکنون به نام آزمایش قطره ــ روغن میلیکان معروف است.

میلیکان بین دو ورقه فلزی موازی و افقی میدان الکتریکی قائم یکنواختی را توسط یک منبع ولتاژ بالا ایجاد کرد (که می توانست آن را قطع و وصل کند). او در مرکز ورقه بالایی چندین روزنه کوچک ایجاد کرده بود که از طریق آنها قطره های روغن حاصل از یک روغن پاش به ناحیه دو ورقه می پاشید .

بیشتر این قطره ها در اثر مالش با دهانه خروجی روغن پاش، باردار می شدند. میلیکان با تغییر دادن میدان الکتریکی بین صفحات به حرکت قطره های روغن در این فضا توجه کرد و با تحلیل این حرکت و با در نظر گرفتن مقاومت هوا، نیروی الکتریکی وارد بر هر قطره را محاسبه کرد و از آنجا بار الکتریکی هر قطره را تعیین کرد.

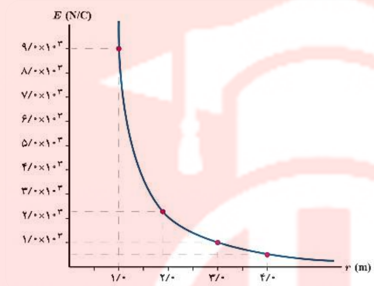
میلیکان با تکرار آزمایش قطره ــ روغن به دفعات زیاد و با قطره ــ روغن های متفاوت دریافت که بار قطره ها برابر بار بنیادی e یا مضرب درستی از این مقدار است. شکل زیر طرحی از اسباب آزمایش او را نشان می دهد.

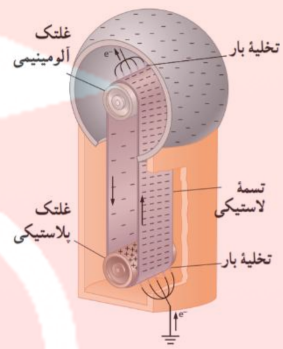


نکته

مولد واندوگراف وسیله ای است که با استفاده از تسمه ای متحرک، بار الکتریکی را بر روی یک کلاهک تو خالی فلزی جمع می کند. (**ویدئو های بیشتر از مولد واندوگراف و طرز کار آن در کانال @Physics_2018rh7** ✈)

نمودار بزرگی میدان الکتریکی برحسب فاصله از مرکز کره به شکل زیر است .





انرژی پتانسیل الکتریکی

قبلا با انرژی پتانسیل گرانشی آشنا شده اید ، فرض کنید جسمی به جرم m را تا ارتفاع h بالا ببریم ، در این جابجایی برای غلبه بر نیروی وزن باید نیرویی به اندازه ی mg رو به بالا به جسم وارد کنیم ، در نتیجه کاری به اندازه ی mgh انجام میدهیم ، کار انجام شده به صورت انرژی پتانسیل گرانشی در جسم ذخیره میشود و هرگاه به جسم اجازه ی سقوط بدهیم این انرژی آزاد می شود و به انرژی های دیگر تبدیل میشود .

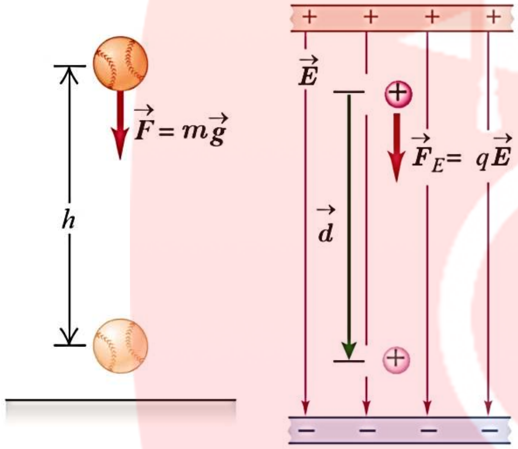
و یا فنری را در نظر بگیرید که آنرا از حالت طبیعی خودش خارج کرده اید ، یعنی یا آنرا کشیده یا متراکم کرده اید، به عنوان

گروه آموزشی ماهی درس www.mahidars.ir

مثال اگرفنر را متراکم کرده باشید مقداری انرژی در آن به صورت انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره کرده اید که با رها کردن فنر این انرژی آزاد میشود ، یا برعکس.

بین این مورد و مورد گرانشی یک چیز مشترک است :

((هرچقدر جسمی در خلاف جهت میل طبیعی حرکت خود جابه جا شود ، انرژی ای موسوم به انرژی پتانسیل در آن ذخیره میشود و اگر طبق میل خودش جابه جا شود انرژی پتانسیل خود را از دست میدهد (به انرژی های دیگر تبدیل میشود)))



حال اگرهرچقدر این جابه جایی بیشترباشد میزان انرژی پتانسیل بیشتری هم در آن جسم ذخیره میشود .

در مورد بارهای الکتریکی هم داستان از همین قرار است ، اگر مطابق شکل زیر ۲بار هم نام را کنار هم قرار دهیم ، یکدیگر را دفع میکنند و اگر بخواهیم که این دو بار را به یکدیگر نزدیک کنیم (یعنی بر خلاف میلشان جابه جا کنیم) ، انرژی پتانسیل آنها افزایش میابد و چون این انرژی از نوع الکتریکی است ، یعنی منشا آن بارهای الکتریکی هستند، به آن انرژی پتانسیل الکتریکی ، میگویند.

و اگر آنرا به حال خودش رها کنیم !!! بخاطر دافعه از بار دیگری از آن دور شده و در واقع طبق میل خودش !!رفتار کرده است، و بهمین دلیل انرژی پتانسیل آن کاهش میابد.(و در واقع طبق مطالب بالا انرژی پتانسیل کم شده و به انرژی جنبشی تبدیل میشود) . در شکل های بالا توپ و بار الکتریکی مثبت به حال خودشان رها شده اند و چون طبق میل خودشان در حال رفتار هستند انرژی پتانسیل آنها (در مورد توپ انرژی پتانسیل گرانشی و در مورد بار الکتریکی انرژی پتانسیل الکتریکی) در حال کاهش است . در مورد بار الکتریکی منفی هم همین داستان برقرار است .

اگر دو بار غیر همنام را در نزدیکی هم قرار بدهیم یکدیگر را به سوی خود می کشند و طبق میل خودشان رفتار میکنند پس انرژی پتانسیل آنها کاهش و اگر سعی کنیم که آنها را از یکدیگر دور کنیم انرژی پتانسیل آنها افزایش می یابد (اگر خلاف میلشان با آنها برخورد کنیم)

در سال دهم این نکته فوق مهم را آموختید که :

((تغییرات انرژی پتانسیل با کار میدان به وجود آورنده ی آن مخالف است)). تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی توپ با کار میدان به وجود آورنده ی این انرژی پتانسیل یعنی گرانش مخالف است . **(این دو جمله رو ده بیست بار بخونید تا هضم شه !!!!!!!!!) .**

$$W_g = -\Delta U_g$$

این نتیجه برای کار میدان الکتریکی و تغییرات انرژِی پتانسیل الکتریکی نیز صادق است .

$$W_E = -\Delta U_E$$

در این قسمت میخواهیم یک رابطه برای انرژی پتانسیل الکتریکی بدست آوریم . در مورد انرژی پتانسیل گرانشی میتوانستیم با آزمایش عوامل موثر بر انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم را بدست آوریم (یک توپ را در ارتفاعات مختلف رها میکردیم و فهمیدیم که انرژی پتانسیل گرانشی زاییده ی ارتفاع است) در مورد بارهای الکتریکی داستان کمی فرق دارد و آزمایش با دو بار نقطه ای بسیار سخت است . پس باید دنبال راهی بود تا غیر مستقیم انرژی پتانسیل الکتریکی یک سیستم دو ذره ای از بارهای الکتریکی را بدست آوریم .

در صفحه گذشته فهمیدیم که تغییرات انرژی پتانسیل یک سیستم با کار میدان به وجود آورنده ی آن مخالف است و $W_E = -\Delta U_E$.

پس اگر ما به جای محاسبه مستقیم ΔU کار میدان الکتریکی(W) را بدست آوریم با منفی کردن آن در واقع ΔU را بدست آورده ایم :ـ محاسبات زیر با دقت نگاه کنید و در مورد تک تک گام های انجام شده فکر کنید :

$$\begin{cases} W = Fd\cos\theta \Longrightarrow W_E = F_E d\cos\theta \xrightarrow{F_E = E|q|} W_E = E|q|d\cos\theta \\ W_E = -\Delta U_E \end{cases}$$

$$\Longrightarrow \Delta U = -E|q|d\cos\theta \longrightarrow \theta: F_E \text{ و } d \text{ زاویه بین}$$

گرچه این رابطه برای یک میدان الکتریکی یکنواخت بیان شد، ولی می توان نشان داد که در حالت کلی نیز برای هر میدان الکتریکی برقرار است .

نکته

سال قبل آموختیم که برای محاسبه کار دو راه وجود دارد :

۱- مستقیم : که همان رابطه ی w=Fdcos که در مطالب بالا از این رابطه استفاده کردیم و کار میدان الکتریکی را بدست آوردیم .

۲- غیرمستقیم : که اگر نه F و نه d معلوم بود ولی از ما کار را میخواستند باید از راه غیر مستقیم استفاده میکردیم که همان قضیه کار و انرژی است .

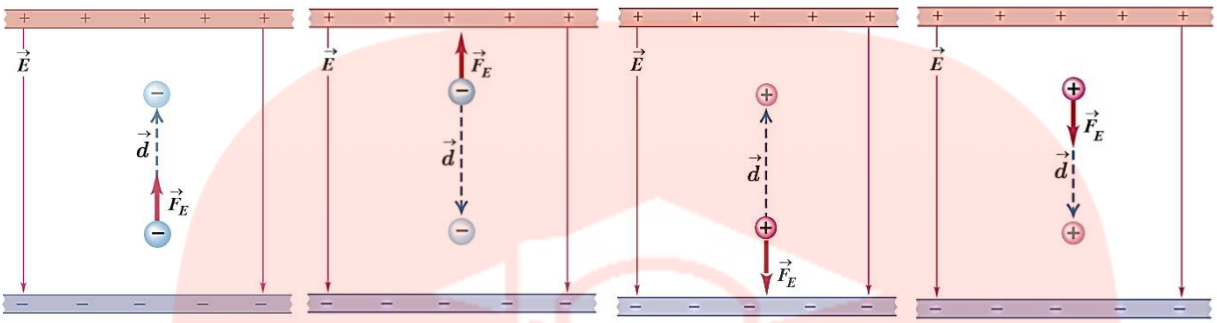
این قضیه میگوید که کار یک نیرو (در اینجا نیروی الکتریکی) در یک جابجایی برابر تغییرات انرژی جنبشی در این مسیر است :

$$W = \Delta K = K_2 - K_1$$

پس به طور کلی داریم :

$$W_E = -\Delta U_E = E|q|d\cos\theta = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

مای درس
www.my-dars.ir



میدان کار مثبت
انرژی پتانسیل کاهش

میدان کار منفی
انرژی پتانسیل افزایش

میدان کار منفی
انرژی پتانسیل افزایش

میدان کار مثبت
انرژی پتانسیل کاهش

به شکل های بالا توجه کنید :

برای تحلیل انرژی پتانسیل همانطور که گفتیم ببینید که ذره طبق میلش رفتار میکند یا نه سپس افزایش یا کاهش آنرا مشخص میکنید و کارمیدان هم عکس انرژی پتانسیل .

برای تحلیل راحت تر انرژی پتانسیل (کار هم عکس انرژی پتانسیل) در تست ها و سوالات میتوانید از فلوچارت زیر استفاده کنید :

بار مثبت (+)

سمت مثبت ها را قله میبینند ← پس سمت قله برود انرژی آن افزایش میابد

سمت منفی ها را دره میبینند ← پس سمت دره برود انرژی آن کاهش میابد

بار منفی (-)

سمت منفی ها را قله میبینند ← پس سمت قله برود انرژی آن افزایش میابد

سمت مثبت ها را دره میبینند ← پس سمت دره برود انرژی آن کاهش میابد

پتانسیل الکتریکی

تا اینجا فهمیدیم که انرژی پتانسیل الکتریکی چیست و چه مفهومی دارد و فهمیدیم که در یک سیستم دوذره از بارها هرچقدر اندازه بارها بزرگتر باشد انرژی پتانسیل سیستم بیشتر است یا اینکه در یک میدان الکتریکی هرچقدر اندازه بار الکتریکی درون آن بزرگتر باشد انرژی پتانسیل بیشتری نیز دارد .

در این قسمت میخواهیم یک کمیت بسیار جالب معرفی کنیم که وقتی میخواهیم یک میدان الکتریکی را تحلیل کنیم دیگر نگران این نباشیم که چه نوع باری در آن قرار دهیم و بدون توجه به نوع بار درون میدان الکتریکی به تحلیل میدان بپردازیم .

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

" اگه حسشو داشتید کادر پایینو بخونید تا بهتر متوجه بشید که چرا و چگونه ، پتانسیل!!! "

شاید برای شما سوال باشه که چه نیازی به تعریف یه کمیت جدید هست ؟ خب مثل بچه آدم برای میدان الکتریکی فرمول داریم دیگه !!!!

یکی از اهداف فیزیک شناسایی نیروهای اساسی در جهان است، مانند نیروی الکتریکی، همچنین تعیین کردن اینکه آیا نیرو پایستار است (آیا انرژی پتانسیل می توان به آن نسبت داد-یا نه.) انگیزه ما برای نسبت دادن یک انرژی پتانسیل به نیرو به این دلیل است که ما می توانیم اصل پایستگی انرژی را برای یک سیستم بسته شامل نیروی به کار ببریم. و اساسا چون کار با کمیت های نرده ای مانند انرژی بسیار بسیار راحتتر و تحلیل آنها فوق العاده آسان تر از کمیت های برداری و تانسورها است. فیزیکدانان و مهندسان به طور تجربی کشف کردند که نیروی الکتریکی نیرویی پایستار است و بنابراین می توان یک انرژی پتانسیل الکتریکی به آن نسبت داد.

در ریاضیات دانشگاهی اثبات میشود که اگر یک کمیت برداری پایستار (غیرچرخشی) باشد میتوان آن را به صورت گرادیان یک کمیت نرده ای نوشت . کمیت نرده ای موسوم به بردار میدان الکتریکی را پتانسیل الکتریکی مینامیم .

میدان برداری پایستار، میدان ابقایی یا **میدان غیرگردشی** به میدانی می‌گویند که کرل آن صفر باشد. مفهوم ابقایی (پایستار) بودن یک میدان برداری به زبان ساده این است که انتگرال گیری روی یک مسیر بین دو نقطه به مسیر حرکت بستگی نداشته باشد، مانند محاسبه کار انجام شده وقتی جسمی را با وجود جاذبه زمین جابجا می‌کنیم که کار انجام شده مستقل از مسیر جابجایی جسم و فقط به نقطه آغازین و انتهایی بستگی دارد.

$$\nabla \times \vec{E} = 0 \Longrightarrow \vec{E} = \pm \nabla \varphi$$

$$\int_a^b \nabla \varphi \,.\, dl = \varphi(b) - \varphi(a)$$

عملگر ∇ (بخوانید دِل) حداکثر نرخ تغییرات یک کمیت مورد نظر را محاسبه میکند و از جنس مشتق مکانی است .

پس تعریف پتانسیل آنجا برایمان مهم است که از این طریق میتوانیم یک انرژی (کمیت نرده ای) به یک سیستم برداری که در اینجا میدان الکتریکی است نسبت دهیم .

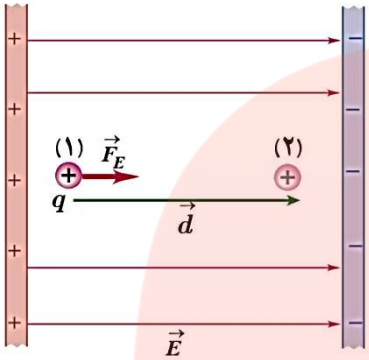
برای مطالعه بیشتر به شما کتاب های الکترومغناطیس میلفورد ، ریاضیات در فیزیک آرفکن جلد (، الکترومغناطیس چنگ رو پیشنهاد میکنم. زبان کتاب میلفورد راحته و تا حدی متوجه میشید!

فرض کنید که یک بار الکتریکی q_1 را از یک نقطه ی میدان الکتریکی به نقطه ی دیگر منتقل میکنیم ، برای انتقال این بار خاص q_1 انرژی U_1 صرف میکنیم . حال فرض کنید بار الکتریکی q_2 را از یک نقطه ی میدان الکتریکی به نقطه ی دیگر منتقل میکنیم ، برای انتقال این بار خاص q_2 انرژی U_2 صرف میکنیم.

یک موضوع مشترک بین دو انتقال بالا وجود دارد . نقطه ی اول و آخر!

اگر ما مقدار انرژی که برای بار اول صرف کردیم را بر اندازه بار اول و مقدار انرژی که برای بار دوم صرف کردیم را بر اندازه بار دوم تقسیم کنیم به یک نتیجه یکسان میرسیم که این نتیجه مستقل از نوع بار ها است . به این نتیجه یکسان پتانسیل الکتریکی میگوییم . (اگر از این صفحه هیچی نفهمیدید عیبی نداره کلا رد کنید بره !!! این صفحه واسه عاشقان فیزیک نوشته شده !!!!!!!!!!!!!!!!!)

www.my-dars.ir



به نسبت تغییرات انرژی پتانسیل یک بار به اندازه آن بار بین دو نقطه ، اختلاف پتانسیل بین آن دو نقطه میگویند .

پتانسیل الکتریکی مستقل از نوع بار و اندازه آن بار جابجا شده است و فقط به نقاط ابتدا و انتها بستگی دارد :

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{\Delta U_E}{q}$$

واحد اختلاف پتانسیل (پتانسیل) طبق محاسبه زیر برابر ژول بر کولن است که برای احترام به الکساندر ولتا به آن ولت میگوییم .

واضح است که اختلاف پتانسیل الکتریکی کمیتی نرده ای است .

$$[V] = \frac{[U]}{[q]} = \frac{j}{c} \rightarrow V = \frac{j}{c}$$

گرچه این رابطه را برای میدان الکتریکی یکنواخت بیان کردیم، اما برای میدان های الکتریکی غیر یکنواخت نیز صادق است.

توجه کنید که علامت بار q باید در این رابطه باید منظور شود. (تا اینجای کار یادآوری میکنیم که در رابطه نیروی کولنی ، میدان الکتریکی ، نیروی وارد بر یک ذره در میدان الکتریکی ، کار میدان الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی علامت q را در نظر نمیگرفتیم ولی در این رابطه علامت بار q را در نظر میگیریم .چون ما نقطه با ولتاژ منفی داریم ولی نیرو و انرژی منفی نداریم.)

در تشابه با انرژی پتانسیل گرانشی، در اینجا نیز می توانیم برای انرژی پتانسیل الکتریکی، مرجعی اختیار کنیم که در آن انرژی پتانسیل الکتریکی ذره و پتانسیل الکتریکی صفر باشد. (**در بینهایت و زمین، پتانسیل را صفر در نظر میگیریم**)

بنابراین، پتانسیل الکتریکی در هر نقطه از میدان با رابطه زیر بیان می شود:

$$V = \frac{U_E}{q}$$

برای تحلیل پتانسیل همانطور که گفتیم به نوع بار توجه نمیکنیم.

در بیشتر تست ها و سوالات یا مستقیم میپرسند که پتانسیل الکتریکی نقاط را باهم مقایسه کنید یا لازم است که پتانسیل نقاط را برای حل سوال تحلیل کنید. نکته زیر را به یاد بسپارید :

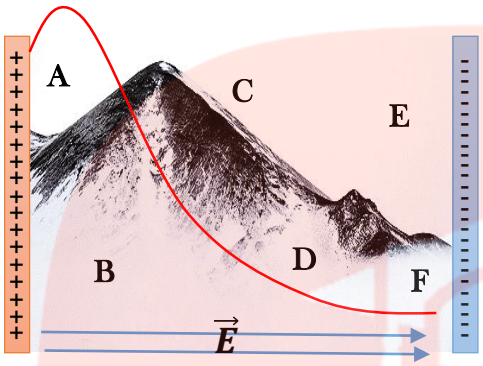
تحلیل پتانسیل

- سمت مثبت ها ← قله ← بار چه مثبت چه منفی نزدیک قله پتانسیل بیشتر
- سمت منفی ها ← دره ← بار چه مثبت چه منفی نزدیک دره پتانسیل کمتر

این فلوچارت را با فلوچارت صفحه ۴۲ و تحلیل **انرژی** پتانسیل الکتریکی مقایسه کنید .

تحلیل بالا را اثبات کنید !!!

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

۲۵ الکتریسیـــ


$$V_A > V_B > V_C > V_D > V_E > V_F$$

(کج برداشت نکنید که هرچی نقطه بالاتر باشه پتانسیلش بیشتره!!!!!! نزدیک قله ها (مثبت ها) پتانسیل بیشتر)

موضوع بالا را ممکن است در تست ها اینگونه مطرح کنند . مفهموم همان مفهوم است ولی نحوه ی بیان آن فرق میکند . حواستان باشد که جمله ((با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی پتانسیل نقاط کاهش میابد و با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی نقاط افزایش میبابد.)) همان مفاهیم بالا را دارد .

نکته

اگر برای انتقال یک کولن بار یک ژول انرژی صرف کنیم اختلاف پتانسیل دو نقطه ی ابتدا و انتها یک ولت است .
عامل شارش الکترون ها بین دو نقطه اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه است.(بعدا بیشتر بررسی میشود)

رابطهٔ اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازهٔ میدان الکتریکی یکنواخت :

فرض کنید یک بار الکتریکی مثبت در میدان الکتریکی یکنواخت E همجهت با خطوط میدان به اندازه d جابه جا کنیم، داریم :

$$\Delta U_E = -E|q|d\cos\theta \xrightarrow{\theta=0?} -Eqd$$

$$\Delta U_E = \Delta Vq \Rightarrow \Delta Vq = -Eqd \Rightarrow \boxed{\Delta V = -Ed}$$

این اثبات برای زمانی بود که در جهت میدان حرکت میکردیم و زاویه برابر صفر بود اگر خلاف جهت میدان حرکت کنیم :

$$\boxed{\Delta V = Ed}$$

پی در حالت کلی داریم : (دلیل علامت مثبت – منفی در صفحه ۴۴ را متوجه شدید !!)

$$\boxed{|\Delta V| = Ed}$$

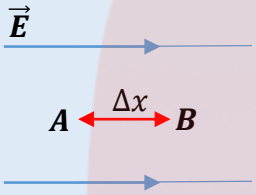
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

در رابطه اخیر :

$$1\,{}^{N}/_{C} = 1\,{}^{V}/_{m}$$

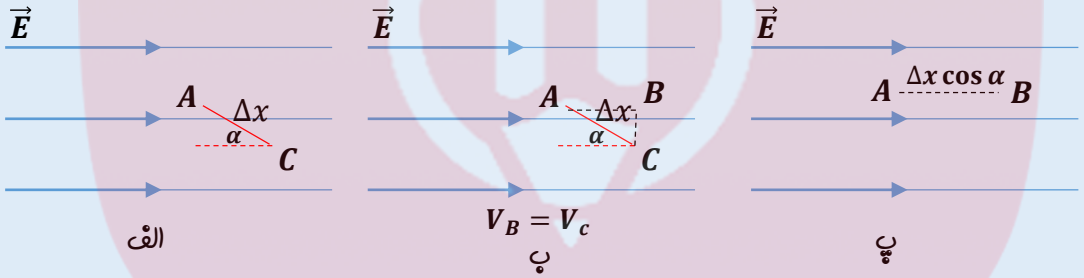
نکته

در شکل زیر اگر اختلاف پتانسیل دو نقطه برابر $|\Delta V|$ باشد میدان در فضا برابر :



$$E = \frac{|\Delta V_{AB}|}{\Delta x}$$

اگر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و C مطابق شکل پرسیده شود ، ابتدا به این موضوع توجه شود که پتانسیل B و C با یکدیگر برابر است و $|\Delta V_{AB}| = |\Delta V_{AC}|$است. با توجه به این موضوع میتوان نوشت :



$$E = \frac{|\Delta V_{AB}|}{AB} = \frac{|\Delta V_{AB}|}{\Delta x \cos\alpha} = \frac{|\Delta V_{AC}|}{\Delta x \cos\alpha}$$

یادتون باشه فاصله دو نقطه در راستای میدان الکتریکی مهم است.

یعنی با حرکت در جهت عمود بر میدان الکتریکی، پتانسیل نقاط عبوری تغییر نمیکند.

طبق رابطه ی $\Delta U = q\Delta V$ میخواهیم برای انرژی یک واحد جدید تعریف کنیم :

$$\Delta U = q\Delta V \rightarrow [\Delta U] = [q][\Delta V] \rightarrow j = e.V$$

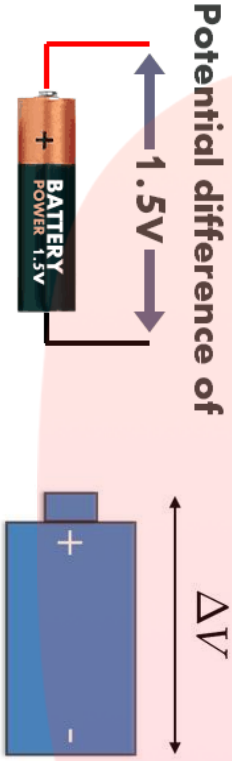
پس علاوه بر ژول برای انرژی یک واحد جدید به نام الکترون-ولت تعریف کردیم که تبدیل واحد آن به صورت زیر است :

$$1e.V = 1.6 \times 10^{-19}$$

این یعنی با صرف ۱ الکترون – ولت انرژی میتوان یک الکترون را بین دو نقطه با اختلاف پتانسیل ۱ ولت جابجا کرد.

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

باتری ها :

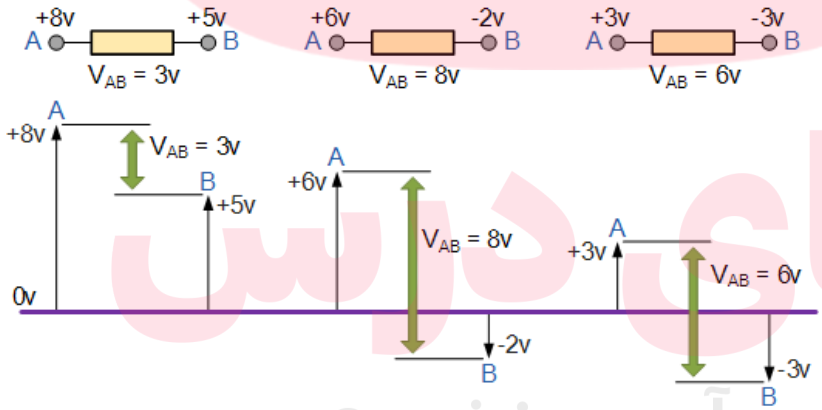


شما با انواع باتری‌ها که در وسیله‌های الکتریکی نظیر چراغ‌قوه یا گوشی تلفن همراه از آنها استفاده می‌شود و نیز با باتری خودرو آشنایی دارید. باتری‌ها ولتاژهای متفاوتی دارند؛ مثلاً باتری خودروهای سواری معمولاً ۱۲ ولتی و باتری کامیون‌ها ۲۴ولتی یا بیشترند. هر باتری دو پایانه دارد که یکی با مثبت و دیگری با منفی نشان داده می‌شود. بنا به قرارداد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر با پتانسیل پایانهٔ مثبت منهای پتانسیل پایانهٔ منفی است. اگر پتانسیل پایانهٔ منفی را با V_- و پتانسیل پایانهٔ مثبت را با V_+ نشان دهیم، داریم :

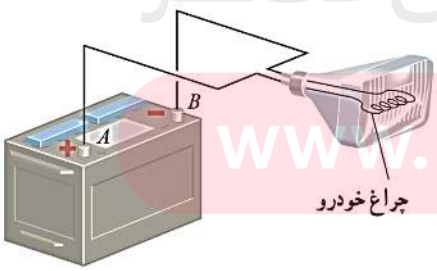
$$\Delta V = V_+ - V_-$$

بنابراین، وقتی می‌گوییم باتری خودرو ۱۲ ولت است، یعنی پتانسیل پایانهٔ مثبت به اندازهٔ ۱۲ ولت از پتانسیل پایانهٔ منفی آن بیشتر است؛ مثلاً اگر پتانسیل پایانهٔ منفی را برابر با ۴V− فرض کنیم، پتانسیل پایانهٔ مثبت برابر۸V+ خواهد شد. می‌توان پایانهٔ منفی را مرجع پتانسیل درنظر گرفت؛ در این صورت، پتانسیل پایانهٔ مثبت برابر ۱۲V+ می‌شود. معمولاً (به‌خصوص در مهندسی برق) پتانسیل زمین یا نقطه‌ای از مدار را برابر صفر می‌گیرند و به آن نقطه، اصطلاحاً نقطهٔ زمین می‌گویند و پتانسیل نقطه‌های دیگر را نسبت به آن می‌سنجند. نقطهٔ زمین را در مدارهای الکتریکی با نماد ⏚ نشان می‌دهند.

به شکل های زیر توجه کنید : هرچقدر اختلاف پایانه ها بیشتر باشد اختلاف پتانسیل بیشتر است. برای همین است که میگوییم در پتانسیل علامت مهم است. برای تشخیص اختلاف پتانسیل بین پایانه های هر باتری طبق شکل زیر تحلیل کنید .



مثال :



اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه‌های باتری خودروی نشان داده شده در شکل برابر ۱۲/۰V است. اگر بار الکتریکی ۵۰/۰− کولن از پایانهٔ منفی به پایانهٔ مثبت باتری جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر تغییر می‌کند؟

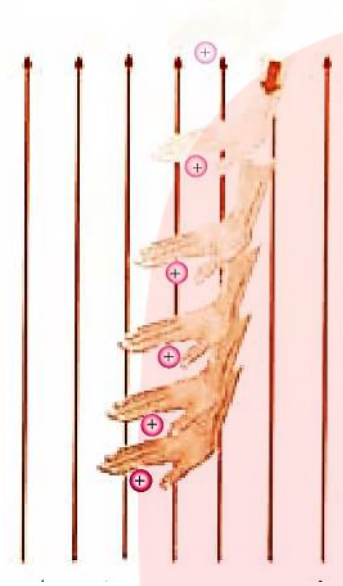
پاسخ : با استفاده از رابطهٔ ۱ــ۹ داریم :

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}$$

$$\Delta U = q\Delta V = q(V_+ - V_-) = (-۵۰/۰\,C)(+۱۲/۰\,V) = -۶۰۰\,J$$

بنابراین، انرژی پتانسیل الکتریکی این بار به اندازهٔ ۶۰۰ J کاهش یافته است.

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



مخصوص بچه های ریاضی !

فرض کنید طبق شکل روبه رو با نیروی دستمان یک بار مثبت را خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت میدهیم. دقت کنید که خودمان داریم اینکار را انجام میدهیم نه اینکه ذره را به میل خودش رها کنیم .

در این جابجایی ما روی بار یک کار انجام میدهیم، میدان هم یک کاری انجام میدهد طبق قضیه کار و انرژی مجموع کارهای انجام شده روی یک ذره برابر تغییرات انرژی جنبشی آن است :

$$\Delta K = W_E + W_{\text{خارجی}}$$

$$\xrightarrow{W_E=-\Delta U=-q\Delta V} \boxed{\Delta K = W_{\text{خارجی}} - q\Delta V}$$

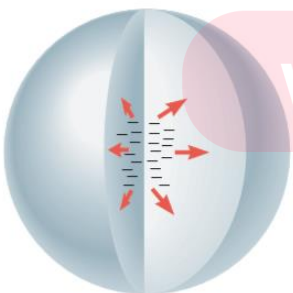
حال فرض کنید تندی ذره در ابتدا و انتهای جابجایی یکسان است پس $\Delta K = 0$ پس معادله بالا به صورت زیر درمی آید:

$$0 = W_E + W_{\text{خارجی}} \Rightarrow \boxed{W_{\text{خارجی}} = -W_E = q\Delta V}$$

حواسمان هست که q با علامت منظور میشود و ممکن است کار خارجی مثبت ، منفی یا صفر شود.

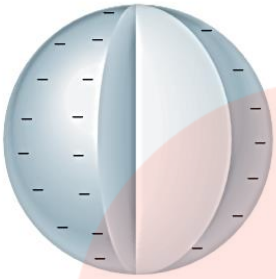
در شکل بـــــالا با فرض آنکه بار $q+$ در ابتدا و انتهای جابه‌جایی ساکن باشد، آیا کار نیروی دست، مثبت است یا منفی؟
ب) آیا بار $q+$ به نقطه‌ای با پتانسیل بیشتر حرکت کرده است یا به نقطه‌ای با پتانسیل کمتر؟ توضیح دهید.

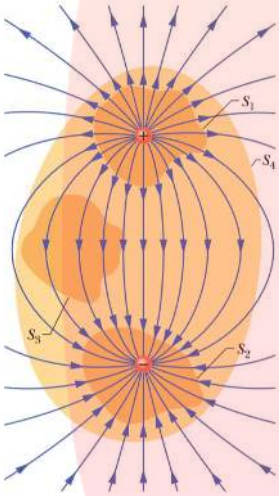
میدان الکتریکی داخل رسانا



جسم رسانایی را در نظر بگیرید. به نظر شما اگر باری اضافی به این جسم داده شود، چگونه در آن توزیع می‌شود؟ اگر این جسم در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، توزیع میدان در داخل و خارج آن چگونه می‌شود؟ در ادامه به توضیح آزمایشی می‌پردازیم که به قسمتی از این پرسش‌ها پاسخ می‌دهد.

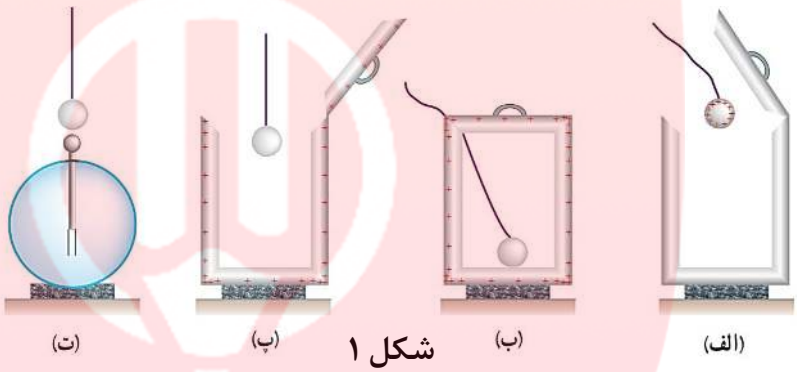
www.my-dars.ir





توزیع بار الکتریکی در رسانا ــ آزمایش فاراده : نخستین بار *بنیامین فرانکلین* برای پی‌بردن به اینکه بار الکتریکی داده شده به رسانای خنثی چگونه در آن توزیع می‌شود، آزمایشی را در سال ۱۷۵۵ میلادی انجام داد. تقریباً ۸۰ سال بعد (۱۸۳۶ میلادی) این آزمایش توسط مایکل فاراده انگلیسی به‌گونه‌ای دیگر تکرار شد. در ادامه به توضیح نوعی از آزمایش فاراده می‌پردازیم که اندکی با آزمایش اصلی او متفاوت است.

ظرف رسانایی با درپوش فلزی را درنظر بگیرید که روی پایهٔ نارسانایی قرار دارد و روی درپوش آن دسته‌ای عایق نصب شده است. ابتدا ظرف بدون بار است. یک گوی فلزی را که از نخ عایقی آویزان است باردار و سپس وارد ظرف می‌کنیم (شکل ۱ الف). اکنون گوی را با کف ظرف تماس می‌دهیم و سپس درپوش فلزی را می‌بندیم (شکل ۱ ب). آن‌گاه درپوش فلزی را با دستهٔ عایقش برمی‌داریم (شکل ۱ پ).



شکل ۱

پس از خارج کردن گوی فلزی از ظرف، آن را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود عقربهٔ الکتروسکوپ تکان نمی‌خورد (شکل ۱ــ۲۸ــت). همچنین اگر ظرف را به الکتروسکوپ نزدیک کنیم، مشاهده می‌شود که عقربه‌های الکتروسکوپ از هم فاصله می‌گیرند.

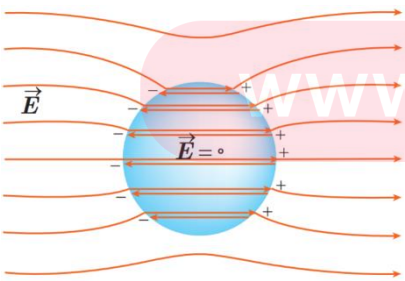
از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که بار اضافی داده شده به یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود. شکل ۱ــ۲۹ طرحی از توزیع بار داده شده در سطح خارجی یک رسانا را نشان می‌دهد.

شکل ۲

بررسی‌های دقیق نشان می‌دهند پس از مدت زمان کوتاهی از دادن بار به رسانا (کمتر از $10^{-9}s$)، بار در سطح خارجی رسانا توزیع می‌شود و نحوهٔ توزیع بار در رسانا به‌گونه‌ای است که میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر شود. به عبارت دیگر در شرایط الکتروستاتیکی، میدان الکتریکی در داخل رسانا نمی‌تواند صفر نباشد؛ زیرا اگر این میدان صفر نباشد، بر الکترون‌های آزاد داخل رسانا نیروی الکتریکی (طبق رابطهٔ $\vec{F} = q\vec{E}$) وارد می‌کند و سبب ایجاد جریان الکتریکی در داخل رسانا می‌شود که این بدین معناست که بارها در تعادل الکتروستاتیکی قرار ندارند.

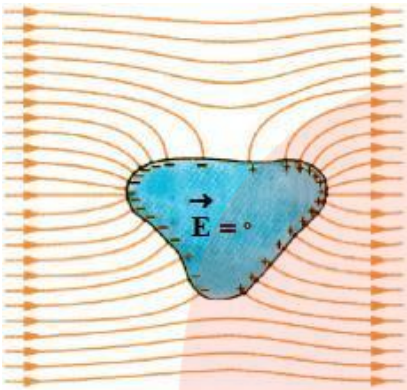
اثبات ریاضیاتی این قضیه با استفاده از قانون گاوس انجام میشود که طرحی از آنرا در شکل بالا میبینید.

رسانای خنثی در میدان الکتریکی : در علوم هشتم با پدیدهٔ القا آشنا شدیم. در شکل ۳ جسم رسانای خنثایی که بر روی آن بار القا می‌شود در میدان الکتریکی خارجی میله قرار گرفته است. وقتی یک رسانای خنثی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار می‌دهیم، باز هم در مدت زمان کوتاهی (کمتر از $10^{-9}s$) الکترون‌های آزاد تحت تأثیر میدان الکتریکی خارجی، طوری روی سطح خارجی توزیع می‌شوند (القا می‌شوند) که میدان الکتریکی ناشی از آنها اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کند و بدین ترتیب میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر شود. شکل ۳ ۱ یک گوی



شکل ۳

www.my-dars.ir



رسانا را نشان می‌دهد که در میدان الکتریکی خارجی قرار گرفته است. نحوهٔ توزیع بار روی گوی به گونه‌ای است که میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر شده است.

چون میدان الکتریکی درون رسانایی که در تعادل الکتروستاتیکی است برابر با صفر است، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذرهٔ باردار در داخل رسانا نیز صفر می‌شود. بنابراین، کار نیروی الکتریکی در هر جابه‌جایی دلخواهی در داخل رسانا صفر می‌شود. در نتیجه همهٔ نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند. به‌عبارت دیگر :

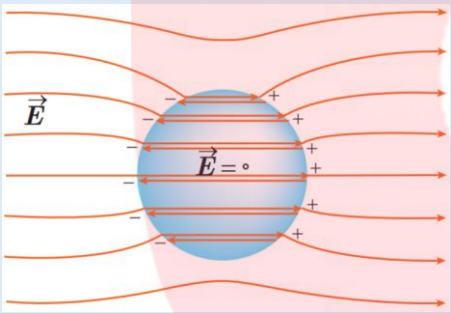
$$F_E = ۰ \Rightarrow \Delta U_E = -W_E = ۰$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} = ۰ \Rightarrow V_۲ - V_۱ = ۰ \Rightarrow V_۱ = V_۲$$

نکته

نکته جمع بندی از رسانای خنثی در میدان الکتریکی :

میدان الکتریکی خارجی باعث جدا شدن بارهای مثبت و منفی در دو وجه رسانا شده است، به طوری که میدان حاصل از این بارها، میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می کند. (توجه کنید که دو خط هر جفت خطوط میدان نشان داده شده در داخل رسانا منطبق بر هم اند و برای آنکه دیده شوند، با فاصلهٔ اندکی از هم رسم شده اند.)



چگالی سطحی :

چگالی سطحی بار الکتریکی رسانا :برای اینکه بتوانیم تراکم بار الکتریکی در بخش های مختلف سطح یک جسم را با هم مقایسه کنیم کمیتی به نام چگالی سطحی بار را تعریف می کنیم .در واقع چگالی سطحی پارامتری است که به وسیله آن تراکم بار در قسمت های مختلف یک جسم را نشان میدهد :

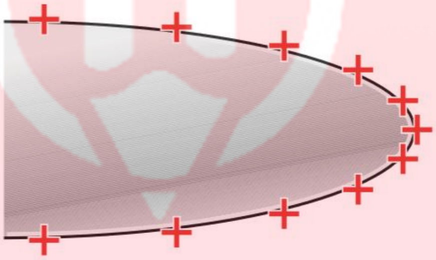
$$\sigma = \frac{q}{A}$$

در رابطه بالا A مساحت سطحی است که بار در آن پخش شده است .
q بار و σ (بخوانید سیگما) چگالی سطحی بار است.

$$\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow [\sigma] = \frac{[q]}{[A]} \Rightarrow [\sigma] = \frac{C}{m^2}$$

اکنون می‌خواهیم چگالی سطحی بار الکتریکی در رسانا را بررسی کنیم. دیدیم که بار الکتریکی روی سطح خارجی رسانا توزیع می‌شود. برای اینکه دریابیم بار الکتریکی داده‌شده به یک رسانا چگونه روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود از تعریف چگالی سطحی بار استفاده می‌کنیم. به این منظور آزمایش زیر را در نظر بگیرید که اسباب آن در شکل ۱ــ۳۳ نشان داده شده است. یک جسم رسانای دوکی‌شکل را روی پایهٔ عایق قرار دهید و آن را با تماس با کلاهک مولد وان‌دوگراف باردار کنید. گلوله‌ای فلزی را که به دسته‌ای عایق متصل است با بخش پهن دوک تماس داده و سپس گلوله را به سر الکتروسکوپ تماس دهید. همین آزمایش را پس از خنثی کردن الکتروسکوپ و گوی فلزی با تماس با دستتان، با نوک تیز دوک انجام دهید. خواهید دید، انحراف صفحه‌های الکتروسکوپ با نوک تیز دوک بیشتر از انحراف صفحه‌ها با بخش پهن آن است. آزمایش‌هایی از این دست نشان می‌دهد تراکم بار و چگالی سطحی بار در

بارها در نقاط نوک تیز تجمع پیدا میکنند.

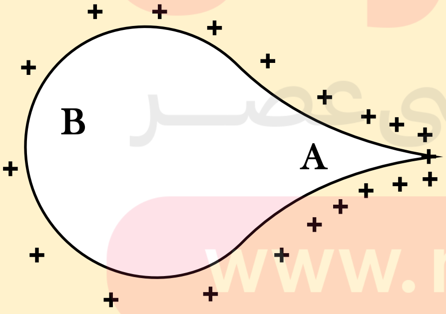


نکته تستی

۱- در صورتی که کره ی رسانا n الکترون مبادله کند چگالی سطحی آن :

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{ne}{4\pi r^2}$$

۲- فهمیدیم که اگر به یک رسانا بار منتقل کنیم بارها جابجا میشوند تا در نهایت به تعادل الکتروستاتیکی برسند پس از رسیدن به تعادل الکتریکی **پتانسیل تمام نقاط روی یک رسانا با یکدیگر برابر میشود :**

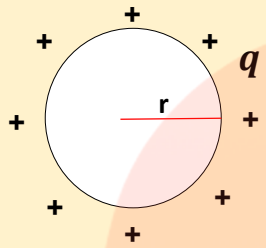


$$V_A = V_B$$
$$\sigma_A > \sigma_B$$

۳- اگر یک کره رسانا با شعاع r بار الکتریکی q داده شود پتانسیل الکتریکی نقاط واقع بر روی سطح کره برابر است با :

یا در واقع میتوان گفت که پتانسیلی که یک بار q در اطراف خودش (به فاصله r) ایجاد میکند:

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

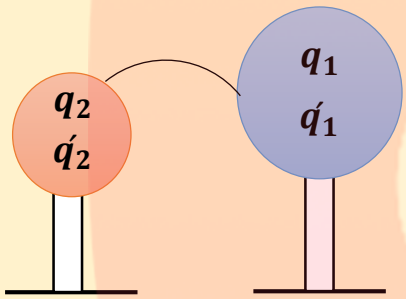


$$V = \frac{Kq}{r}$$

میدانیم که q با علامت است .

۴- توزیع بار بین دو کره رسانا :

اگر دو کره باردار را به هم تماس دهیم بار از کره ای که پتانسیل الکتریکی بیشتری دارد به کره ای که پتانسیل کمتری دارد شارش میابد و این شارش تا آنجا ادامه پیدا میکند که دو کره هم پتانسیل شوند.ب دو نکته زیر توجه کنید :



۱- مجموع جبری بار کره ها قبل و بعد از تماس برابر است :
(اصل بقای بار الکتریکی)

$$\underbrace{q_1 + q_1}_{\text{قبل از تماس}} = \underbrace{\acute{q}_1 + \acute{q}_2}_{\text{بعد از تماس}}$$

۲- تبادل بار تا هم پتانسیل شدن دو کره ادامه پیدا میکند پس داریم :

$$V_1 = V_2 \rightarrow k\frac{\acute{q}_1}{r_1} = k\frac{\acute{q}_2}{r_2} \rightarrow \frac{\acute{q}_2}{\acute{q}_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

یعنی پس از تماس هرکره متناسب با شعاع خود بار میگیرد. اگر در حالت خاص شعاع دو کره برابر باشد بارها به نسبت مساوی بین آنها تقسیم میشود.

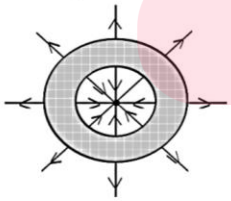
$$r_1 = r_2 \rightarrow \acute{q}_1 = \acute{q}_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

مسائل نمونه — توزیع بار الکتریکی

۱- دو کره‌ی رسانا با شعاع‌های $r_1 = 5Cm$ و $r_2 = 15Cm$ به ترتیب دارای بارهای الکتریکی q_1 و q_2 می‌باشند، اگر چگالی سطحی بارالکتریکی کره‌ها یکسان باشند، q_1 چند برابر q_2 است؟

۱) $\frac{1}{9}$ ۲) ۹ ۳) $\frac{1}{3}$ ۴) ۳

۲- بار q را در مرکز یک پوسته‌ی کروی رسانای خنثی قرار می‌دهیم و بار اضافی q_2 را با تماس به پوسته منتقل می‌کنیم. اگر خطوط میدان مطابق شکل باشد، کدامیک از موارد زیر درست است؟



۱) $|q_1| = |q_2|$, $q_2 > 0$, $q_1 < 0$
۲) $|q_1| < |q_2|$, $q_2 > 0$, $q_1 < 0$
۳) $|q_1| > |q_2|$, $q_2 > 0$. $q_1 < 0$
۴) $|q_1| < |q_2|$, $q_2 < 0$, $q_1 > 0$

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

۵۳ الکتریسیـــ

۳- کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟
۱) بار الکتریکی داده شده به یک جسم رسانا در محل خود ساکن نمی‌ماند.
۲) در الکتریسیته‌ی ساکن، بار الکتریکی اضافی داده شده به یک جسم رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود.
۳) اگر به یک جسم رسانا بار الکتریکی مثبت بدهیم، بارهای مثبت روی جسم جابه‌جا شده و به سطح خارجی می‌روند.
۴) اگر به یک جسم رسانا بار الکتریکی منفی بدهیم، بارهای منفی روی جسم جابه‌جا شده و به سطح خارجی می‌روند.

۴- دو کره رسانا با شعاع‌های $R_1 = 2R_2$ دارای بارهای الکتریکی هم‌نوع و مساوی هستند. با محاسبه، چگالی سطحی بار الکتریکی آن‌ها را مقایسه کنید.

۵- دو کره رسانای باردار همنام به شعاع‌های R و R' را به همدیگر تماس می دهیم. اگر چگالی سطحی بارهای الکتریکی روی آنها را به ترتیب σ , σ' نشان دهیم، کدام یک از روابط زیر درست است؟

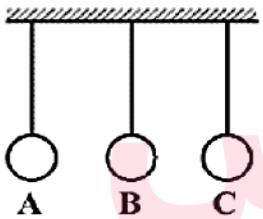
۱) $\frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{R}{R'}$ ۲) $\frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{R'}{R}$ ۳) $\frac{\sigma}{\sigma'} = \left(\frac{R}{R'}\right)^2$ ۴) $\frac{\sigma}{\sigma'} = \left(\frac{R'}{R}\right)^2$

۶- چند الکترون باید به کره‌ای فلزی که سطح آن $100cm^2$ است، بدهیم تا چگالی سطحی بار کره برابر $8\mu C/Cm^2$ شود؟ $e = 1/6 \times 10^{-19} C$

۱) $1/28 \times 10^{16}$ ۲) $1/28 \times 10^{15}$ ۳) 5×10^{15} ۴) 8×10^{16}

۷- چگالی سطحی بار الکتریکی روی دو کره‌ی فلزی به شعاع‌های R و $3R$ و با بار مثبت با هم برابر است. تقریباً چند درصد از بار کره‌ی بزرگ‌تر باید به کره‌ی کوچک‌تر منتقل شود تا بار الکتریکی دو کره برابرشود؟
۱) ۳۳ ۲) ۴۴ ۳) ۵۵ ۴) ۶۶

۸- مطابق شکل زیر، سه کره‌ی رسانای مشابه و بدون بار در فاصله‌ی مساوی از یک‌دیگر، در حال تعادل قرار دارند. اگر کره‌ی B را باردار کنیم...



۱) کره‌ی A به کره‌ی B و کره‌ی B به کره‌ی C نزدیک می‌شوند.
۲) کره‌ی B ساکن مانده و دو کره‌ی A و C از آن دور می‌شوند.
۳) کره‌ی B ساکن مانده و دو کره‌ی A و C به آن نزدیک می‌شوند.
۴) هر سه کره در محل اولیه‌ی خود در حالت تعادل باقی می‌مانند.

۹- یک استوانه‌ی فلزی خنثی با درپوش فلزی که روی درپوش آن دسته‌ای عایق نصب شده است. روی میز عایق الکتریکی قرار دارد. گلوله‌ی فلزی با بار الکتریکی Q از نخ عایقی آویزان است. گلوله را به درون استوانه می‌اندازیم و در استوانه را با درپوش می‌بندیم. بار الکتریکی ایجاد شده در سطح داخلی و خارجی استوانه به ترتیب کدامند؟

۱) Q و صفر ۲) $\frac{Q}{2}$ و $\frac{Q}{2}$ ۳) صفر و Q ۴) $\frac{Q}{4}$ و $\frac{Q}{4}$

۱۰- حجم و بار الکتریکی کره‌ی رسانای A، هشت برابر حجم و بار الکتریکی کره‌ی رسانای B است. چگالی سطحی بار الکتریکی کره‌ی رسانای A، چند برابر چگالی سطحی بار الکتریکی کره‌ی رسانای B است؟

۱) ۴ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۲

www.my-dars.ir

پاسخ

۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\sigma_1 = \sigma_2 \Rightarrow \frac{q_1}{4\pi r_1^2} = \frac{q_2}{4\pi r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \left(\frac{5}{15}\right)^2 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{9}$$

۲- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به جهت خطوط میدان بار q بایستی منفی باشد و بار خالص روی سطوح خارجی پوسته بایستی مثبت باشد. ($q' > 0$). قرار گرفتن با q_1 در مرکز پوسته باعث القایی بار $-q_1$ ، $+q_1$ به ترتیب بر روی سطوح داخلی و خارجی پوسته خواهد شد و همچنین بار اضافی q_2 فقط روی سطوح خارجی توزیع می‌شود. در نتیجه:

$$\left.\begin{matrix} q_1 < 0 \\ +q_1 + q_2 > 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow q_2 > |q_1| \quad : \text{بار سطح خارجی}$$

۳- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در الکتریسیته‌ی ساکن، اگر بار الکتریکی اضافی به یک جسم رسانا بدهیم، آن بار الکتریکی در محل ساکن نمی‌ماند و روی سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شود. دقت کنید حامل‌های بار در اجسام رسانا، الکترون‌ها هستند، بنابراین اگر به جسمی بار الکتریکی مثبت داده شود (تعدادی از الکترون‌های آن گرفته شود)، الکترون‌های درون جسم طوری جابه‌جا می‌شوند که روی سطح جسم بار الکتریکی مثبت ایجاد شود، بنابراین بارهای الکتریکی مثبت جابه‌جا نخواهند شد.

۴-

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{\frac{q_1}{A_1}}{\frac{q_2}{A_2}} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{4\pi R_2^2}{4\pi R_1^2} = \frac{R_2^2}{4R_2^2} = \frac{1}{4}$$

۵- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

چون دو کره به هم تماس داده شده و بار آن‌ها هم‌اندازه شده است.

$$\frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{q}{q'} \times \frac{A'}{A} \xrightarrow{\text{که}} \frac{q}{q'} = 1$$

$$\frac{A'}{A} = \frac{R'^2}{R^2}$$

$$\frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{R'^2}{R^2}$$

۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow q = \delta . A = 8 \times 10^{-6} \times 100 = 8 \times 10^{-4} C$$

$$q = ne \longrightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{8 \times 10^{-4}}{1/6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^{15}$$

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

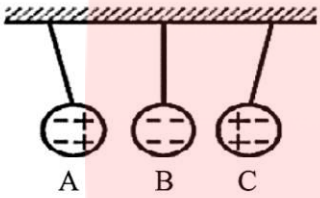
۷- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. چگالی سطحی بار کره‌های رسانا از رابطه‌ی $\sigma = \frac{q}{۴\pi r^۲}$ به‌دست می‌آید بنابراین:

$$\frac{q_۱}{q_۲} = \left(\frac{۳R}{R}\right)^۲ = ۹$$

یعنی بار کره‌ی بزرگ‌تر ۹ برابر بار کره‌ی کوچک‌تر است. در مجموع میزان بار $q + ۹q = ۱۰q$ است و باید بار هر کره به $۵q$ برسد یعنی از بار کره‌ی بزرگ به اندازه‌ی $۴q$ کم می‌شود.

$$\frac{۴q}{۹q} = \frac{۴}{۹} = \%۴۴$$

۸- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. وقتی کره‌ی B باردار می‌شود، در اثر القای الکتریکی که در دو کره‌ی A و C رخ می‌دهد، در آن طرف کره‌های A و C که نزدیک کره‌ی B قرار دارند، بار مخالف با بار کره‌ی B به وجود می‌آید، در نتیجه دو کره‌ی A و C به طرف کره‌ی B جذب می‌شوند و کره‌ی B ساکن می‌ماند. برای مثال شکل زیر برای حالتی رسم شده است که در کره‌ی B بار منفی بدهیم.



۹- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. طبق آزمایش فارادی مطرح شده در متن کتاب درسی میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر است و بنابر قانون پایستگی بار الکتریکی، بار Q روی سطح خارجی رسانا توزیع می‌شود.

۱۰- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا رابطه‌ی بین شعاع دو کره را به‌دست می‌آوریم و سپس از رابطه‌ی مقایسه‌ای چگالی سطحی بار الکتریکی استفاده می‌کنیم:

$$V_A = ۸V_B \xrightarrow{V = \frac{۴}{۳}\pi r^۳} \frac{۴}{۳}\pi r_A^۳ = ۸ \times \frac{۴}{۳}\pi r_B^۳ \Rightarrow r_A^۳ = ۸r_B^۳ \Rightarrow r_A = ۲r_B$$

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{۴\pi r^۲} \Rightarrow \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \frac{q_A}{q_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ \xrightarrow[r_A = ۲r_B]{q_A = ۸q_B} \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \frac{۸q_B}{q_B} \times \left(\frac{r_B}{۲r_B}\right)^۲ \Rightarrow \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = ۲$$

مسائل نمونه — انرژی پتانسیل و پتانسیل الکتریکی

۱- در یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار الکتریکی $q = -۴\mu C$ از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B منتقل می‌شود و در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ۲ میلی‌ژول افزایش می‌یابد. $V_B - V_A$ چند ولت است؟

۱) -۵۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) -۲۰ ۴) ۲۰

۲- در انتقال ذره‌ی باردار با بار ۲۰۰- میکروکولن از A تا B انرژی جنبشی این ذره ۱۰ میلی‌ژول کاهش یافته است. اگر تنها نیروی مؤثر بر ذره نیروی میدان الکتریکی باشد و $V_A = ۳۰۰$ (v)، پتانسیل نقطه‌ی B چند ولت است؟

۱) ۳۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۴۰۰

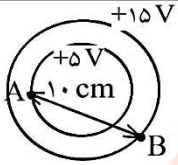
۳- دو صفحه‌ی رسانای موازی و هم اندازه به فاصله‌ی ۲ سانتی‌متر از هم واقع‌اند و اختلاف پتانسیل بین آن‌ها ۲۰ ولت است. ذره‌ای با بار الکتریکی $q = ۴\mu C$ از صفحه‌ی منفی تا صفحه‌ی مثبت جا به جا می‌شود:

الف) اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند ولت بر متر است؟

ب) انرژی پتانسیل الکتریکی ذره چند ژول تغییر می‌کند؟

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۴- در شکل مقابل دو سطح هم پتانسیل نشان داده شده‌اند. الکترونی با بار $-۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ از نقطه B به نقطه A انتقال داده می‌شود، کار انجام شده توسط میدان چیست؟



۱) $+۱۶ \times ۱۰^{-۱۹} j$
۲) $-۱۶ \times ۱۰^{-۱۹} j$
۳) $-۱۶ \times ۱۰^{-۱۸} j$
۴) $+۱۶ \times ۱۰^{-۲۰} j$

۵- بار الکتریکی $q = -۶\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_۱ = -۲۰V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_۲ = ۲۰V$، آزادانه جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل بار q در این جابه‌جایی چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) $۲/۴ \times ۱۰^{-۴} J$، کاهش می‌یابد.
۲) $۲/۴ \times ۱۰^{-۴} J$، افزایش می‌یابد.
۳) $۲/۴ \times ۱۰^{-۵} J$، کاهش می‌یابد.
۴) $۲/۴ \times ۱۰^{-۵} J$، افزایش می‌یابد.

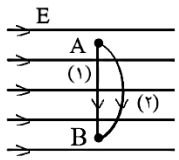
۶- در یک میدان الکتریکی یکنواخت، یک الکترون از صفحه منفی و یک پروتون از صفحه مثبت از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد انرژی‌های جنبشی این دو ذره وقتی به صفحه روبه‌رو می‌رسند، صحیح است؟

۱) انرژی جنبشی هر دو یکسان است.
۲) انرژی جنبشی الکترون بیشتر خواهد بود.
۳) انرژی جنبشی پروتون بیشتر است.
۴) انرژی جنبشی این دو از نظر مقدار، برابر و از نظر علامت مخالف می‌باشند.

۷- اگر در یک میدان الکتریکی یکنواخت بار الکتریکی منفی را در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی و انرژی جنبشی آن به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

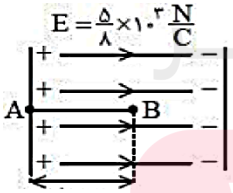
۱) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد - ممکن است ثابت بماند.
۴) افزایش می‌یابد - ممکن است ثابت بماند.

۸- بار الکتریکی q در یک میدان الکتریکی یکنواخت یکبار عمود بر خطوط میدان در مسیر(۱) و بار دیگر در مسیر(۲) بین دو نقطه A و B جابه‌جا می‌کنیم. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در مسیرهای ۱ و۲ را به ترتیب $U_۲$ و $U_۱$ می‌نامیم. در اینصورت:



۱) $U_۱ > U_۲ > ۰$
۲) $U_۱ = U_۲ = ۰$
۳) $U_۱ = U_۲ < ۰$
۴) $U_۱ = U_۲ > ۰$

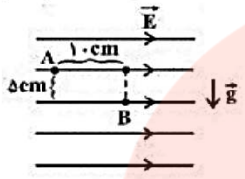
۹- در میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده شده در شکل زیر، الکترونی از نقطه‌ی A با سرعت $V_۰$ پرتاب شده است. الکترون سرانجام در نقطه‌ی B متوقف می‌شود. بار الکترون $-۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ و جرم آن $۹/۰ \times ۱۰^{-۳۱}$ کیلوگرم است. سرعت پرتاب الکترون چند متر بر ثانیه است؟



۱) $\frac{۱}{۶} \times ۱۰^{۶}$
۲) $\frac{۱}{۳} \times ۱۰^{۷}$
۳) $\frac{۲}{۳} \times ۱۰^{۷}$
۴) $۱۰^{۷}$

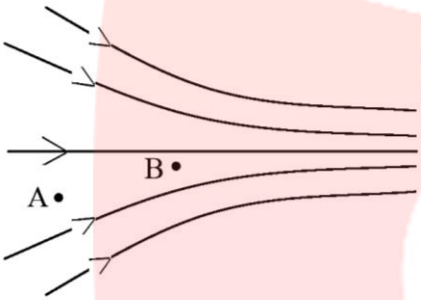
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۰- مطابق شکل زیر، ذره‌ی بارداری به جرم $10\,g$ و بار الکتریکی $5\times10^{-6}\,C$ در میدان الکتریکی افقی و یک‌نواختی به بزرگی $4\times10^{4}\,\frac{N}{C}$ از حال سکون و در شرایط خلأ از نقطه‌ی A رها شده و بعد از مدتی از نقطه‌ی B می‌گذرد. بزرگی سرعت ذره در نقطه‌ی B چند متر بر ثانیه است؟ $\left(g=\frac{m}{s^2}\right)$



۱) ۱
۲) ۲
۳) $\sqrt{2}$
۴) $\sqrt{5}$

۱۱- شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی را در بخشی از فضا نشان می‌دهد. بار الکتریکی منفی را در این میدان از A تا B جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی، اندازه‌ی میدان الکتریکی ..... می‌یابد. پتانسیل الکتریکی ..... می‌یابد و انرژی پتانسیل الکتریکی بار ..... می‌یابد.



۱) افزایش، کاهش، افزایش
۲) افزایش، افزایش، افزایش
۳) کاهش، کاهش، کاهش
۴) کاهش، افزایش، کاهش

۱۲- بار الکتریکی $+4\mu C$ را $20\,Cm$ در خلاف جهت میدان الکتریکی یکنواخت $10^{3}\,\frac{N}{C}$ جابجا می‌نمایم، تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی این بار برابر است با:

۱) $+800\,J$
۲) $-800\,J$
۳) $+800\,\mu J$
۴) $-800\,\mu J$

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

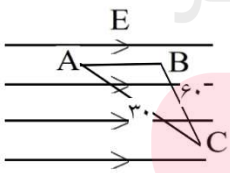
۱۴- الکترونی تحت اثر اختلاف پتانسیل $5\,MV$ ، شتاب پیدا می‌کند. این الکترون بر حسب ژول، چه‌قدر انرژی به‌دست می‌آورد؟ $(e=1/6\times10^{-19}\,C)$

۱) 8×10^{-10}
۲) 8×10^{-11}
۳) 8×10^{-12}
۴) 8×10^{-13}

۱۵- اگر کاری که ما برای جابجایی بار الکتریکی مثبت با سرعت ثابت انجام می‌دهیم، منفی باشد، در آن صورت:

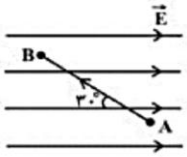
۱) $\Delta U<0$
۲) $\Delta U>0$
۳) $\Delta U=0$
۴) هر سه مورد

۱۶- در شکل مقابل بار q، یک بار از مسیر ABC و بار دیگر از مسیر AC از نقطه A به نقطه‌ی C می‌رود. کار نیروی میدان الکتریکی یکنواخت E در این دو مسیر:



۱) در مسیر ABC بیشتر از AC است.
۲) در مسیر ABC کمتر از AC است.
۳) در مسیر ABC صفر و در مسیر AC کار مخالف صفر است.
۴) در هر دو مسیر یکسان است.

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

الکتـــ


۱۷- مطابق شکل زیر، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = +5\mu C$ را به آرامی و با سرعت ثابت، در میدان الکتریکی یک‌نواختی به بزرگی $۸ \times ۱۰^{۵} \frac{N}{C}$ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌کنیم. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چند ژول است؟ $(\cos ۳۰^\circ = ۰/۸۶ \, , \, \overline{AB} = ۲m)$

۱) $-۶/۸۸$ ۲) -۸ ۳) $۶/۸۸$ ۴) ۸

۱۸- اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو نقطه ۵ ولت باشد، با صرف چند میکروژول انرژی می‌توان $۱۰^{۱۲}$ الکترون را بین دو نقطه (از نقطه‌ایی با پتانسیل بیشتر به نقطه‌ایی با پتانسیل کمتر) جابه‌جا کرد؟ (بارالکتریکی هر الکترون $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ کولن است)

۱) ۰/۹ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۸ ۴) ۰/۱۸

۱۹- ذره‌ای به جرم ۴ میلی‌گرم و بار الکتریکی $+۴\mu C$ از نقطه‌ی A با پتانسیل ۸۰- ولت با سرعت $۲۰\sqrt{۵} \frac{m}{s}$ به سمت نقطه‌ی B به پتانسیل ۲۰+ ولت پرتاب می‌شود، سرعت ذره در نقطه‌ی B چند متر بر ثانیه است؟ (از نیروی وزن وارد بر ذره صرف‌نظر شود)

۱) $۲۰\sqrt{۲}$ ۲) $۸\sqrt{۱۱}$ ۳) $۳۰\sqrt{۲}$ ۴) $۱۰\sqrt{۲}$

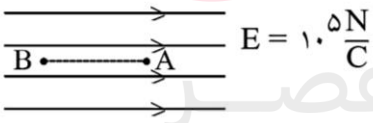
۲۰- در کدام حرکت انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد؟

۱) وقتی بار مثبت درجهت میدان جابه‌جا می‌شود.
۲) وقتی بار منفی در خلاف جهت میدان جابه‌جا می‌شود.
۳) وقتی بار مثبت به بار منفی نزدیک می‌شود.
۴) وقتی بار منفی از بار مثبت دور می‌شود.

۲۱- یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. این حباب به دو حباب یکسان تفکیک می‌شود. انرژی پتانسیل کل حباب اولیه (در حالت تعادل) را با U و مجموع انرژی پتانسیل کل دو حباب حاصل (در حالت تعادل) را با U' نشان می‌دهیم. رابطه‌ی U' با U کدام است؟

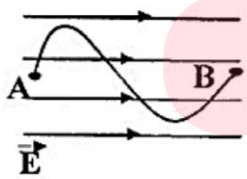
۱) $U' = \frac{۱}{۲}U$ ۲) $U' = ۲^{-\frac{۱}{۳}}U$ ۳) $U' = U$ ۴) $U' = ۲^{\frac{۱}{۳}}U$

۲۲- مطابق شکل ذره‌ای با بار $q = -۲\mu C$ را با سرعت ثابت از A تا B به موازات میدان الکتریکی جابه‌جا می‌کنیم. درباره‌ی این ذره‌ی باردار، کدام مطلب صحیح نمی‌باشد؟ $(AB = ۵cm)$



۱) کار نیروی میدان برار ۲۰ میلی‌ژول است.
۲) کار برآیند نیروهای وارد بر ذره‌ی باردار برابرصفر است.
۳) انرژی پتانسیل بار الکتریکی ۲۰ میلی‌ژول کاهش می‌یابد.
۴) انرژی جنبشی ذره ۲۰ میلی ژول افزایش می‌یابد.

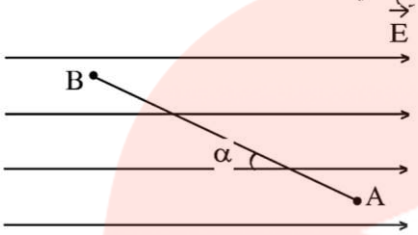
۲۳- در میدان الکتریکی یک‌نواخت نشان داده شده در شکل، ذره‌ای با بار الکتریکی $q_۱ = +۲\mu C$ از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌شود.



آ) انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره در این جابه‌جایی افزایش می‌یابد یا کاهش؟
ب) اگر بخواهیم این ذره را از نقطه B به A برگردانیم، کاری که باید انجام دهیم مثبت است یا منفی؟
پ) اگر به جای بار الکتریکی $q_۱$ ذره‌ای با بار الکتریکی $q_۲ = -۴\mu C$ مسیر A تا B را طی کند، با نوشتن رابطه‌ای مناسب بیان کنید اختلاف پتانسیل الکتریکی بین این دو نقطه نسبت به حالت اولیه چه تغییری می‌کند؟

www.my-dars.ir

بار $q = +5\mu C$ را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $۸ \times ۱۰^{۵} \frac{N}{C}$ مطابق شکل زیر از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = ۲m$ و $\alpha = ۳۰$ درجه باشد، به ۳ سوال بعدی پاسخ دهید:



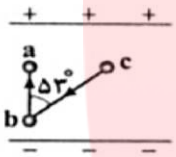
$\cos ۳۰^\circ = ۰/۸۶$

۲۴- نیروی الکتریکی وارد بر بار q را محاسبه کنید.

۲۵- کاری که برای این جابه‌جایی باید انجام دهیم، چه‌قدر است؟

۲۶- تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q را حساب کنید.

۲۷- در شکل زیر، بار مثبتی را از نقطه‌ی c به b و سپس به a می‌بریم. اگر نیروی الکتریکی ۷۰۰ نیوتونی به آن به‌صورت ثابت اعمال شود، کار نیروی میدان در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (پاره‌خط $cb\,(۱۰cm)$ طول دارد و نقاط a و c در یک فاصله از صفحه‌ی مثبت قرار دارند.)



۱) صفر ۲) -۴۲۰ ۳) -۴۲ ۴) ۴۲

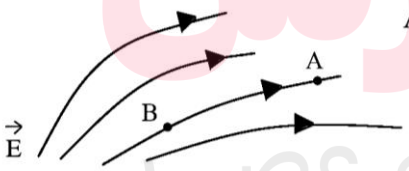
۲۸- بار الکتریکی $q = -۱۰\mu C$ از یک نقطه با پتانسیل الکتریکی $V_۱ = +۲۰V$ به نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_۲ = -۴۰V$ انتقال می‌یابد. در این جابه‌جایی:

۱) $۶۰۰\mu j$ انرژی آزاد می‌شود. ۲) $۶۰۰\mu j$ انرژی مصرف می‌شود.
۳) $۲۰۰\mu j$ انرژی آزاد می‌شود. ۴) $۲۰۰\mu j$ انرژی مصرف می‌شود.

۲۹- دو بار الکتریکی نقطه‌ای ۲۰ میکرو کولنی در فاصله ۰/۵ متری هم قرار دارند. انرژی الکتریکی این مجموعه چند ژول است؟ $\left(\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰} = ۹ \times ۱۰^{۹} Nm^{۲}/C^{۲}\right)$

۱) ۰/۷۲ ۲) ۱/۴۴ ۳) ۱۴/۴ ۴) ۷/۲

۳۰- مطابق شکل مقابل، اگر در میدان الکتریکی E، بار آزمون مثبت را از A به B حرکت دهیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چگونه تغیر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند. ۴) پیوسته صفر باقی می‌ماند.

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

پاسخ

۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$V_{BA} = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{۲ \times ۱۰^{-۳}}{-۴ \times ۱۰^{-۶}} = -۵۰۰\,(v)$$

۲- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. چون تنها نیروی مؤثر بر ذره نیروی میدان الکتریکی است می‌توان گفت $(\Delta U + \Delta K = ۰)$، یعنی کاهش انرژی جنبشی ذره با افزایش انرژی پتانسیل الکتریکی برابر است.

$$\Delta K = -۱۰\ (mJ) \Rightarrow \Delta U = +۱۰\ mJ$$

$$\Delta U = q\,.\,\Delta V \Rightarrow ۱۰ \times ۱۰^{-۳} = -۲۰۰ \times ۱۰^{-۶}(V_B - V_A) \Rightarrow V_B - ۳۰۰ = -۵۰ \Rightarrow V_B = ۲۵۰\,(v)$$

۳-

$$E = \frac{\Delta V}{d} \quad (۰/۲۵) \qquad E = \frac{۲۰}{۲ \times ۱۰^{-۲}} = ۱۰^{۳}\ \frac{V}{m} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Delta u = \Delta V\,.\,q \quad (۰/۲۵) \qquad \Delta u = ۲۰ \times ۴ \times ۱۰^{-۶} = ۸ \times ۱۰^{-۵}\,J \quad (۰/۲۵)$$

۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. $W_{\text{میدان}} = -Vq = -(۵ - ۱۵) \times \left(-۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\right) = -۱۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,J$

۵- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta U = \Delta V.q = (۲۰ - (-۲۰)) \times \left(-۶ \times ۱۰^{-۶}\right) = -۲۴ \times ۱۰^{-۵}\,J = -۲/۴ \times ۱۰^{-۴}\,J$$

بنابراین انرژی پتانسیل این ذره‌ی باردار، $۲/۴ \times ۱۰^{-۴}$- ژول کاهش می‌یابد.

۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. چون انرژی پتانسیل الکتریکی هر دو ذره در میدان یکنواخت ev، می‌باشد، پس این انرژی ذخیره شده تبدیل به جنبشی می‌شود و هر دو انرژی جنبشی یکسانی را پیدا می‌کند.

۷- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در این جابه‌جایی کار نیروی میدان الکتریکی، روی الکترون منفی است پس انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون افزایش می‌یابد. ولی بسته به این‌که الکترون با سرعت ثابت جابه‌جا شود و یا برایند نیروهای خارجی وارد بر آن صفر نباشد، ممکن است سرعت آن هر گونه تغییراتی داشته باشد.

۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تغییر انرژی پتانسیل مستقل از مسیر جابه‌جایی بین دو نقطه می‌باشد و در جابه‌جایی عمود بر میدان، تغییر انرژی صفر است.

۹- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

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

$$\Rightarrow \Delta U_E = -۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times \frac{۵}{۸} \times ۱۰^{۳} \times ۵ \times ۱۰^{-۲} \times \cos ۱۸۰ = ۵ \times ۱۰^{-۱۸}\,J$$

$$\Delta U_E = -\Delta K \Rightarrow -۵ \times ۱۰^{-۱۸} = \frac{۱}{۲} \times ۹/۰ \times ۱۰^{-۳۱} \times \left(۰ - V_۰^{۲}\right)$$

$$\Rightarrow V_۰^{۲} = \frac{۱۰^{-۱۷}}{۹/۰ \times ۱۰^{-۳۱}} \Rightarrow V_۰ = ۱/۳ \times ۱۰^{۷}\ \frac{m}{s}$$

۱۰- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که ذره از نقطه‌ی A رها شود، دو نیروی ثابت الکتریکی و گرانشی بر ذره وارد می‌شود و لذا ذره تا رسیدن به نقطه‌ی B همواره در راستای برایند نیروهای وارد بر ذره حرکت خواهد کرد. لذا حرکت ذره را در دو بعد افقی و قائم بررسی می‌کنیم. بعد از رها شدن ذره در نقطه‌ی A ، در اثر نیروی میدان الکتریکی $\vec{E}$ ذره با بار مثبت در جهت میدان شتاب می‌گیرد، به‌گونه‌ای که تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره به‌صورت انرژی جنبشی درمی‌آید، لذا در امتداد میدان الکتریکی داریم:

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

$$\Delta U = q\Delta V \xrightarrow[\Delta V = Ed]{\Delta U = |\Delta K|} \frac{1}{2}mv_x^2 = qEd \Rightarrow \frac{1}{2}\times 10\times 10^{-3}\times v_x^2$$

$$= 5\times 10^{-6}\times 4\times 10^{4}\times 0/1 \Rightarrow v_x = 2\frac{m}{s}$$

از طرف دیگر در امتداد قائم، انرژی پتانسیل گرانشی ذره کاهش و انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد.

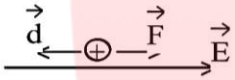
$$\Delta U_g = mgh = \frac{1}{2}mv_y^2 \Rightarrow v_y = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times 10\times 0/05} \Rightarrow v_y = 1\frac{m}{s}$$

لذا بزرگی سرعت ذره در نقطه‌ی B برابر است با:

$$|\vec{v}_B| = \sqrt{(2)^2 + (1)^2} \Rightarrow |\vec{v}_B| = \sqrt{5}\frac{m}{s}$$

۱۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. از A تا B تراکم خطوط میدان بیشتر می‌شود، پس اندازه‌ی میدان الکتریکی افزایش می‌یابد. در جهت میدان حرکت می‌کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد. تغییر انرژی پتانسیل بار q از رابطه‌ی $\Delta U = q.\Delta V$ به دست می‌آید. در این مورد q و ΔV هر دو منفی است. پس ΔU مثبت است. بنابراین، انرژی الکتریکی افزایش می‌یابد.

۱۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$U_2 - U_1 = -W_1 \Rightarrow U_2 - U_1 = -(FdCos180^\circ) = Fd = Eq_0 \times d$$

$$U_2 - U_1 = 10^3 \times 4\times 10^{-6}\times 20\times 10^{-2} = +8\times 10^{-4}J = +800\mu J$$

۱۳-

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

$$V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q} = \frac{5\times 10^{-5} - (-4\times 10^{-5})}{3\times 10^{-6}} \quad (0/25) \qquad V_B - V_A = 30V \quad (0/25)$$

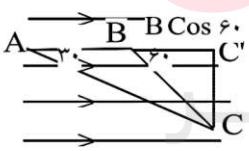
۱۴- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta V = \frac{\Delta u}{q} \longrightarrow \Delta u = q\Delta V \Rightarrow \Delta u = 1/6\times 10^{-19}\times 5\times 10^{6} = 8\times 10^{-13}J$$

۱۵- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta U = W \xrightarrow[W<0]{} \Delta U < 0$$

۱۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

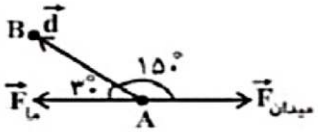


$$W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC} = F.AB + F.BC\ Cos\ 60$$
$$= F.(AB + BC') = qE(AC')$$
$$W_{AC} = F.AC.Cos\ 30 = qE\ AC'$$

AC' تصویر AC در امتداد AB است پس کار در هر دو مسیر یکسان است.

نکته: نیروی میدان الکتریکی یک نیروی پایستار است که کار آن به مسیر بستگی ندارد.

۱۷- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که اندازه‌ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q ، برابر با اندازه‌ی کاری است که ما برای جابه‌جایی آن با سرعت ثابت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B انجام می‌دهیم، می‌توان نوشت:



$$\Delta U = W_{ما} = -W_{میدان} = -FdCos\alpha \xrightarrow{F = qE}$$

$$\Delta U = -qECos\alpha \Rightarrow \Delta U = -5\times 10^{-6}\times 8\times 10^{5}\times 2\times Cos150^\circ$$

$$\Rightarrow \Delta U = -5\times 10^{-6}\times 8\times 10^{5}\times 2\times(-Cos30^\circ) = 6/88J$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.payedars.ir

۱۸- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$W = q\Delta V$$
$$q = ne = ۱۰^{۱۲} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۱/۶ \times ۱۰^{-۷}\ C$$
$$W = ۱/۶ \times ۱۰^{-۷} \times ۵ = ۸ \times ۱۰^{-۷}\ J = ۰/۸\ \mu J$$

۱۹- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. تغییرات جنبشی ذره برابر قرینه‌ی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره است و داریم:

$$\Delta K=-\Delta U\ ,\ \Delta U=\Delta V.q \Rightarrow \Delta U=(V_B-V_A).q \Rightarrow \Delta U=(۲۰-(-۸۰))\times ۴\times ۱۰^{-۶}=۴\times ۱۰^{-۴}\ J$$
$$\xrightarrow[\Delta K=\frac{۱}{۲}m\left(V_B^{۲}-V_A^{۲}\right)]{\Delta K=-\Delta U} \frac{۱}{۲}\times ۴\times ۱۰^{-۶}\left(v^{۲}-۲۰۰۰\right)=-۴۰\times ۱۰^{-۴} \Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۶}v^{۲}-۴۰\times ۱۰^{-۴}=-۴\times ۱۰^{-۴}$$
$$\Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۶}v^{۲}=۳۶\times ۱۰^{-۴} \Rightarrow v^{۲}=۱۸۰۰ \Rightarrow v=۳۰\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

۲۰- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

۱) در جهت میدان پتانسیل کاهش می‌یابد: $\Delta V<۰\ ,\ q>۰ \Rightarrow \Delta U=q\Delta V<۰$

۲) در خلاف جهت میدان پتانسیل افزایش می‌یابد: $\Delta V>۰\ ,\ q<۰ \Rightarrow \Delta U=q\Delta V<۰$

۳) وقتی بارهای نا هم‌نام به هم نزدیک می‌شوند انرژی الکتریکی آزاد می‌شود و $\Delta U<۰$

۴) وقتی بارهای نا هم‌نام از هم دور می‌شوند انرژی الکتریکی ذخیره می‌شود و $\Delta U>۰$

۲۱- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. انرژی پتانسیل کل حباب به صورت $U=aR^{۲}+\frac{bQ^{۲}}{R}$ است. انرژی پتانسیل دو حباب سازنده‌ی حباب اولیه یکسان و برابر $\frac{U'}{۲}$ است. اگر شعاع و بار هریک از این حباب‌ها را R' و Q' بنامیم، انرژی پتانسیل هر حباب به صورت $\frac{U'}{۲}=aR'^{۲}+\frac{bQ'^{۲}}{R'}$ خواهد بود. هنگامی‌که حباب اولیه به دو حباب یکسان تبدیل شود بار هریک از حباب‌های سازنده برابر $\frac{Q}{۲}$ خواهد بود. $\left(Q'=\frac{Q}{۲}\right)$. می‌دانیم شعاع حباب در حالت تعادل با توان $\frac{۲}{۳}$ بار حباب متناسب است. بدین ترتیب می‌توان انرژی پتانسیل کل را بر حسب یکی از این دو پارامتر نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} U=aR^{۲}+\frac{bQ^{۲}}{R} \\ R\propto Q^{\frac{۲}{۳}} \rightarrow R^{۳}\propto Q^{۲} \rightarrow Q^{۲}=KR^{۳} \end{array}\right\} \rightarrow U=aR^{۲}+\frac{bKR^{۳}}{R}=(a+bK)\ R^{۲}$$
$$\rightarrow \frac{U'}{۲}=(a+bK)R'^{۲}$$

$$\left.\begin{array}{l} R'\propto Q'^{\frac{۲}{۳}} \\ R\propto Q^{\frac{۲}{۳}} \end{array}\right\} \frac{R'}{R}=\left(\frac{Q'}{Q}\right)^{\frac{۲}{۳}}=\left(\frac{\frac{Q}{۲}}{Q}\right)^{\frac{۲}{۳}}=\left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۲}{۳}}$$
$$\rightarrow \frac{U'}{U}=\frac{۲(a+bK)R'^{۲}}{(a+bK)R^{۲}}=۲\left(\frac{R'}{R}\right)^{۲}=۲\left(\frac{۱}{۲^{\frac{۲}{۳}}}\right)^{۲}=\frac{۲}{۲^{\frac{۴}{۳}}}=۲^{\frac{-۱}{۳}} \rightarrow U'=۲^{\frac{-۱}{۳}}U$$

اگر منظور سؤال از یکسان بودن حباب‌های سازنده، یکسان از لحاظ اندازه می‌بود، شعاع این دو حباب نصف شعاع اولیه می‌شد. و با توجه به رابطه‌ی فوق، رابطه‌ی U' و U بدین صورت می‌شد:

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

۲۲- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. حرکت جسم با سرعت ثابت بوده است. پس انرژی جنبشی آن تغییر نمی‌کند.

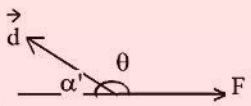
۲۳- آ) کاهش (۰/۲۵)
ب) مثبت (۰/۲۵)
پ) تغییر نمی‌کند (۰/۲۵) زیرا اختلاف پتانسیل الکتریکی طبق رابطه زیر مستقل از بار و اندازه آن است.

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

(ص ۵۷ - ۵۳)

۲۴-
$$\begin{cases} F = Eq \\ E = ۸\times۱۰^{۵}\,N/C \text{ و } q = ۵\times۱۰^{-۶}\,C \end{cases} \Rightarrow F = ۸\times۱۰^{۵}\times۱۰^{-۶}\times ۵ = ۴N$$

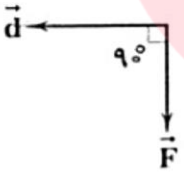
۲۵-
$$\begin{cases} W = Fd\cos\theta \\ \cos\theta = -\cos\alpha \Rightarrow W = -Fd\cos\alpha \\ d = AB = ۲m \Rightarrow W = -۴\times۲\times۰/۸۶ = -۶/۸۸J \end{cases}$$



۲۶-
$$\begin{cases} \Delta U = +W \\ W = -۶/۸۸J \end{cases} \Rightarrow \Delta U = (-۶/۸۸) = -۶/۸۸J$$

انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q+$ به اندازه‌ی ۶/۸۸ ژول کاهش می‌یابد.

۲۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. نیرویی که از طرف صفحه‌ی منفی به بار مثبت اعمال می‌شود رو به پایین و جابه‌جایی از c تا a رو به چپ است، بنابراین:



$$W = F.d_{ac}\cos ۹۰^{\circ} = ۰$$

۲۸- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta u = q.\Delta V = q(V_۲ - V_۱) = (-۱۰)(-۴۰ - ۲۰) = ۶۰۰\mu j$$

برای نزدیک کردن بار الکتریکی منفی به نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی منفی باید کار خارجی انجام گیرد که این کار به‌صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در مجموعه‌ی دو بار ذخیره می‌شود. البته با توجه به علامت Δu که مثبت است نیز می‌توان دریافت که انرژی انتقال بار در مجموعه‌ی دو بار ذخیره شده است.

۲۹- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$U = k\frac{q_۱ q_۲}{r} = \frac{۱}{۴\pi\varepsilon_{۰}}\times\frac{۲۰\times۲۰\times۱۰^{-۱۲}}{۰/۵} = ۷/۲J$$

اثبات فرمول $U = k\dfrac{q_۱ q_۲}{r}$:

می دانیم : $\Delta V = \dfrac{\Delta U}{q} \Rightarrow U = qV$ (I)

می دانیم : $\Delta V = Ed\theta \xrightarrow{\theta = ۰} V = Ed$ (II)

$$\xrightarrow{\text{I و II}} U = qEd \rightarrow \text{می دانیم } \begin{cases} F = Eq \\ d = r \end{cases} \Rightarrow U = Eqd = Fr = k\frac{q_۱ q_۲}{r^{۲}}\times k\frac{q_۱ q_۲}{r}$$

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

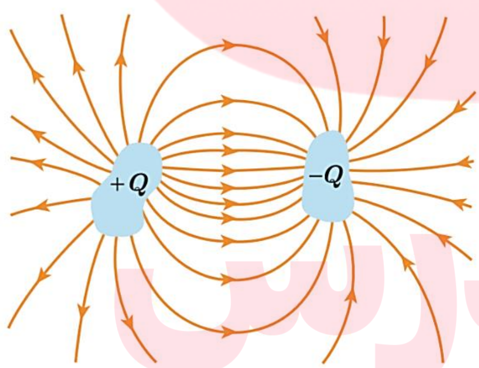
۳۰- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. نیروی وارد بر بار مثبت در میدان الکتریکی هم‌جهت با میدان الکتریکی است. حال اگر بخواهیم بار مثبت را خلاف جهت میدان جا به‌جا کنیم، باید نیرویی در خلاف جهت میدان بر بار مثبت وارد کنیم. چون نیروی وارده و جهت حرکت بار، هر دو در خلاف جهت میدان است، پس این‌دو، یعنی نیرویی که ما وارد می کنیم و بردار جابه‌جایی هم‌جهتند. پس طبق رابطه‌ی $W = F' . d\cos\alpha$ خواهیم داشت: $W > 0$، پس کاری که ما انجام می‌دهیم، مثبت است.این کار به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در بار ذخیره می‌شود. $W = \Delta U > 0$

خـــــــــــازن

خازن وسیله ای الکتریکی است که می تواند بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند؛ مثلا باتری های یک دوربین با باردار کردن یک خازن، انرژی را در خازن فلاش دوربین ذخیره می کنند باتری ها معمولا می توانند انرژی را با آهنگ نسبتا کمی به مدار بدهند که این فقط آهنگ برای گسیل نور از فلاش دوربین بسیار کم است، **اما وقتی خازن باردار می شود، می تواند انرژی را با آهنگ بسیار زیادی برای فلاش زدن آماده کند.**

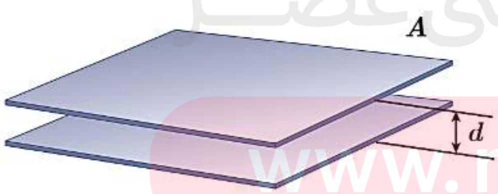
به طور کلی اگر دو رسانا را (بدون توجه به شکل آنها) روبه روی هم قرار دهیم درواقع یک خازن درست کرده ایم . به این رساناها صفحات خازن گفته میشود.

شکل روبه رو نمایش یک خازن است و مکان های آبی رنگ رسانا هستند و در این رساناها بار الکتریکـــــــــی ذخیره شده است.



شکل زیر ساختمان یک خازن را نشان میدهد که دارای دو صفحه به مساحت A و فاصله صفحات d از یکدیگر هستند. این خازن موسوم به خازن تخت است .

علامت مداری خازن به صورت —| |— است.

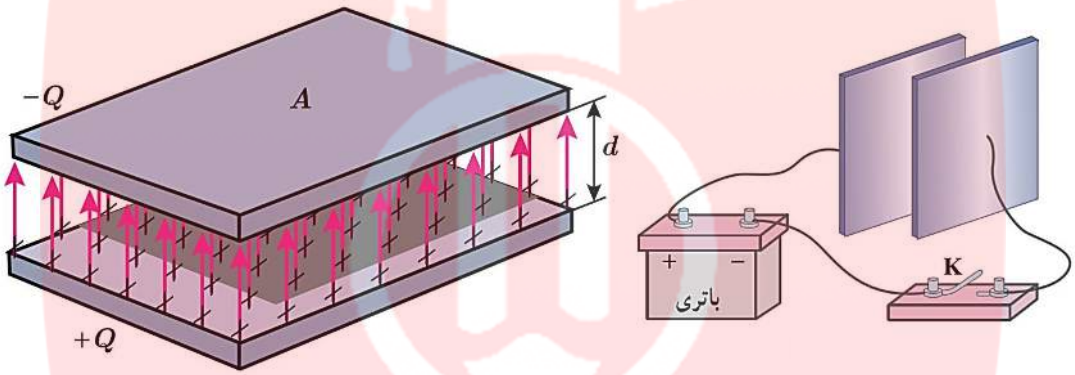


مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

باردار (شارژ) کردن خازن: روش ساده و مرسوم برای باردار کردن خازن قرار دادن آن در مدار الکتریکی ساده ای است که یک باتری دارد . مانند شکل صفحه بعد .

وقتی کلید K بسته (وصل) شود بار از طریق سیم های رسانا جریان می یابد. این شارش بار تا هنگامی ادامه پیدا می کند که اختلاف پتانسیل میان دو صفحه خازن با اختلاف پتانسیل باتری یکسان شود.

وقتی یک خازن باردار میشود صفحات آن دارای **بار مساوی ولی با علامت مختلف میشوند . ولی در کل بار کل خازن را با Q نشان میدهیم که همان بار روی صفحه مثبت خازن است. بین صفحات یک خازن میدان الکتریکی یکنواختی ایجاد میشود که جهت آن از صفحه مثبت به سمت صفحه منفی است .**



ظرفیت یک خازن :

اگر اختلاف پتانسیل دوسر یک خازن را زیاد کنیم به همان نسبت بار روی خازن نیز بیشتر میشود و خازن بار بیشتری را در خود ذخیره میکند . در واقع نسبت $\frac{Q}{\Delta V}$ همیشه ثابت است که به آن **ظرفیت خازن** میگوییم.

نکته فوق مهم این است که ظرفیت یک خازن به مشخصات مداری مانند اختلاف پتانسیل و بار الکتریکی روی آن ربطی ندارد و فقط وابسته به ساختمان خازن است. دقیقا مانند یک لیوان آب . میدانیم که یک لیوان آب یک ظرفیت به خصوصی دارد حال اگر این لیوان را بالای پشت بام یا زیرزمین قرار دهیم ظرفیت لیوان تغییری نمیکند و همچنان همان مقدار آب را میگیرد ولی اگر شکل لیوان را تغییر دهیم ظرفیت لیوان نیز تغییر میکند .

عبارت ظرفیت الکتریکی را نخستین بار ولتا در تشابه با ظرفیت گرمایی به کار برد.

پس :

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \qquad [C] = \frac{[Q]}{[\Delta V]} = \frac{C}{V} = \mathrm{F}$$

طبق رابطه بالا واحد ظرفیت خازن برابر کولن بر ولت است که به احترام مایکل فارادی ، فاراد نامگذاری میکنیم. توجه کنید که فاراد یک واحد بزرگی است و معمولا از میکروفاراد یا نانوفاراد استفاده میکنیم.

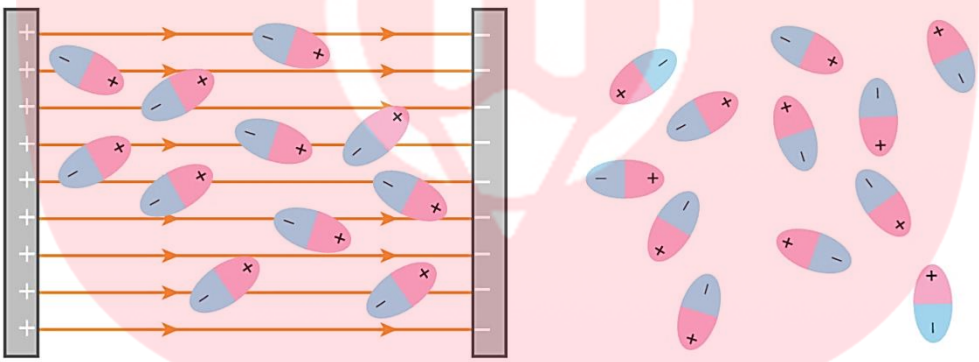
خازن با دی الکتریک : *بچه های ریاضی بخونن!!!*

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

دی الکتریک ماده عایقی است که بین صفحات خازن قرار میگیرد. هدف از قرار دادن دی الکتریک در بین صفحات خازن **، افزایش ظرفیت آن است . اثبات این موضوع فراتر از کتاب درسی است و ما به بررسی کوتاهی از نقش دی الکتریک در خازن اکتفا میکنیم.**

دی الکتریک ها بر دو نوع هستند : قطبی و غیر قطبی که در شیمی با مولکولهای قطبی و غیر قطبی آشنا شده اید. به عنوان یادآوری میگویم که اتم ها در جدول تناوبی دارای مشخصه ای به نام الکترونگاتیوی هستند که این مشخصه بیانگر الکترون خواهی یک اتم است . در مولکول های قطبی مانند آب اکسیژن الکترون خواهی بیشتر از هیدروژن دارد و در نتیجه جزئی بار منفی بیشتر میگیرد که این باعث میشود مولکول دارای دو سر مثبت و منفی شود.

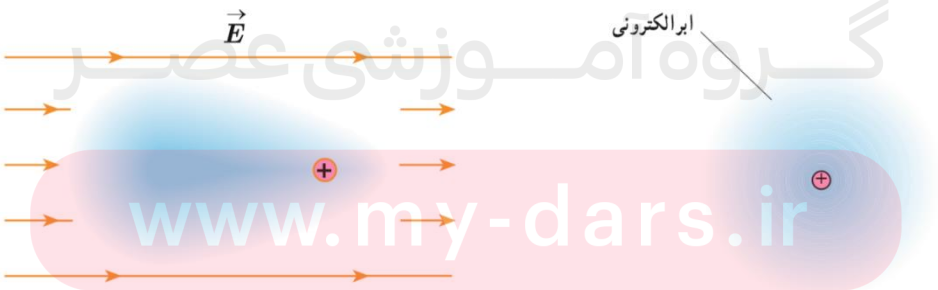
حال وقتی یک ماده قطبی بین صفحات خازن قرار میگیرد سر منفی مولکول به سمت صفحه مثبت و سر مثبت مولکول به سمت صفحه منفی خازن قرار میگیرد و مولکول سعی میکند که خود را **همراستای میدان الکتریکی** بین صفحات خازن قرار دهد.



در نبود میدان خارجی و جهت گیری نامنظم

در حضور میدان خارجی و جهت گیری منظم

حال اگر یک مولکول غیرقطبی که مرکز بارهای مثبت و منفی آن منطبق بر هم هستند در بین صفحات خازن قرار بگیرد میدان الکتریکی بین صفحات خازن باعث میشود که ابر الکترونی کمی کشیده شود و مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا شوند و اصطلاحا مولکول **قطبیده میشود** .



در نبود میدان خارجی

در حضور میدان خارجی ابر الکترونی به سمت خلاف جهت میدان الکتریکی کشیده میشود (چرا؟!)

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۹۷ الکتریسیـــ

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

K ضریب دی الکتریک که برای هوا و خلا برابر ۱ است . یعنی در این حالت کمترین ظرفیت را داریم.

ε_0 ضریب گذردهی خلا که یک عدد ثابت است و برابر :

$$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ F/m$$

مثال معروف از این رابطه میکروفن خازنی که طبق تغییر ظرفیت سیگنالی الکتریکی ایجاد میکند.

فروریزش الکتریکی :

اثر دیگر حضور دی الکتریک ها درخازن، افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن است. اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن را به اندازه کافی زیاد کنیم تعدادی از الکترون های اتم های دی الکتریک، توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دوصفحه کنده میشود که سبب میشود **مسیرهای رسانا** در داخل دی الکتریک ایجاد شود (**طرح های لیچنبرگ**) که این موضوع باعث تخلیه خازن میشود .ب این پدیده فروریزش الکتریکی ماده دی الکتریک میگویند.

فروریزش معمولا همراه با جرقه همراه است که خازن را میسوزاند. خازن ها معمولا با اختلاف پتانسیل بیشینه و ظرفیتشان شناخته میشوند .

انرژی خازن :

وقتی صفحه های خازن دارای بار الکتریکی می شوند در خازن انرژی ذخیره می شود. برای اینکه انرژی ذخیره شده در خازن را مشاهده کنیم، کافی است دو سر یک خازن پر شده را به دو سر یک لامپ کوچک وصل کنیم. به شرطی که اختلاف پتانسل و ظرفیت خازن به اندازه کافی زیاد باشد .

در هنگام شارژی شدن خازن همواره بار جزئی از یک صفحه خازن جدا و به صفحه دیگر منتقل میشود. در این فرایند طبق

www.my-dars.ir

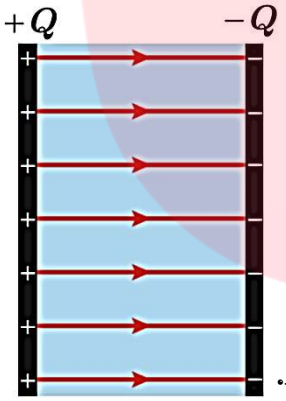
الکتـــ

\begin{array}{|c|c|c|}
\hline
\text{خازن} & q = CV & \text{capacitor} \\
 & C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d} & \\
 & E = \frac{V}{d} & \\
\hline
\text{ظرفیت به ساختمان ربط دارد} & U = \frac{1}{2}QV & \text{دی الکتریک باعث افزایش ظرفیت میشود.} \\
 & \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} & \\
 & u = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 & \\
\hline
\end{array}

شکل زیر را بخاطر بسپارید :

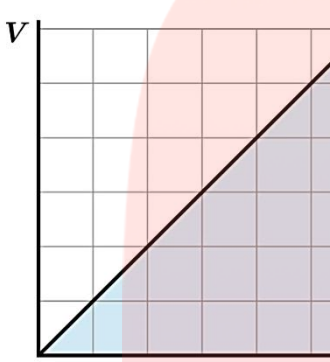
نکته تستی

انرژی در میدان الکتریکی و بین صفحات خازن ذخیره میشود.



$$U_{\text{خازن}} = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

این کار باتری به صورت انرژی بین صفحات خازن ذخیره میشود و با رابطه اصلی خازن (**رابطه ی فاراد**) q=CV میتوان آنرا به صورت های زیر نوشت : (رابطه های دیگر برای انرژی را علاوه بر ژول بدست آورید.)



از آنجا که اختلاف پتانسیل به صورت تدریجی از صفر تا V افزایش میابد میتوان اختلاف پتانسیل متوسطی را بین صفحات خازن در نظر گرفت.

آنگاه طبق رابطه W=QV کار لازم برای باردار کردن خازن به صورت زیر میشود:

$$W = Q\bar{V} = Q\left(\frac{V+0}{2}\right) = \frac{1}{2}QV$$

W=QV باتری روی این بار کار انجام میدهد تا بار را از یک صفحه کنده و به صفحه بعدی ببرد. میدانیم که ساختمان خازن تغییر نکرده است پس ظرفیت ثابت است و در این فرایند اختلاف پتانسیل بین دوصفحه خازن به تدریج افزایش میابد و در نتیجه کار بیشتری باید انجام شود تا بار را بین دو صفحه انتقال دهیم . طبق رابطه q=CV با ثابت ماندن ظرفیت بار و اختلاف پتانسیل به صورت خطی با هم در ارتباط میشوند که نمدار آن به صورت زیر است :

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

تغییر مشخصات ساختمانی خازن :

الف) تا هنگامی که **خازن به مولد (باتری ، پیل) وصل است اختلاف پتانسیل بین صفحات آن ثابت** است.

ب) اگر خازن را از **مولد جدا کنیم بار ذخیره شده** در آن **ثابت میماند** (اصل بقای بار) .

در حالت الف میتوان گفت که : $\frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1}$ یعنی اگر ساختمان خازن را تغییر دهیم این رابطه برای بار قبل از تغییر ساختمان و بعد از تغییر ساختمان برقرار است.

* اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت بماند مناسب است که برای انرژی از رابطه $\frac{1}{2}CV^2$ استفاده کنیم.

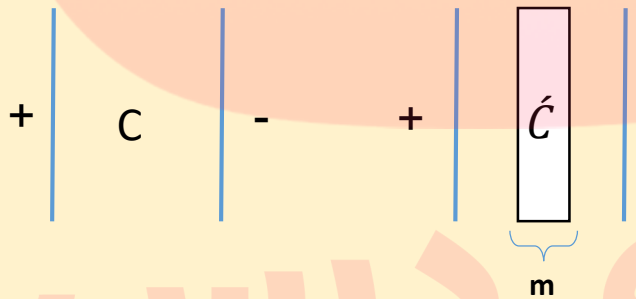
در حالت ب میتوان گفت که $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$ یعنی اگر ساختمان خازن را تغییر دهیم این رابطه برای تغییر ولتاژ بین دو سر خازن قبل و بعد از تغییرات به کار میرود .

* اگر بار الکتریکی خازن ثابت بماند مناسب است که برای انرژی از رابطه ی $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ استفاده کنیم.

وارد کردن رسانای فلزی بین صفحات خازن :

حال اگر به جای دی الکتریک که عایق بود یک رسانا داخل خازن قرار دهیم باز هم ظرفیت افزایش میابد و داریم :

m ضخامت رسانای فلزی است.



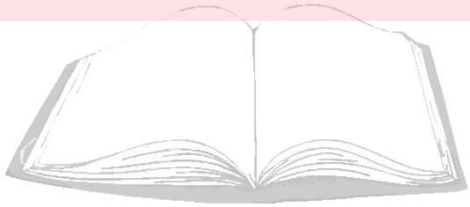
$$\acute{C} = \varepsilon_0 \frac{A}{d-m}$$

مسائل نمونه

۱- در یک خازن مسطح که صفحه‌های آن مربع شکل هستند، اگر فاصله‌ی صفحه‌ها دو برابر شود، ابعاد صفحه‌ها ۳ برابر می‌شود و فضای میان صفحه‌ها که خالی بوده است با دی‌الکتریکی با ثابت ۴ پر می‌شود، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

۱) ۱۸ ۲) ۹ ۳) ۶ ۴) ۳

مای درس
www.my-dars.ir



۲- اگر بدون اینکه بار الکتریکی یک خازن تغییر کند، دو صفحه آن را از هم دور کنیم، ظرفیت و انرژی آن چگونه تغییر می‌یابد؟

۱) هردو افزایش می‌یابد
۲) هردو کاهش می‌یابد
۳) ظرفیت کاهش و انرژی افزایش می‌یابد
۴) ظرفیت افزایش و انرژی کاهش می‌یابد

۳- حجم فضای بین صفحه‌های یک خازن مسطح که از دی‌الکتریکی با ثابت k پرشده است برابر V_0 و اندازه‌ی میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن E است. انرژی ذخیره شده در خازن را به دست آورید.

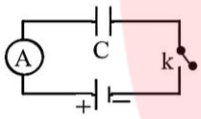
۴- خازن بدون دی الکتریک را پس از شارژ از مولد جدا نموده و تا نیمه در آب خالص فرو می‌بریم. در اینصورت اختلاف پتانسیل دو صفحه‌ی خازن و انرژی ذخیره شده در آن به ترتیب ..... و ..... می‌شود.

۱) ثابت می‌ماند، کم
۲) کم، کم
۳) زیاد، کم
۴) بستگی به شکل فرو بردن در آب دارد.

۵- خازنی به ظرفیت $2\mu F$ را با اختلاف پتانسیل ۱۰۰ وات پر می‌کنیم چند ژول انرژی در آن ذخیره می‌شود؟

۱) ۲۰
۲) ۱۰
۳) ۰/۰۲
۴) ۰/۰۱

۶- در شکل مقابل، اگر کلید را ببندیم، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟



۷- خازنی با ظرفیت $1\mu f$ را با اختلاف پتانسیل ۲۰۰v پر کرده‌ایم. چند ژول انرژی در این خازن ذخیره شده‌است؟

۱) 2×10^{4}
۲) 10^{2}
۳) 2×10^{-2}
۴) 10^{-4}

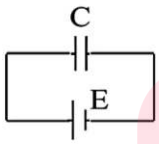
۸- اگر فاصله صفحات خازنی را نصف و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن را دو برابر کنیم بار ذخیره شده در خازن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{4}$
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۴

۹- دو خازن به ظرفیت‌های $C_1 = 2\mu F$ و C_2 را به یک‌دیگر وصل می‌کنیم و ولتاژ ۲۰۰ ولت را به دو سر مجموعه ی آن‌ها می‌بندیم. اگر انرژی الکتریکی ذخیره شده در مجموعه‌ی خازن‌ها برابر با $100mJ$ باشد، ظرفیت خازن C_2 چند میکروفاراد است و خازن‌ها چگونه به یک‌دیگر وصل شده‌اند؟

۱) ۵ ، متوالی
۲) ۳ ، متوالی
۳) ۵ ، موازی
۴) ۳ ، موازی

۱۰- در شکل مقابل اگر فاصله صفحات خازن دو برابر شود انرژی ذخیره شده در آن چند برابر می‌شود؟



۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{1}{4}$
۳) ۲
۴) ۴

۱۱- می‌خواهیم با قرار دادن تیغه‌ای از جنس مناسب به ضخامت $0/9mm$ ظرفیت خازن مسطحی را که فاصله جوشن‌های آن $1mm$ است تا آن‌جا که ممکن است بالا ببریم، کدام جنس برای این کار مناسب‌تر است؟

۱) آلومینیوم
۲) میکا
۳) کائوچو
۴) شیشه

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

۱۲- دو صفحه خازنی را که دی الکتریک آن میکا است به دو قطب باطری متصل ساخته تا خازن پر شود. اگر بدون جداسازی از باتری، ورقه میکا را از بین دو صفحه خارج نماییم، ظرفیت و انرژی آن به‌ترتیب چگونه تغییر می‌یابد؟

۱) هر دو افزایش می‌یابد
۲) هردو کاهش می‌یابند
۳) ظرفیت افزایش و انرژی کاهش می‌یابد
۴) ظرفیت کاهش و انرژی افزایش می‌یابد

۱۳- دو خازن $C_۲$ و $C_۱$ را به ترتیب با اختلاف پتانسیلهای ۴۰ ولت و ۲۰ ولت پر می‌کنیم و سپس آنها را از مولد جدا کرده و صفحه‌های همنام آنها را به هم متصل می‌کنیم. در این صورت اختلاف پتانسیل دوسر آنها ۳۰ ولت می‌شود، نسبت $\frac{C_۲}{C_۱}$ کدام است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۴- مقدار بیشینه میدان الکتریکی که دی‌الکتریک می‌تواند بدون فروریزش تحمل کند، چه نام دارد و یکای مناسب برای آن کدام است؟

۱) قدرت دی‌الکتریک، $W.s$
۲) قدرت دی‌الکتریک، $\frac{KV}{mm}$
۳) مقاومت دی‌الکتریک، $\frac{V}{A}$
۴) مقاومت دی‌الکتریک، $\frac{N}{F}$

۱۵- خازن $C_۱ = ۴\mu F$ را با ولتاژ $۵۰V$ پر می‌کنیم. سپس آن را از مولد جدا کرده و صفحات آن را با صفحات خازن $C_۲ = ۶\mu F$ اتصال می‌دهیم. اگر قبل از اتصال، $C_۲$ خالی باشد، اختلاف پتانسیل مجموعه،پس از اتصال بر حسب ولت کدام است؟

۱) ۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۳۰ ۴) ۲۰

۱۶- خازنی به ظرفیت $۵۰\mu F$ توسط اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت شارژ شده است. این خازن را از منبع جدا کرده و دو سر آن را به دو سر یک خازن خالی وصل می‌کنیم، اگر بار الکتریکی منتقل شده به این خازن جدید $۱۰^{-۳}$ کولن باشد، ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۷/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

۱۷- در جای خالی عبارت مناسب بنویسید.
در پدیده فرو شکست، دی الکتریک بین دو صفحه‌ی خازن به طور موقت ..... می‌شود.

۱۸- ظرفیت خازن برابر است با:
۱) مقدار بار الکتریکی ذخیره شده در خازن
۲) مقدار انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن
۳) نسبت بار الکتریکی خازن به اختلاف پتانسیل دو سر خازن
۴) مقدار بار موجود در واحد سطح

۱۹- دی‌الکتریک خازنی هوا است و خازن به دو سر یک باتری وصل است. اگر بدون جدا کردن از باتری، با عایقی با ضریب دی‌الکتریک $k = ۲$ فضای بین صفحات آن‌را پر کنیم، بار الکتریکی خازن و انرژی ذخیره شده در آن به‌ترتیب از راست به چپ هرکدام چند برابر می‌شود؟

۱) ۲ و ۲ ۲) ۲ و ۴ ۳) ۴ و ۲ ۴) ۴ و ۴

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

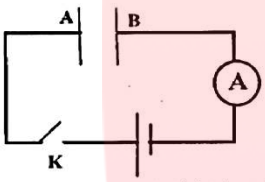
۲۰- اگر بار الکتریکی خازن بارداری را نصف کنیم، ظرفیت خازن:
۱) دو برابر می‌شود. ۲) نصف می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند. ۴) بستگی به این دارد که به مولد وصل باشد یا خیر

۲۱- فروشکست دی‌الکتریکی را تعریف کنید.

۲۲- خازنی با اختلاف پتانسیل V_1 پر شده است. اگر خازن در اثر تخلیه نصف انرژی خود را از دست بدهد، اختلاف پتانسیل دو سر آن چند V_1 می‌شود؟

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

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



مثبت- بیش‌تر از- برابر با - کم‌تر از- منفی

الف) پس از وصل کلید، صفحه‌ی B دارای بار ..... می‌شود.
ب) زمانی که ولتاژ دو سر مولد، ..... ولتاژ دو سر خازن است، آمپرسنج عبور جریان را نشان نمی‌دهد.
پ) بدون آن‌که خازن را از مولد جداکنیم، صفحه‌ی A را طوری بالا می بریم که نصف آن مقابل صفحه‌ی B قرار گیرد، انرژی خازن در این حالت، ..... انرژی خازن درحالت اولیه است.

پاسخ

۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{C'}{C}=\frac{K'\varepsilon_0\frac{A'}{d'}}{K\varepsilon_0\frac{A}{d}}=\frac{K'}{K}\times\frac{A'}{A}\times\frac{d}{d'}=\frac{K'}{K}\times\frac{a'^2}{a^2}\times\frac{d}{d'}=\frac{4K}{K}\times\frac{(3a)^2}{(a^2)}\times\frac{d}{2d}=18$$

۲- اگر فاصلهٔ بین دو صفحهٔ خازن را زیاد کنیم، با توجه به رابطهٔ ظرفیت خازن $\left(C=\varepsilon_0\frac{A}{d}\right)$ ظرفیت آن کم می‌شود و با توجه به اینکه بار خازن مقداری ثابت است و با توجه به رابطهٔ انرژی ذخیره شده در خازن $\left(E=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}\right)$، با کم شدن ظرفیت خازن، انرژی آن افزایش می‌یابد. پس با دور کردن دو صفحه، ظرفیت کاهش و انرژی افزایش می‌یابد. بنابراین گزینهٔ ۳ پاسخ درست است.

۳- $\begin{cases}U=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}\left(k\varepsilon_0\frac{A}{d}\right)V^2\\V=Ed\end{cases}\Rightarrow U=\frac{1}{2}k\varepsilon_0 AdE^2$

مساحت صفحه‌های خازن ضرب در فاصله‌ی صفحه‌های خازن برابر حجم فضای بین صفحه‌های خازن است.

$$\Rightarrow V_0=A\,d\quad\Rightarrow U=\frac{1}{2}k\varepsilon_0 V_0 E^2$$

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

۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. خازن چون از مولد جدا شده پس مقدار بار آن تغییر نمی‌کند. همچنین آن را به هر شکلی که در آب فرو بریم، ظرفیت آن افزایش می‌یابد.

$$C\uparrow \Rightarrow \begin{cases} V = \frac{q_{\text{ثابت}}}{C\uparrow} \Rightarrow V\downarrow \\ W = \frac{1}{2}\frac{q^{2}_{\text{ثابت}}}{C\uparrow} \Rightarrow W\downarrow \end{cases}$$

چون در این حالت دی‌الکتریک بین صفحات خازن آب خالص خواهد شد که $k > 1$ دارد.

۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$U = \frac{1}{2}CV^{2} = \frac{1}{2}(2\times 10^{-6})(100) = 10^{-2} = 0/01J$$

۶- عدد جریان در مدت بسیار کوتاهی به صفر می‌رسد، زیرا خازن پر شده و جریان را عبور نمی‌دهد.

۷- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$U = \frac{1}{2}CV^{2} = \frac{1}{2}\times 1\times 10^{-6}\times 4\times 10^{4} = 2\times 10^{-2}J$$

۸- ظرفیت خازن از رابطه‌ی $C = \varepsilon_{\circ} k\frac{A}{d}$ بدست می‌آید، اگر فاصله‌ی صفحات خازن نصف شود، ظرفیت خازن دو برابر می‌شود و بار الکتریکی خازن از رابطه‌ی $q = Cv$ بدست می‌آید اگر اختلاف پتانسیل خازن دو برابر و ظرفیت خازن هم دو برابر شود بنابراین بار الکتریکی ۴ برابر می‌شود و گزینه‌ی ۴ جواب صحیح است.

۹- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اگر ظرفیت معادل دو خازن را برابر با C_T در نظر بگیریم، داریم:

$$U = \frac{1}{2}C_T V^{2} \Rightarrow 100\times 10^{-3} = \frac{1}{2}C_T\times 200^{2}$$

$$\Rightarrow C_T = 5\times 10^{-6}F \Rightarrow C_T = 5\mu F$$

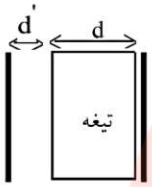
چون ظرفیت خازن معادل از ظرفیت خازن C_1 بزرگ‌تر است، دو خازن به صورت موازی به یک‌دیگر متصل شده‌اند و بنابراین داریم:

$$C_T = C_1 + C_2 \Rightarrow 5 = 2 + C_2 \Rightarrow C_2 = 3\mu F$$

۱۰- می‌دانیم ظرفیت خازن از رابطهٔ $C = k\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}$ بدست می‌آید که درآن d فاصلهٔ دو صفحه، A مساحت هر صفحه و k ثابت مادهٔ دی‌الکتریک بین صفحات است. با دو برابر کردن صفحات، ظرفیت خازن نصف می‌شود. با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است و با توجه به اینکه $W = \frac{1}{2}CV^{2} = \frac{1}{2}CE^{2}$ انرژی ذخیره شده در خازن را بیان می‌کند، با نصف شدن ظرفیت، انرژی ذخیره شده در آن نیز نصف می‌شود. لذا گزینهٔ ۱ پاسخ درست است.

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

۷۴ الکتـــ



۱۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل وقتی تیغه را بین دو صفحه (جوشن) خازن قرار می‌دهیم، تیغه به طور کامل فضای بین دو صفحه را پر نمی‌کند، زیرا فاصله‌ی بین دو صفحه ۱mm و ضخامت تیغه ۰/۹ mm است و پس از قرار دادن تیغه، ۰/۱ mm فضای خالی باقی خواهد ماند. برای بررسی این مسئله دو حالت زیر را بررسی می‌کنیم. حالت اول: اگر تیغه نارسانا باشد، مجموعه به صورت دو خازن متوالی در می‌آید که ظرفیت هر خازن را می‌توان از رابطه‌ی $C = k\varepsilon.\frac{A}{d}$ محاسبه کرد. خازنی که دارای تیغه $d = ۰/۹\ mm$ $d' = ۱ - ۰/۹ = ۰/۱\ mm$ است ظرفیت $C_۱ = \frac{k\varepsilon.A}{d}$ و مابقی آن که دارای هوا است ظرفیت $C_۲ = \frac{\varepsilon.A}{d'}$ را دارد. طبق رابطه‌ی ظرفیت معادل خازن‌های متوالی داریم:

$$\frac{۱}{C_T} = \frac{۱}{C_۱} + \frac{۱}{C_۲} = \frac{d}{k\varepsilon.A} + \frac{d'}{\varepsilon.A} = \frac{d + kd'}{k\varepsilon.A}$$

$$\rightarrow C_T = \frac{k\varepsilon.A}{d + kd'} = \frac{\varepsilon.A}{d' + \frac{d}{k}}$$

حالت دوم: اگر تیغه رسانا باشد، مجموعه به صورت یک خازن در می‌آید که فاصله‌ی صفحات آن d' است، زیرا هنگامی‌که تیغه‌ی رسانا به یکی از صفحات می‌چسبد در واقع یکی از صفحه‌های خازن را می‌سازد. در این حالت بین تیغه و صفحه‌ی دیگر هوا است و می‌توانیم ظرفیت این خازن را C'_T بنامیم و داریم: $C'_T = \frac{\varepsilon.A}{d'}$. با مقایسه‌ی دو مقدار $C_T = \frac{\varepsilon.A}{d' + \frac{d}{k}}$ و $C'_T = \frac{\varepsilon.A}{d'}$ به این نتیجه می‌رسیم که همواره C'_T از C_T بزرگ‌تر است. بنابراین برای دستیابی به ظرفیت الکتریکی بزرگ بهتر است بین صفحه‌های خازن تیغه‌ی فلز، رسانا مانند آلومینیوم قرار دهیم.

۱۲- ظرفیت خازن از فرمول $C = k\varepsilon.\frac{A}{d}$ بدست می‌آید که در آن k ضریب دی‌الکتریک مادهٔ بین صفحات، A مساحت هر صفحه و d فاصلهٔ بین دو صفحه است. ضریب دی‌الکتریک میکا برابر $k > ۱$ است. وقتی میکا را از بین دو صفحه خارج کنیم، بین صفحات هوا قرار می‌گیرد که ضریب دی‌الکتریک آن تقریباً یک ($k \approx ۱$) است، بنابراین با برداشتن ورقهٔ میکا، ضریب دی‌الکتریک خازن کم شده، درنتیجه ظرفیت خازن کاهش می‌یابد. از طرفی، چون خازن به باطری متصل بوده، پس اختلاف پتانسیل دو سر آن مقداری ثابت است و می‌دانیم انرژی ذخیره شده در خازن از رابطهٔ $W = \frac{۱}{۲}CV^۲$ است. پس در اختلاف پتانسیل ثابت، با کم شدن ظرفیت، مقدار انرژی ذخیره شده در آن نیز کاهش می‌یابد. بنابراین گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح است.

۱۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$q_۱ = C_۱V_۱ = ۴۰C_۱$$
$$q_۲ = C_۲V_۲ = ۲۰C_۱$$

پس در اتصال دو خازن به‌هم، بنابه قانون پایستگی بارالکتریکی داریم:

$$q'_۱ + q'_۲ = q_۱ + q_۲ \Rightarrow C_۱ \times ۳۰ + C_۲ \times ۳۰ = ۴۰C_۱ + ۲۰C_۱ \Rightarrow ۱۰C_۲ = ۱۰C_۱ \Rightarrow \frac{C_۲}{C_۱} = ۱$$

۱۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۵- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$q_۱ = C_۱V_۱ = ۴ \times ۵۰ = ۲۰۰\mu c$$

$$V_T = \frac{q_T}{C_T} = \frac{q_۱ + q_۲}{C_۱ + C_۲} = \frac{۲۰۰}{۴ + ۶} = \frac{۲۰۰}{۱۰} = ۲۰V$$

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

۲۵ الکتریسیـــ

۱۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$q = CV = ۵۰ \times ۱۰۰ = ۵۰۰۰\ \mu C = ۵ \times ۱۰^{-۳}\ C$$

اگر بار $۱۰^{-۳}$ کولن به خازن $C_۲$ منتقل شود، بار الکتریکی خازن $C_۱$ برابر خواهد بود با:

$$q_۱ = q - q_۲ = ۵ \times ۱۰^{-۳} - ۱۰^{-۳} = ۴ \times ۱۰^{-۳}\ C$$

$$V = \frac{q_۱}{C_۱} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۳}}{۵۰ \times ۱۰^{-۶}} = ۸۰\ V$$

۱۷- رسانا (۰/۲۵)

۱۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. $C = \frac{q}{V}$

۱۹- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت می‌ماند و با افزودن دی‌الکتریک، ظرفیت خازن دوبرابر می‌شود و بار الکتریکی و انرژی هر کدام به اعتبار $q = CV$ و $U = \frac{۱}{۲}CV^۲$ ، دو برابر می‌شوند.

۲۰- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ظرفیت خازن به مشخصات فیزیکی خازن از قبیل سطح مقطع صفحات، فاصله صفحات و ... ربط دارد و به اختلاف پتانسیل و بار ربطی ندارد.

۲۱- اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن از حد معینی بیشتر شود، بار خازن افزایش می‌یابد و میدان الکتریکی قوی بین دو صفحه ایجاد می‌شود دی الکتریک به طور موقت رسانا و باعث تخلیه‌ی خازن می‌شود. این پدیده را فروشکست می‌نامند. (۰/۵)

۲۲- گزینه‌ی ۴ صحیح است. انرژی خازن با مربع ولتاژ متناسب است.

$$U \propto V^۲ \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱} = \left(\frac{V_۲}{V_۱}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \left(\frac{V_۲}{V_۱}\right)^۲ \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

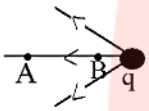
۲۳- الف) منفی (۰/۲۵) ب) برابر با (۰/۲۵) پ) کم‌تر از (۰/۲۵)

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir
برای دریافت جزوات ، انیمیشن و فیلم های بیشتر به کانال زیر سر بزنید :

بخش دوم

سوالات تشریحی

Descriptivequestion
مای درس
گروه آموزشی عصر
@PHYSICS_2018RH7
www.my-dars.ir

۲۷ الکتریسیـــ


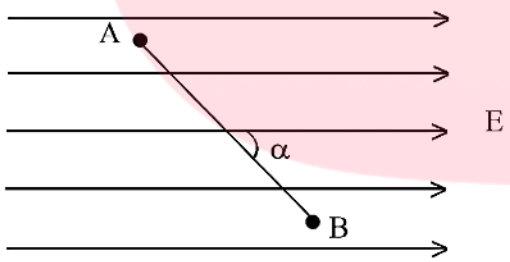
با توجه به شکل به ۳ پرسش زیر پاسخ دهید.
شکل مقابل، بخشی از خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار الکتریکی منفرد را نشان می‌دهد.

۳- بار q مثبت است یا منفی؟

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

۵- پتانسیل الکتریکی کدام نقطه بیش‌تر است؟

۶- در شکل زیر نقاط A و B در یک میدان الکتریکی یکنواخت و در فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متر از هم قرار دارند و مطابق شکل امتداد AB با خطوط میدان الکتریکی زاویه‌ی α تشکیل می‌دهد. اگراندازه‌ی میدان الکتریکی ۶۰۰ ولت بر متر و اختلاف پتانسیل الکتریکی نقاط A و B برابر ۶۰ ولت باشد، α را به‌دست آورید.



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

اگر پتانسیل الکتریکی یک الکترون یک ولت تغییر کند، نغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن یک « **الکترون ولت** » تعریف می‌شود. ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$)

۸- (۱) هر **الکترون ولت** چند ژول است؟

۹- (۲) هر ژول چند **الکترون ولت** است؟

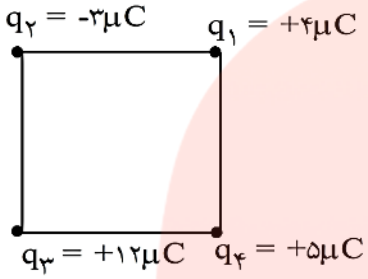
بار الکتریکی $q = -۴\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_۱ = -۴۰V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_۲ = -۱۰V$ آزادانه جابه‌جا می‌شود. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

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

۱۱- توضیح دهید که تغییر انرژی پتانسیل بار q (باتوجه به قانون پایستگی انرژی) به چه انرژی‌ای تبدیل می‌شود؟

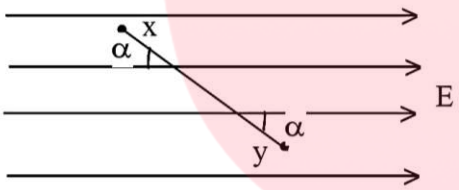
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۲- مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی در رأس‌های مربعی به ضلع $۶\,cm$ قرار دارند. نیروی الکتریکی وارد بر $q_۴$ را محاسبه کنید.



۱۳- در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵ \times ۱۰^{۴}\ \frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره‌ی بارداری به جرم $۲g$ معلق و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = ۱۰\ \frac{N}{kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

در شکل زیر نقاط x و y در میدان الکتریکی یکنواختی با بزرگی E در فاصله‌ی d از هم قرار دارند و زاویه‌ی حاده‌ی بین امتداد xy و امتداد میدان الکتریکی برابر α است. بار الکتریکی q از x به y جابه‌جا می‌شود. به دست آورید :

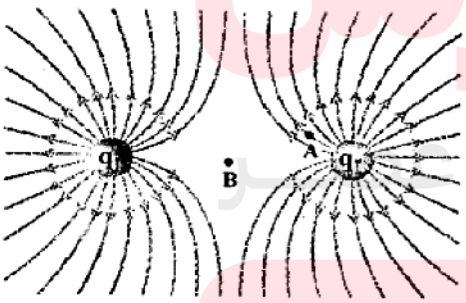


۱۴- (۱) کار انجام شده روی بار توسط میدان الکتریکی.

۱۵- (۲) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی.

۱۶- (۳) اختلاف پتانسیل الکتریکی نقاط x و y .

۱۷- شکل مقابل خطهای میدان الکتریکی در اطراف دو ذره با بارهای الکتریکی $q_۲$ و $q_۱$ را نشان می‌دهد.

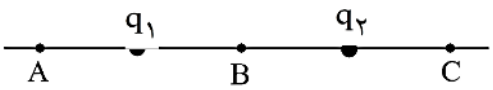


الف) نوع بار الکتریکی $q_۱$ را تعیین کنید.

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

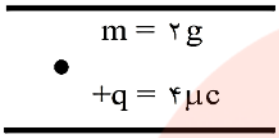
پ) در کدام‌یک از نقاط A یا B میدان الکتریکی قوی‌تر است؟

۱۸- در شکل زیر بارهای $q_۱$ و $q_۲$ هم‌نام هستند. در کدام‌یک از نقاط A یا B یا C برایند میدان الکتریکی ناشی از بارها نمی‌تواند صفر باشد؟



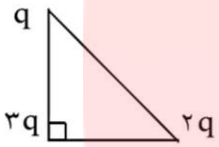
www.my-dars.ir

۱۹- در شکل مقابل ذره‌ی با بار مثبت، در میدان الکتریکی یکنواخت، معلق و در حال تعادل قرار دارد. جهت میدان الکتریکی و بزرگی آن را تعیین کنید. $g = ۱۰\ N/Kg$



۲۰- دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ در فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند و نیروی F را به هم وارد می‌کنند. اگر اندازه‌ی هر یک از بارها ۱/۵ برابر شده باشد و بارها نیروی $\frac{F}{۴}$ را به یکدیگر وارد کنند، فاصله‌ی بین بارها چه قدر شده است؟

۲۱- بارهای الکتریکی q و $۲q$ و $۳q$ مطابق شکل زیر در سه راس مثلث قائم‌الزاویه‌ی متساوی‌الساقین که طول وتر آن d است قرار دارند. اندازه‌ی میدان الکتریکی بارها در وسط وتر مثلث را به‌دست آورید.

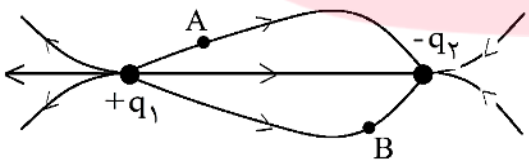


۲۲- در یک میدان الکتریکی یکنواخت با بزرگی $\frac{V}{m}$ ۸۰۰ ، با صرف ۱۲۰ ژول انرژی چه مقدار بار الکتریکی را می‌توان به اندازه‌ی ۳۰ سانتی‌متر در راستای میدان الکتریکی جابه‌جا کرد؟

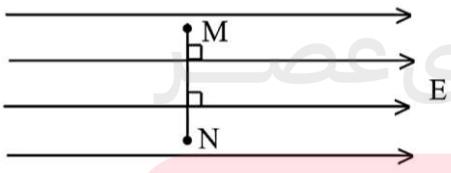
۲۳- جسم جامدی در اختیار داریم. چگونه می‌توانیم رسانایی یا نارسانایی الکتریکی آن را تشخیص دهیم.

۲۴- بار الکتریکی موجود در ..... یک جسم رسانا را ..... بار الکتریکی می‌گویند.

۲۵- دو بار الکتریکی $+q_۱$ و $-q_۲$ در فاصله‌ی معینی از یک‌دیگر واقع شده‌اند، به‌طوری‌که خطهای میدان الکتریکی آن‌ها مطابق شکل است. بردار میدان را در نقطه‌های A و B رسم کنید.



در شکل زیر نقاط M و N در میدان الکتریکی یکنواختی با بزرگی E در فاصله‌ی d از هم قرار دارند و امتداد MN بر امتداد میدان الکتریکی عمود است. بار الکتریکی q از M به N جابه‌جا می‌شود. به دست آورید :



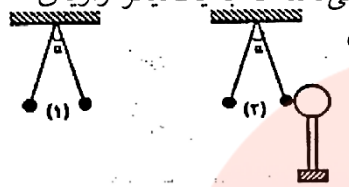
۲۶- (۱) کار انجام شده روی بار توسط میدان الکتریکی.

۲۷- (۲) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی.

۲۸- (۳) اختلاف پتانسیل الکتریکی نقاط M و N .

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

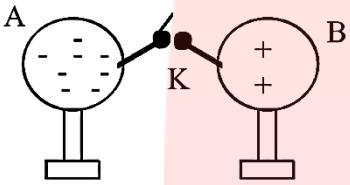
۲۹- شکل (۱) دو آونگ الکتریکی کاملا مشابه با بارهای مثبت و هم‌اندازه را نشان می‌دهد که با یک‌دیگر زاویه‌ی α ساخته‌اند. یک کره‌ی رسانای بدون بار را با پایه‌ی عایق مطابق شکل (۲) به گلوله‌ی یکی از آونگ‌ها تماس داده و سپس دور می‌کنیم.



الف) با رسم شکل ساده پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟

ب) از انجام این آزمایش، چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟

در شکل روبه‌رو، دو کره‌ی رسانای مشابه باردار روی پایه‌های عایق قرار دارند. پیش‌بینی کنید با بستن کلید k در ۳ مورد بعدی چه اتفاقی رخ می‌دهد؟



۳۰- الکترون‌ها در چه جهتی جابه‌جا می‌شوند؟

۳۱- جهت قراردادی جریان الکتریکی چگونه است؟

۳۲- با فرض این‌که روی سیم رابط باری نماند، تعداد و نوع بار الکتریکی را روی هر کره پس از برقراری تعادل الکتریکی تعیین کنید.

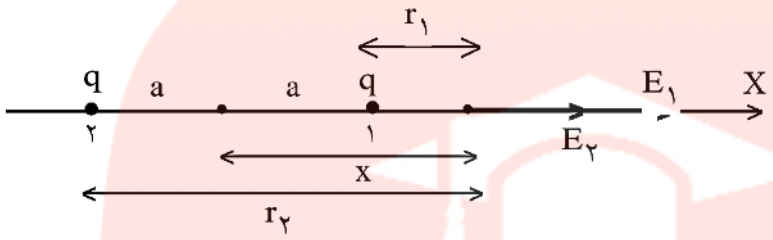
۳۳- بار الکتریکی نقطه‌ای و مثبت $۲۰۰\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۵۰۰۰ N/C$، به اندازه‌ی ۲ متر در جهت خطهای میدان جابه‌جا می‌شود. کار نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی چند ژول است؟

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

بخش دوم: پاسخ‌نامه

۱- با توجه به شکل زیر بزرگی میدان الکتریکی بار نزدیک و دور را به ترتیب E_1 و E_2 و بزرگی برایند میدان الکتریکی بارها را $E_.$ در نظر می‌گیریم. با توجه به شکل زیر داریم:

$$r_1 = x - a \ , \ r_2 = x + a$$



$$\left.\begin{array}{l} E_1 = \dfrac{kq}{r_1^2} = \dfrac{kq}{(x-a)^2} \\ E_2 = \dfrac{kq}{r_2^2} = \dfrac{kq}{(x+a)^2} \\ E_. = E_1 + E_2 \end{array}\right\} \Rightarrow E_. = kq\left(\frac{1}{(x-a)^2} + \frac{1}{(x+a)^2}\right) \Rightarrow E_. = \frac{2kq\left(x^2+a^2\right)}{\left(x^2-a^2\right)^2}$$

۲- اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار الکتریکی افزایش یابد، یعنی میدان الکتریکی انرژی جنبشی بار الکتریکی را می‌گیرد و ذخیره می‌کند. بنابراین میدان الکتریکی روی بار کار منفی انجام داده است. وقتی میدان الکتریکی روی بار کار منفی انجام می‌دهد، یعنی نیروی الکتریکی در خلاف جهت جابه‌جایی بار بوده است. به بار مثبت در جهت میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود. پس جابه‌جایی در خلاف جهت میدان الکتریکی بوده است.

۳- مثبت (۰/۲۵)

۴- $E_A < E_B$ (۰/۲۵)

۵- نقطه‌ی B (۰/۲۵)

۶- $|\Delta v| = Ed\,Cos\alpha \Rightarrow ۶۰ = ۶۰۰ \times \frac{۲}{۱۰} \times Cos\alpha \Rightarrow Cos\alpha = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \alpha = ۶۰^\circ$

۷- چگالی سطحی بار الکتریکی (۰/۲۵)

۸- (۱)

$$\left.\begin{array}{l} |\Delta V| = ۱V \\ |q| = e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C \end{array}\right\} \Rightarrow |\Delta U| = |q|\,|\Delta V| = ۱eV$$

$$\Rightarrow \left(۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C\right)(۱V) = ۱eV \Rightarrow ۱eV = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J$$

۹- (۲)

$$۱J = n(ev) \Rightarrow ۱J = n\left(۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J\right)$$

$$\Rightarrow n = \frac{۱}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۸} \Rightarrow ۱J = ۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۸} ev$$

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

-۱۰

$$\begin{cases}\Delta V = V_۲ - V_۱ \\ \Delta V = -۱۰ - (-۴۰) = ۳۰ \text{ ولت}\end{cases}$$

$$\begin{cases}\Delta V = \dfrac{\Delta U}{q} \\ q = -۴\times ۱۰^{-۶}\,C \Rightarrow \Delta U = \left(-۴\times ۱۰^{-۶}\right)\times(۳۰) = -۱/۲\times ۱۰^{-۴}\,J\end{cases}$$

انرژی پتانسیل بار q به اندازه $۱/۲\times ۱۰^{-۴}$ ژول کاهش می‌یابد.

۱۱- با توجه به این که بار q آزادانه در میدان الکتریکی حرکت می‌کند، پس تنها نیروی الکتریکی بر آن اثر می‌کند، در این صورت کاهش انرژی پتانسیل بار q به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود (سیستم پایستار است).

-۱۲

$$F_{۱۴} = F_{۴۱} = ۵۰N$$

$$F_{۲۴} = k\frac{q_۲ q_۴}{r^۲} = ۹\times ۱۰^{۹}\,\frac{۳\times ۱۰^{-۶}\times ۵\times ۱۰^{-۶}}{۳۶\times ۲\times ۱۰^{-۴}} = ۱۸/۷۵N$$

$$F_{۳۴} = k\frac{q_۳ q_۴}{r^۲} = ۹\times ۱۰^{۹}\,\frac{۱۲\times ۱۰^{-۶}\times ۵\times ۱۰^{-۶}}{۳۶\times ۱۰^{-۴}} = ۱۵۰N$$

هر یک از نیروها را بر حسب بردار یکه می‌نویسیم، سپس آن‌ها را به روش بردار یکه با هم جمع می‌کنیم.

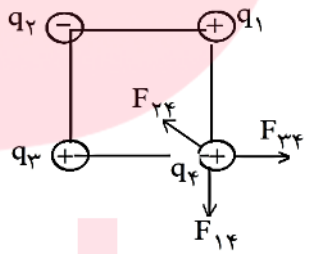
$$\vec{F}_{۱۴} = -۵۰\vec{j}$$

$$\vec{F}_{۲۴} = (۱۸/۷۵\,\mathrm{Cos}\,۴۵)\left(-\vec{i}+\vec{j}\right) \Rightarrow \vec{F}_{۲۴} \simeq ۱۳\left(-\vec{i}+\vec{j}\right)$$

$$\vec{F}_{۳۴} = ۱۵۰\vec{i}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{۱۴} + \vec{F}_{۲۴} + \vec{F}_{۳۴}$$

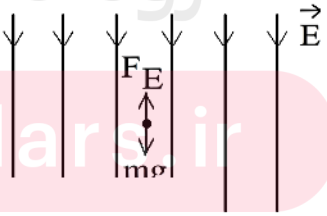
$$\vec{F}_T = ۱۳۷\vec{i} - ۳۷\vec{j} \Rightarrow F_T = \sqrt{(۱۳۷)^۲ + (۳۷)^۲} = ۱۴۲N$$



برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۴$ برابر ۱۴۲ نیوتون است.

۱۳- شرط تعادل ذره در میدان الکتریکی این است که برایند نیروهای وارد بر ان صفر باشد، در این صورت نیروی الکتریکی وارد بر ذره رو به بالا است و وزن ذره را خنثی می‌کند. میدان الکتریکی رو به پایین و نیروی الکتریکی رو به بالا است، پس به ذره در خلاف جهت میدان نیرو وارد شده است و می‌توان نتیجه گرفت ذره دارای بار الکتریکی منفی است.

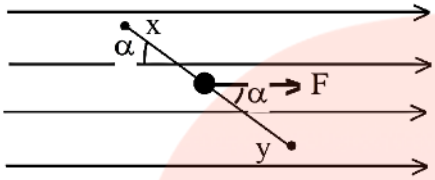
$$\begin{cases}\Sigma F_y = ۰ \\ F_E - mg = ۰ \\ F_E = E_q \Rightarrow Eq - mg = ۰ \Rightarrow q = \dfrac{mg}{E}\end{cases}$$



$$\begin{cases}q = \dfrac{mg}{E} \\ E = ۵\times ۱۰^{۴}\,N/C \Rightarrow q = \dfrac{۲\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰}{۵\times ۱۰^{۴}} \Rightarrow q = ۰/۴\times ۱۰^{-۶}\,C = -۰/۴\mu C\end{cases}$$

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

۱۴- (۱) اگر q مثبت فرض شود:



$$\left.\begin{matrix} F = Eq \\ W = Fd\,Cos\,\alpha \end{matrix}\right\} \Rightarrow W = Eqd\,Cos\alpha$$

اگر q منفی باشد، نیروی وارد بر بار در خلاف جهت نشان داده شده در شکل است و با جابه‌جایی با زاویه‌ی منفرجه $180^\circ - \alpha$ تشکیل می‌دهد. بنابراین :

$$W = Fd\,Cos\,(180^\circ - \alpha) = -Fd\,Cos\,\alpha = -(E\,|q|)\,d\,Cos\,\alpha = E\,q\,d\,Cos\,\alpha$$

بنابراین رابطه‌ی $W = Eqd\,Cos\,\alpha$ در این حالت نیز درست جواب می‌دهد.

۱۵- (۲)

$$\Delta U = -W \Rightarrow \Delta U = -EqdCos\alpha$$

۱۶- (۳)

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-Eqd\,Cos\alpha}{q} \Rightarrow \Delta V = -EdCos\,\alpha$$

$$\Rightarrow V_y - V_x = -EdCos\,\alpha \quad \text{یا} \quad V_x - V_y = EdCos\alpha$$

بزرگی اختلاف پتانسیل نقاط x و y برابر $EdCos\alpha$ است و پتانسیل نقطه x از پتانسیل نقطه y بیش‌تر است.

نکته: اگر فاصله‌ی دو نقطه در امتداد میدان الکتریکی برابر d فرض شود داریم $d_\circ = dCos\alpha$ و می‌توان گفت بزرگی اختلاف پتانسیل دو نقطه که فاصله‌ی آن‌ها در امتداد میدان الکتریکی برابر $d_\circ$ است برابر $Ed_\circ$ می‌باشد.

۱۷- الف) مثبت (۰/۲۵) ب) $|q_۲| = |q_۱|$ (۰/۲۵) پ) نقطه‌ی A (۰/۲۵)

۱۸- برای صفر شدن برایند میدان الکتریکی بارها باید میدان‌های الکتریکی ناشی از بارها قرینه‌ی یکدیگر باشند. یعنی در خلاف جهت هم باشند. در نقاط A و C میدان‌های الکتریکی ناشی از بارهای $q_۱$ و $q_۲$ هم‌جهت هستند. بنابراین در این نقاط برایند میدان الکتریکی ناشی از بارها نمی‌تواند صفر باشد.

۱۹- میدان الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا به بار الکتریکی به سمت بالا نیرو وارد شود و وزن را خنثی کند.

$$F = W \Rightarrow Eq = mg \Rightarrow E \times ۴ \times ۱۰^{-۶} = ۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \Rightarrow E = ۵۰۰۰\ N/C$$

۲۰-

$$\begin{cases} F = \dfrac{kq_۱q_۲}{d^۲} \\ F' = \dfrac{kq'_۱q'_۲}{d'^۲} = \dfrac{k(۱/۵q_۱)(۱/۵q_۲)}{d'^۲} = ۲/۲۵\dfrac{kq_۱q_۲}{d'^۲} \end{cases}$$

$$F' = \frac{F}{۴} \Rightarrow ۲/۲۵\frac{kq_۱q_۲}{d'^۲} = \frac{۱}{۴}\frac{kq_۱q_۲}{d^۲} \Rightarrow \frac{۲/۲۵}{d'^۲} = \frac{۱}{۴d^۲} \Rightarrow d'^۲ = ۹d^۲ \Rightarrow d' = ۳d$$

گروه آموزشی عصر www.my-dars.ir

الکتـــ

٢١- بارهای الکتریکی q و $2q$ و $3q$ در فاصله‌ی یکسان $\frac{d}{2}$ از وسط وتر مثلث قرار دارند و اندازه‌ی میدان الکتریکی آن‌ها را در وسط وتر مثلث به ترتیب E_1 و E_2 و E_3 فرض می‌کنیم.

$$E_1=\frac{Kq}{\left(\frac{d}{2}\right)^2}=\frac{4Kq}{d^2}\quad,\quad E_2=\frac{K(2q)}{\left(\frac{d}{2}\right)^2}=\frac{8Kq}{d^2}\quad,\quad E_3=\frac{K(3q)}{\left(\frac{d}{2}\right)^2}=\frac{12Kq}{d^2}$$

بردارهای E_1 و E_2 هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگر هستند و بر بردار E_3 عمودند.

$$\Rightarrow E_T=\sqrt{E_3^2+(E_2-E_1)^2}=\sqrt{\left(\frac{12Kq}{d^2}\right)^2+\left(\frac{4Kq}{d^2}\right)^2}=\frac{4Kq}{d^2}\sqrt{3^2+1^2}=4\sqrt{10}\frac{Kq}{d^2}$$

٢٢-

$$\left.\begin{matrix}\Delta U=q\Delta V\Rightarrow|\Delta U|=|q|\,|\Delta V|\\ |\Delta V|=Ed\end{matrix}\right\}\Rightarrow|\Delta U|=|q|\,Ed$$

$$\Rightarrow 120=|q|\times 800\times\left(30\times10^{-2}\right)\quad\Rightarrow q=\frac{1}{2}\,C$$

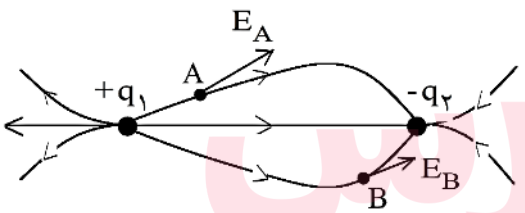
اگر بار الکتریکی مثبت باشد با صرف ١٢٠ ژول انرژی می‌توان آن را در خلاف جهت میدان الکتریکی به اندازه‌ی $10cm$ جابه‌جا کرد و اگر بار الکتریکی منفی باشد با صرف ١٢٠ ژول انرژی می‌توان آن را در جهت میدان الکتریکی به اندازه‌ی $10cm$ جابه‌جا کرد.

٢٣- ابتدا دست یا یک رسانا را با سطح آن به طور کامل تماس می‌دهیم تا اگر باردار است خنثی شود. سپس با یک پارچه‌ی تمیز و خشک آن را مالش می‌دهیم و به یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم. اگر جسم باردار شده بود نارسانا و در غیر این صورت رسانا است.

٢۴- واحد سطح خارجی - چگالی سطحی

٢۵- دقت شود باید هر بردار مماس بر خط های میدان در هر نقطه باشد.

(هر مورد (٠/٢۵))



٢۶- (١) نیروی الکتریکی وارد بر بار q در امتداد میدان الکتریکی به بار q وارد می‌شود و بر امتداد جابه‌جایی بار عمود است و در نتیجه کار انجام شده توسط آن صفر است.

$$W=0$$

٢٧- (٢)

$$\Delta U=-W\Rightarrow\Delta U=0$$

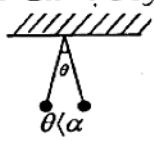
٢٨- (٣)

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow\Delta V=0\Rightarrow V_N-V_M=0\Rightarrow V_M=V_N$$

نقاط M و N هم‌پتانسیل هستند.

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۲۹- الف) پس از تماس، گلوله‌ی آونگ مقداری از بارش را به کره می‌دهد (۰/۲۵) و نیروی بین دو گلوله آونگ به علت کم شدن بارکم می‌شود و زاویه‌ی انحراف بین دو آونگ کم‌تر می‌شود. (۰/۲۵)



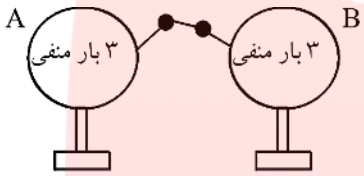
رسم شکل (۰/۲۵)

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

۳۰- از A به B

۳۱- از B به A

۳۲- ۲تا از بارهای منفی با ۲تا از بارهای مثبت خنثی می‌شوند پس ۶ بار منفی باقی‌مانده بین دو کره به‌طور مساوی پخش می‌شود پس به هر کره ۳ بار منفی می‌رسد.



۳۳-

$$E = \frac{F}{q} \rightarrow F = Eq \qquad \theta = ۰ \rightarrow \cos\theta = ۱$$

$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta \qquad W = E\,q \cdot d \cos\theta$$

$$W = ۵۰۰۰ \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۶} \times ۲ \times ۱ = ۲J$$

www.my-dars.ir

بخش سوم

سوالات چهارگزینه‌ای

Multiplechoicequestions

آزمون سراسری ورودی دانشگاه‌های کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»
امام خمینی (ره)

دفترچهٔ شمارهٔ ۲
صبح جمعه
۱۳۹۹/۴/...!

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

آزمون اختصاصی
گروه آزمایشی علوم تجربی

تعداد سؤال: ۱۷۰ — مدت پاسخ‌گویی: ۱۷۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی آزمون اختصاصی گروه آزمایشی علوم تجربی، تعداد، شمارهٔ سؤالات و مدت پاسخ‌گویی

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره	مدت پاسخ‌گویی
۱	زمین‌شناسی	۲۵	۱۰۱	۱۲۵	۲۰ دقیقه
۲	ریاضی	۳۰	۱۲۶	۱۵۵	۴۷ دقیقه
۳	زیست‌شناسی	۵۰	۱۵۶	۲۰۵	۳۶ دقیقه
۴	فیزیک	۳۰	۲۰۶	۲۳۵	۳۷ دقیقه
۵	شیمی	۳۵	۲۳۶	۲۷۰	۳۵ دقیقه

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

سال ۱۴۰۰

مای درس
www.my-dars.ir
Saeed Rahmani
@PHYSICS_2018RH7

۱- بار الکتریکی $q = -۶\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_۱ = -۲۰V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_۲ = ۲۰V$، آزادانه جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل بار q در این جابه‌جایی چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) $۲/۴\times ۱۰^{-۴} J$، کاهش می‌یابد.
۲) $۲/۴\times ۱۰^{-۴} J$، افزایش می‌یابد.
۳) $۲/۴\times ۱۰^{-۵} J$، کاهش می‌یابد.
۴) $۲/۴\times ۱۰^{-۵} J$، افزایش می‌یابد.

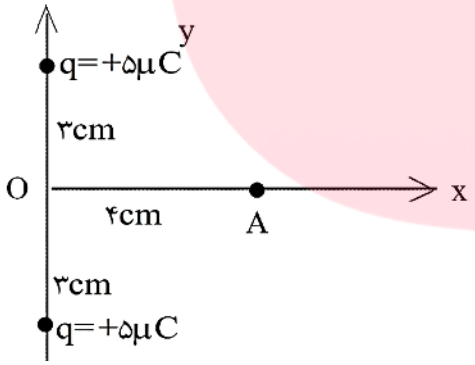
۲- ۴ بار الکتریکی مثبت و هم‌اندازه‌ی q در رأس‌های یک مربع به ضلع d قرار دارند. اندازه‌ی نیرویی که از طرف بارهای دیگر بر یکی از آن‌ها وارد می‌شود، چند $\frac{kq^۲}{۲d^۲}$ است؟ ($k = \frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰}$ و اندازه‌ها در SI است).

۱) ۱
۲) $\sqrt{۲}$
۳) $\sqrt{۲}+۱$
۴) $۲\sqrt{۲}+۱$

۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام، در فاصله r از هم ثابت نگه‌داشته شده‌اند. اگر روی پاره‌خط واصل دو بار، از بار مثبت تا بار منفی جابه‌جا شویم، بزرگی میدان الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟

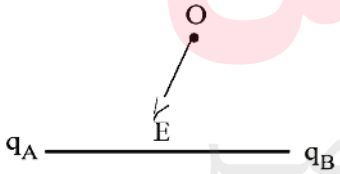
۱) ابتدا افزایش، سپس کاهش
۲) پیوسته ثابت
۳) ابتدا کاهش، سپس افزایش
۴) کاهش، افزایش، دوباره کاهش، افزایش

۴- مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام $q=+۵\mu C$ در فاصله‌ی ۶cm از یک‌دیگر قرار دارند. اندازه‌ی برایند میدان‌های الکتریکی در نقطه‌ی A واقع بر عمودمنصف خط واصل دو بار و به فاصله‌ی ۴cm از وسط خط واصل دو بار، چند $\frac{N}{C}$ و جهت آن کدام است؟ $\left(k=۹\times ۱۰^{۹} N.\frac{m^۲}{C^۲}\right)$



۱) ۱۸×۱۰^{۶}، جهت مثبت محور x
۲) $۲۸/۸\times ۱۰^{۶}$، جهت مثبت محور x
۳) ۱۸×۱۰^{۶}، جهت مثبت محور y
۴) $۲۸/۸\times ۱۰^{۶}$، جهت مثبت محور y

۵- در شکل مقابل E شدت میدان الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای q_A و q_B در نقطه O واقع بر عمود منصف AB است، در این‌صورت:



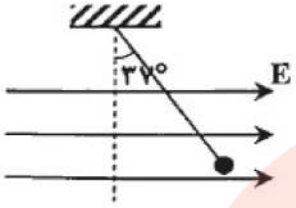
۱) هر دو بار مثبت و اندازه q_A بیشتر از q_B است.
۲) هر دو بار منفی و اندازه q_A کمتر از q_B است.
۳) هر دو بار منفی و اندازه q_A بیشتر از q_B است.
۴) هر دو بار مثبت و اندازه q_A کمتر از q_B است.

۶- بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = ۲\mu C$ در نقطه‌ی $A\left|\begin{matrix}۳(m)\\۴(m)\end{matrix}\right.$ در صفحه‌ی xoy قرار دارد. بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۲=۸\mu C$ را در چه نقطه‌ای در این صفحه قرار دهیم تا برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار در مرکز مختصات برابر با صفر شود؟

۱) (۶m, -۸m)
۲) (-۶m, -۸m)
۳) (-۸m, -۶m)
۴) (-۱۲m, -۱۶m)

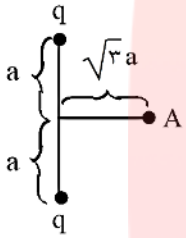
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۷- مطابق شکل مقابل، گلوله‌ای به جرم $۸g$ و بار الکتریکی $۶\mu C$ در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ به حال تعادل قرار دارد. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲},\ Sin۳۷^\circ = ۰/۶\right)$



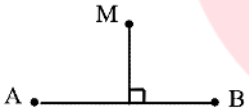
۱) ۲×۱۰^۳
۲) $۱۰^۳$
۳) $۱۰^۴$
۴) ۲×۱۰^۴

۸- دو بار الکتریکی هم‌اندازه و هم‌نام مطابق شکل زیر بر روی پاره‌خطی قرار دارند. میدان الکتریکی برآیند حاصل از دو بار الکتریکی در نقطه‌ی A کدام است؟



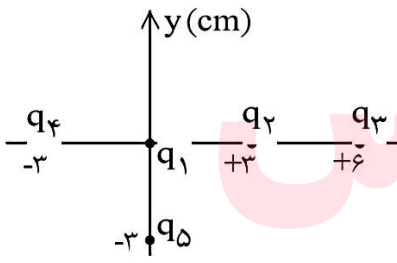
۱) $\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰}\frac{q}{a^۲}$
۲) $\frac{۱}{۸\pi\varepsilon_۰}\frac{q}{a^۲}$
۳) $\frac{۱}{۱۶\pi\varepsilon_۰}\frac{\sqrt{۳}q}{a^۲}$
۴) $\frac{۱}{۸\pi\varepsilon_۰}\frac{\sqrt{۳}q}{a^۲}$

۹- مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام q در دو نقطه‌ی A و B، به‌فاصله‌ی $۲a$ از یکدیگر قرار دارند. اگر اندازه‌ی برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از این دوبار، روی عمود منصف خط واصل دو بار و در نقطه‌ی M بیشینه باشد، x کدام است؟



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

۱۰- مطابق شکل پنج ذره‌ی باردار روی محورهای x و y قرار دارند. بردار نیروی الکتریکی وارد بر $q_۱$ در SI کدام است؟



$\left(k = ۹\times۱۰^۹\frac{N.m^۲}{C^۲}\right.$ و $\left.q_۱ = -q_۲ = \frac{۱}{۴}q_۳ = -q_۴ = q_۵ = ۲\mu C\right)$

۱) $\vec{F} = -۴۰\vec{i} + ۴۰\vec{j}$
۲) $\vec{F} = ۴\vec{i} + ۴۰\vec{j}$
۳) $\vec{F} = -۱۲۰\vec{i} + ۴۰\vec{j}$
۴) $\vec{F} = ۱۲۰\vec{i} + ۴۰\vec{j}$

۱۱- دو بار نقطه‌ای $q_۲$ و $q_۱$ در فاصله یک متر از یکدیگر واقعند و اندازه میدان حاصل از دو بار در نقطه M در وسط فاصله آن‌ها برابر E می‌باشد. اگر $q_۱$ را حذف نماییم، اندازه میدان در نقطه M برابر $\frac{E}{۲}$ و در همان جهت میدان اولیه می‌شود. مطلوبست نسبت $\frac{q_۱}{q_۲}$:

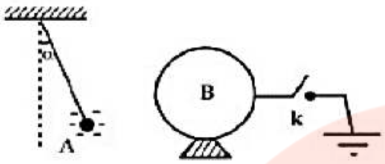
۱) ۱
۲) -۱
۳) ۳
۴) -۳

۱۲- اگر $۲۰\mu C$ به بار الکتریکی یک خازن $۱۰\mu F$ اضافه شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ۲۵۶ برابر می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند میکروژول افزایش یافته است؟

۱) ۳۰
۲) ۳۱/۲۵
۳) ۶۰
۴) ۶۲/۵

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

۱۳- در شکل زیر، آونگ الکتریکی A که بار منفی دارد، در مجاورت کره‌ی فلزی بدون بار B که بر روی پایه‌ی عایقی قرار دارد به اندازه‌ی زاویه‌ی α منحرف شده است. اگر کلید k را وصل کنیم، زاویه‌ی α چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند. ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۴- اگر شدت میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی r برابر E باشد، شدت میدان حاصل از بار نقطه‌ای ۲q در فاصله‌ی ۲r چند E خواهد شد؟

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

۱۵- یک الکترون در یک میدان الکتریکی از نقطه A و از حال سکون رها می‌شود و به نقطه B می‌رسد. اگر $V_B - V_A = ۲۰\ V$ باشد، انرژی جنبشی الکترون در نقطه B چند ژول است؟ ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ و نیروی وزن وارد بر الکترون ناچیز است.)

۱) $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۲) $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۳) $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۸}$ ۴) ۲×۱۰^{-۱۸}

۱۶- در یک میدان الکتریکی بار الکتریکی $q = -۱\ \mu C$ از نقطه‌ی A با پتانسیل الکتریکی $+۱۰۰\ V$ به نقطه‌ی B انتقال می‌یابد. اگر کار انجام شده توسط میدان الکتریکی در این جابه‌جایی برابر $۴ \times ۱۰^{-۴}\ j$ باشد، در این صورت پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B برابر است با:

۱) $+۵۰۰\ V$ ۲) $-۵۰۰\ V$ ۳) $+۳۰۰\ V$ ۴) $-۳۰۰\ V$

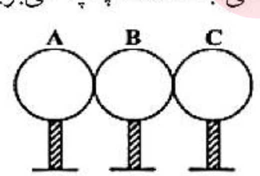
۱۷- دو کره‌ی فلزی مشابه A و B بر روی پایه‌های نارسانایی قرار دارند. بار الکتریکی کره‌ی A، $+۹/۶\mu C$ و بار الکتریکی کره‌ی B، $-۳/۲\mu C$ است. دو کره را با یک سیم رسانای نازک به یک‌دیگر متصل می‌کنیم. در این صورت در اثر مبادله‌ی الکتریسیته، پس از تعادل .... $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

۱) کره‌ی A، ۲×۱۰^{۱۳} الکترون از دست داده است. ۲) کره‌ی A، ۲×۱۰^{۱۳} الکترون گرفته است.
۳) کره‌ی B، ۴×۱۰^{۱۳} الکترون از دست داده است. ۴) کره‌ی B، ۴×۱۰^{۱۳} الکترون گرفته است.

۱۸- در شکل زیر، با حرکت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟ $(q > ۰)$

۱) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۲) همواره افزایش می‌یابد.
۳) همواره کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۱۹- سه کره‌ی فلزی بدون بار و مشابه A، B و C روی پایه‌های عایق هستند. میله‌ی پلاستیکی را پس از مالش با پارچه‌ی پشمی از سمت چپ به A نزدیک می‌کنیم و در حالی که میله کنار A است، کره‌ی A را کمی به سمت چپ می‌بریم تا از دو کره‌ی دیگر جدا شود و سپس میله را کنار می‌بریم. پس از برقراری تعادل:



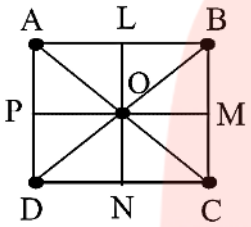
۱) B خنثی است.
۲) بار A و B هم‌اندازه و ناهم نام است.
۳) بار A و B ناهم‌نام و اندازه‌ی بار A بیش‌تر است.
۴) بار B و C هم‌نام است ولی هم‌اندازه نیست.

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

۲۰- دو بار الکتریکی نقطه‌ای یکسان در فاصله‌ی r بر یک‌دیگر نیروی الکتریکی‌ای به اندازه‌ی ۶۰۵N وارد می‌کنند. اگر ۱۰ درصد از بار الکتریکی یکی از آن‌ها را برداشته و به دیگری اضافه کنیم و فاصله‌ی بین دو بار را نیز ۱۰ درصد افزایش دهیم، اندازه‌ی نیروی الکتریکی‌ای که دو بار در این حالت برهم وارد می‌کنند برابر با چند نیوتون می‌شود؟

۱) ۴۹۵ ۲) ۹۰۳ ۳) ۷۲۴ ۴) ۴۰۵

۲۱- در شکل مقابل شدت میدان الکتریکی در نقطه‌ی O به کدام جهت است؟

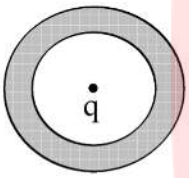


(در نقاط A و B و C و D بار $+۱\mu C$ و در نقاط L و M و N و P بار $-۲\mu C$ قرار دارند.)

۱) به سمت L ۲) به سمت N

۳) E صفر است. ۴) عمود بر صفحه و به سمت پشت آن

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

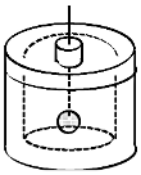


۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{۴}{۹}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$

۲۳- به دو کره‌ی فلزی به شعاع‌های $R_۱ = ۲cm$ و $R_۲ = ۳cm$ که بر روی پایه‌های عایق قرار دارند، به‌ترتیب بارهای الکتریکی $q_۱ = ۵\mu C$ و $q_۲ = ۱۰\mu C$ می‌دهیم. نسبت چگالی سطحی بار الکتریکی روی کره‌ی اول به چگالی سطحی بار الکتریکی روی کره‌ی دوم، کدام است؟

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

۲۴- مطابق شکل آونگ الکتریکی باردار را وارد ظرف در بسته رسانا نموده پس از اتصال آن با بدنه داخلی ظرف، آن‌را خارج نموده به یک الکتروسکوپ بدون بار تماس می‌دهیم. در این صورت ورقه‌های الکتروسکوپ ..... .



۱) همچنان بسته می‌مانند

۲) ورقه‌های الکتروسکوپ کمی باز می‌شوند

۳) ورقه‌های الکتروسکوپ باز شده سپس بسته می‌شوند

۴) بنابر علامت بار آونگ ممکن است ورقه‌ها باز شوند یا بسته بمانند

۲۵- دو بار هم‌نام $q_۱ = ۱۲\mu C$ ، $q_۲$ در فاصله‌ی r به یک‌دیگر نیروی F وارد می‌کنند. اگر ۲۵% از بار $q_۱$ را کاسته و به $q_۲$ اضافه کنیم و فاصله‌ی بین دو بار را نصف نماییم، نیروی کولنی بین آن‌ها ۵ برابر می‌شود. بار $q_۲$ چند میکروکولن است؟

۱) ۳ ۲) ۴/۵ ۳) ۹ ۴) ۱۲

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

۹۱ الکتریسیـــ

۲۶- مقدار بیشینه میدان الکتریکی که دی‌الکتریک می‌تواند بدون فروریزش تحمل کند، چه نام دارد و یکای مناسب برای ان کدام است؟

۱) قدرت دی‌الکتریک، $W.s$
۲) قدرت دی‌الکتریک، $\frac{KV}{mm}$
۳) مقاومت دی‌الکتریک، $\frac{V}{A}$
۴) مقاومت دی‌الکتریک، $\frac{N}{F}$

۲۷- خازنی را پس از شارژ شدن کامل از مولد جدا کرده و فاصله‌ی صفحات آن‌را نصف و یک دی‌الکتریک با ثابت $k = ۲$ بین صفحات آن وارد می‌کنیم، در این صورت:

۱) اندازه‌ی بار الکتریکی روی صفحات ثابت مانده، ظرفیت خازن ۴ برابر و اندازه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات ۲ برابر می‌شود.

۲) اندازه‌ی بار الکتریکی روی صفحات ثابت مانده، ظرفیت خازن ۲ برابر و اندازه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات نصف می‌شود.

۳) ظرفیت خازن ۴ برابر، ولتاژ خازن $\frac{۱}{۴}$ برابر و اندازه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات $\frac{۱}{۲}$ برابر می‌شود.

۴) ظرفیت خازن ۴ برابر، ولتاژ خازن $\frac{۱}{۲}$ برابر و اندازه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات ۲ برابر می‌شود.

۲۸- دو سر خازن به منبع برق وصل است و بین صفحات آن هوا است. اگر در همان حال تیغه‌ی شیشه‌ای بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت و انرژی خازن چگونه تغییر می‌کنند؟ (به ترتیب از راست به چپ)

۱) افزایش- کاهش ۲) افزایش- افزایش ۳) کاهش- افزایش ۴) کاهش- کاهش

۲۹- دو صفحه خازنی به باتری متصل است. اگر فاصله‌ی دو صفحه را سه برابر کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن (U) و اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه (E) هر کدام چند برابر می‌شود؟

۱) U: $\frac{۱}{۳}$ برابر - E: $\frac{۱}{۳}$ برابر
۲) U: ۳ برابر - E: ۳ برابر
۳) U: ۳ برابر - E: $\frac{۱}{۳}$ برابر
۴) U: $\frac{۱}{۳}$ برابر - E: ۳ برابر

۳۰- در حالتی که دو سر یک خازن به یک باتری متصل است، فضای خالی بین دو صفحه‌ی آن را با عایق کاغذی پر می‌کنیم. کدام یک از موارد زیر ثابت می‌ماند؟

۱) بار صفحات
۲) انرژی ذخیره شده در خازن
۳) ظرفیت خازن
۴) اندازه‌ی میدان الکتریکی بین صفحات

۳۱- خازن تختی را که فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی آن از هوا پُر شده است پس از شارژ کامل از مولد جدا می‌کنیم. اگر فاصله‌ی بین دو صفحه را دو برابر کرده و آن را با عایقی با ثابت دی‌الکتریک $k = ۵$ به‌طور کامل پُر کنیم، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر این خازن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۴۰، کاهش می‌یابد. ۲) ۴۰، افزایش می‌یابد. ۳) ۶۰، کاهش می‌یابد. ۴) ۶۰، افزایش می‌یابد.

۳۲- وقتیکه صفحات خازنی که دو سر آن به یک باتری متصل است، بهم نزدیک شوند:

۱) مقدار بار خازن کم می‌شود.
۲) مقدار بار خازن زیاد می‌شود.
۳) ظرفیت خازن کم می‌شود.
۴) انرژی ذخیره شده‌ی خازن کم می‌شود.

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

۳۳- دو خازن بدون بار با ظرفیت‌های نابرابر را به طور متوالی به یک باتری می‌بندیم. کدام‌یک از گزاره‌های زیر درست است؟

۱) بار خازن‌ها یکسان است.
۲) پتانسیل دو سر خازن‌ها یکسان است.
۳) بار خازن با ظرفیت بزرگتر بیشتر است.
۴) پتانسیل دو سر خازن با ظرفیت بزرگ‌تر، بیش‌تر است.

۳۴- یک خازن ۴ میکروفارادی با اختلاف پتانسیل ۱۰ ولت شارژ شده است. اگر این خازن با اختلاف پتانسیل ۲۰ ولت شارژ شود، انرژی آن نسبت به حالت اول چند ژول افزایش می‌یابد؟

۱) ۳×۱۰^{-۴} ۲) ۳×۱۰^{-۳} ۳) ۶×۱۰^{-۳} ۴) ۶×۱۰^{-۴}

۳۵- خازن مسطحی به دو سر باتری وصل است. اگر فاصله‌ی بین صفحات آن را نصف کنیم، انرژی و بار الکتریکی آن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

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

۳۶- اگر خازن مسطحی را که دی الکتریک آن هوا است، بعد از شارژ از باتری جدا کنیم و در این حال فاصله بین صفحات آن را دو برابر کنیم، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو سرآن چندبرابرمی‌شود؟

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

۳۷- کدام عمل باعث کاهش ظرفیت خازن می‌شود؟ چرا؟

۱) افزایش بار الکتریکی
۲) برداشتن عایق بین صفحه‌ها
۳) کاهش پتانسیل دو سر خازن
۴) کاهش فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی خازن

۳۸- ظرفیت خازن تختی که فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی آن با دی‌الکتریکی با ثابت $k = ۴$ به صورت کامل پُر شده است، برابر با C می‌باشد. اگر در این حالت یکی از صفحات را به گونه‌ای جابه‌جا کنیم که فاصله‌ی بین صفحات خازن دو برابر شود، ظرفیت خازن C' می‌شود. حاصل $\frac{C'}{C}$ کدام است؟

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

۳۹- یک خازن ۲۵ میکرو فارادی خالی را به دو سر یک باتری ۶ ولتی وصل کرده و شارژ می‌کنیم. مقدار انرژی مصرف شده از ذخیره باتری چند برابر انرژی ذخیره شده در خازن است؟

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

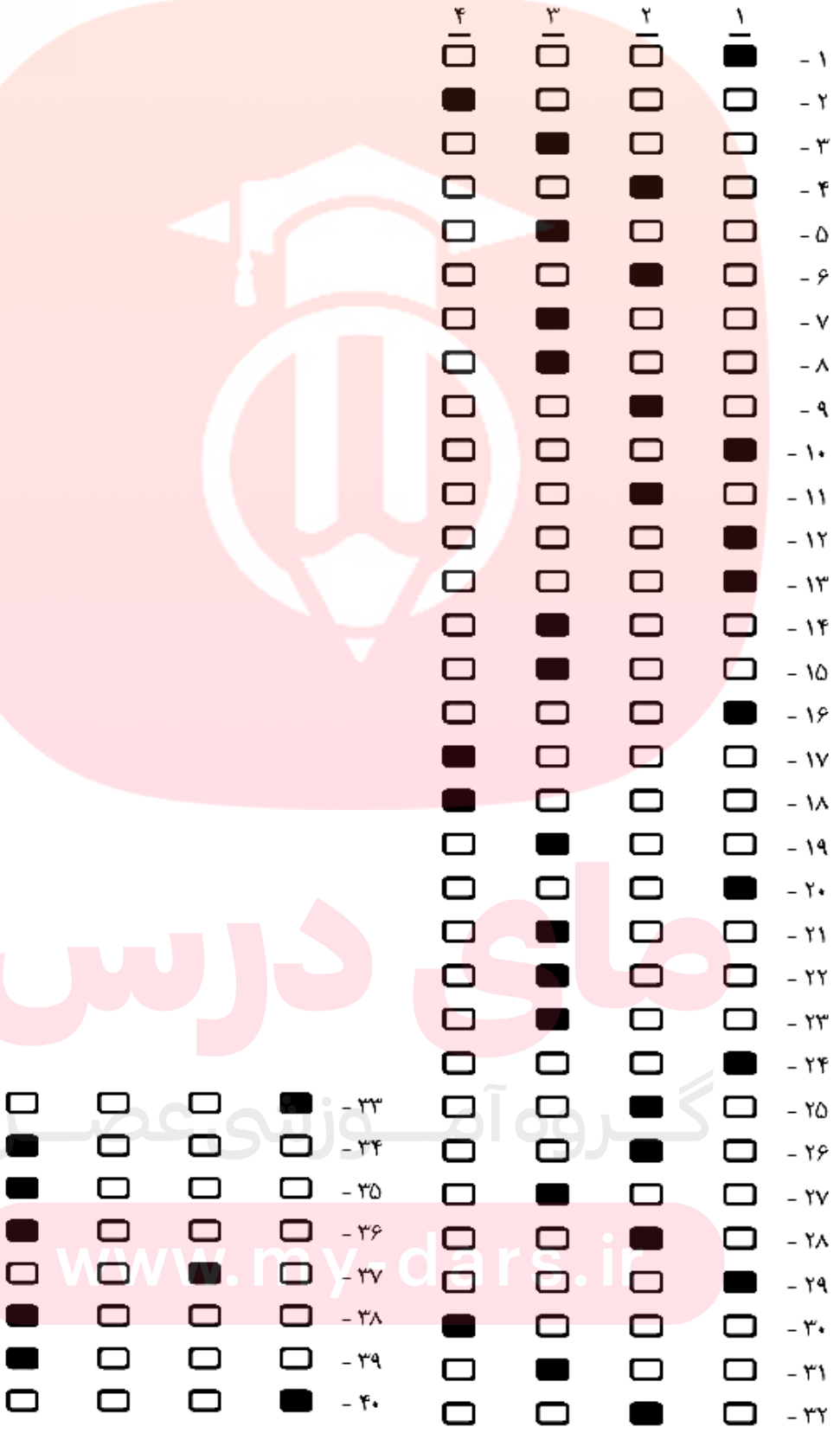
۴۰- خازنی را با مولدی شارژ و سپس از آن جدا می‌سازیم. اگر $\frac{۲}{۵}$ کل بار خازن را در این حالت تخلیه کنیم، انرژی باقی‌مانده چند درصد انرژی اولیه‌ی خازن می‌شود؟

۱) ۱۶ ۲) ۶۴ ۳) ۸۴ ۴) ۳۶

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

key

کلید نامه!



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