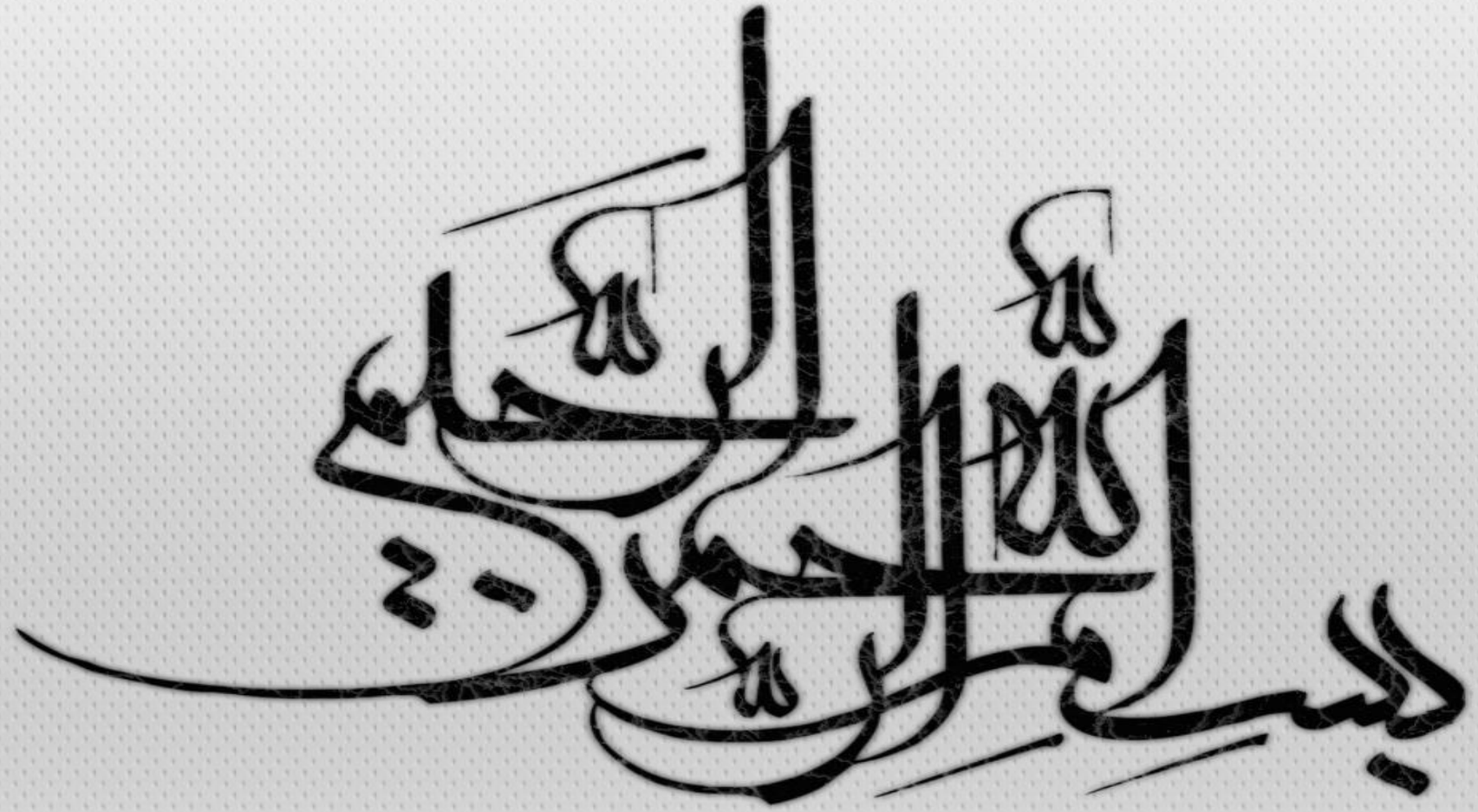

بسم الله الرحمن الرحيم

فیزیک یازدهم (ریاضی فیزیک)

فصل اول(الکتریسیته ساکن)

فصل اول

مدرس: مرتضی فصیحی ۰۹۱۹۱۳۱۷۳۱۳

- ۱- الکتریسیته از کلمه الکترون به معنی کهربا گرفته شده است.
- ۲-الکترواستاتیک یا الکتریسیته ساکن به مطالعه بارهای الکتریکی ساکن میپردازد.

وسیله‌های اطراف ما، همگی منشأ الکتریکی دارند. مبانی فیزیکی مرتبط با این پدیده‌ها نخستین بار مورد توجه فیلسوفان یونان قدیم قرار گرفت که دریافتند اگر قطعه‌ای از کهربا با پارچهٔ پشمی مالش داده شود و سپس به خرده‌های کاه نزدیک گردد، آن خرده‌ها به سوی کهربا کشیده می‌شوند. امروز می‌دانیم این کشش ناشی از یک نیروی الکتریکی است. در واقع واژهٔ الکتریسیته از واژهٔ یونانی الکترون[1] گرفته شده است که به معنای کهرباست.

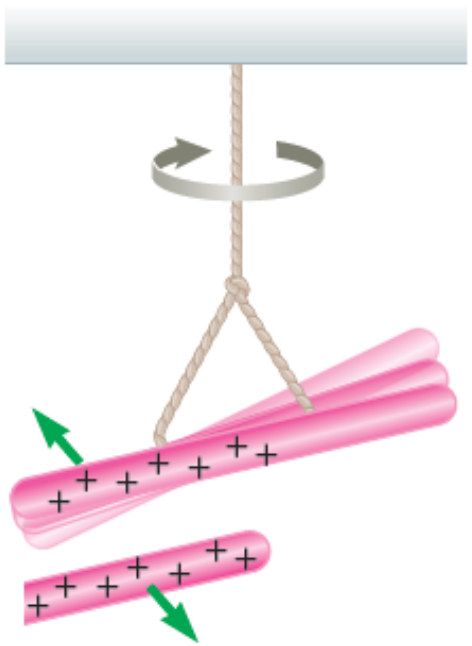
وقتی لباس‌های بافتنی را از تن خارج می کنیم، یا پس از اینکه چند قدم بر روی فرشی راه می‌رویم، دستگیرهٔ فلزی در را با دست بگیریم، عملاً وجود الکتریسیته را به صورت یک شوک الکتریکی حس می کنیم.

۳- بار الکتریکی:

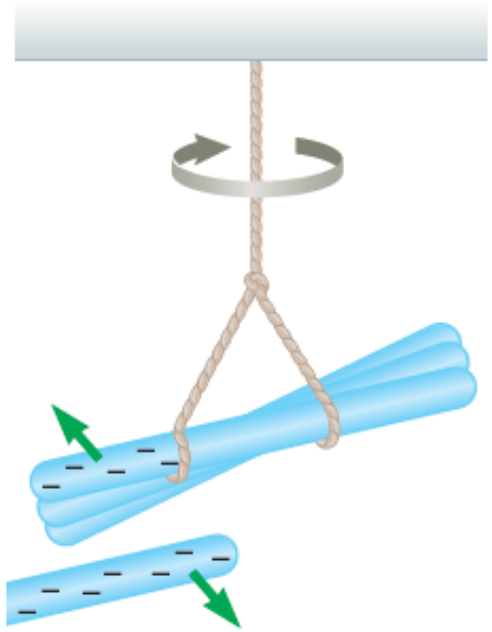
اغلب وقتی دو جسم را به هم مالش میدهیم این اجسام دارای خواص الکتریکی مختص خود می شوند که نمایانگر بار الکتریکی موجود بر آنها خواهد بود.

- واحد بار الکتریکی کولن c است.
- بارهای الکتریکی دونوع دارند، همنام و غیر همنام.

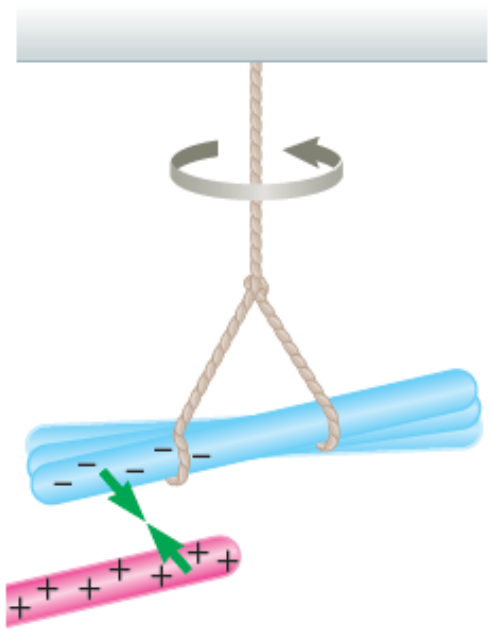
بارهای همنام یکدیگر را دفع و غیر همنام همدیگر را جذب می کنند.



الف) وقتی دو میلهٔ شیشه‌ای را با پارچهٔ ابریشمی مالش دهیم، همدیگر را دفع می‌کنند.



ب) وقتی دو میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش دهیم، همدیگر را دفع می‌کنند.



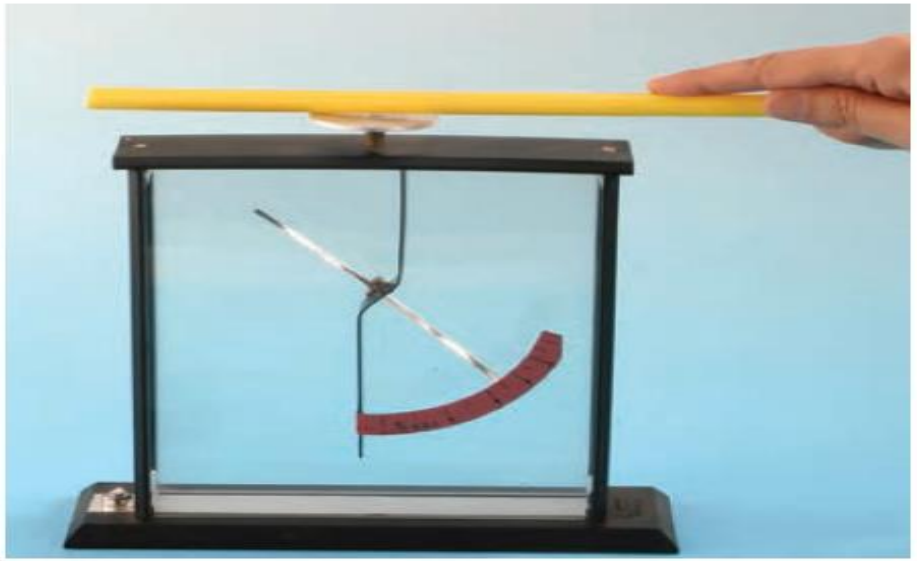
پ) وقتی میلهٔ پلاستیکی مالش داده شده با پارچهٔ پشمی را به میلهٔ شیشه‌ای مالش داده شده با پارچهٔ ابریشمی نزدیک کنیم، همدیگر را جذب می‌کنند.

فصل اول

مدرس: مرتضی فصیحی ۰۹۱۹۱۳۱۷۳۱۳

- نکته !!! کولن واحد بزرگی برای نمایش میزان بارهاست بنابراین غالبا از میکروکولن و واحد های این چنینی استفاده میکنیم.
- نکته!!! برای مشخص نمودن میزان و نوع بار بر روی اجسام می توان از الکتروسکوپ استفاده کرد.

الف) تصویری از یک الکتروسکوپ درجه‌بندی‌شدهٔ بدون بار



ب) جسمی باردار را به کلاهک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک کرده یا تماس داده‌ایم.

۴- پایستگی بار الکتریکی:

در یک اتم خنثی مجموع بار الکترونها و پروتون ها برابر و درنتیجه بار کلی اتم خنثی است.

در فرایندهای الکترو استاتیک بار نه به وجود می آید و نه از بین میرود.بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می گردد.

بار بنیادی برابر با اندازه بار الکترون (یا پروتون) و بدون علامت است.

$$e = ۱/۶۰۲۱۷۶۵۳ \times ۱۰^{-۱۹}\mathrm{C} \approx ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}\,\mathrm{C}$$

فصل اول

مدرس: مرتضی فصیحی ۰۹۱۹۱۳۱۷۳۱۳

در هنگام مالش، با انتقال تعدادی الکترون از یک جسم به جسمی دیگر، تعادل بارها در اتم خنثی بر هم می‌خورد و جسمی که الکترون از دست می‌دهد، تعداد الکترون‌هایش کمتر از تعداد پروتون‌های آن می‌شود و بار الکتریکی خالص آن مثبت می‌گردد و همچنین، جسمی که الکترون اضافی دریافت می‌کند، الکترون‌هایش از پروتون‌های آن فزونی می‌یابد و بار الکتریکی خالص آن منفی می‌شود. به‌دست آوردن یا از دست دادن الکترون دو جسم در تماس با یکدیگر را می‌توان براساس جدولی موسوم به سری الکتریسیتهٔ مالشی (تریبوالکتریک؛ Tribo در زبان یونانی به معنای مالش است) معلوم کرد (جدول ۱ــ۱). در این جدول مواد پایین‌تر، الکترون‌خواهی بیشتری دارند؛ یعنی اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار گیرند، الکترون‌ها از مادهٔ بالاتر جدول به ماده‌ای که پایین‌تر قرار دارد منتقل می‌شود. مثلاً اگر تفلون با نایلون مالش یابد، الکترون‌ها از نایلون به تفلون منتقل می‌شوند.

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

۵- کوانتیده بودن بار الکتریکی:

بارهای الکتریکی همواره به شکل بسته های از مضرب صحیح بار بنیادی هستند.:

مهم

$$q = \pm ne \quad , \quad n = ۰,۱,۲,\ldots$$

تمرین ۱ـ۱

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

۶– قانون کولن:

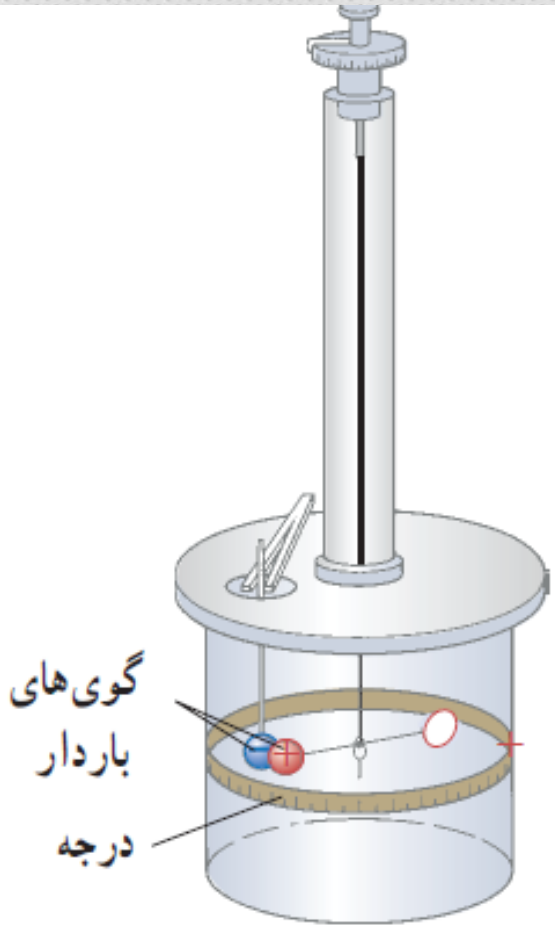
اندازهٔ نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای[۱] که در راستای خط واصل آنها اثر می‌کند، با حاصل‌ضرب بزرگی آنها متناسب است و با مربع فاصلهٔ بین آنها نسبت وارون دارد. بنابراین، اندازهٔ این نیرو برابر است با

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \qquad (۱-۲)$$

مهم

که در آن q_1 و q_2 بارهای الکتریکی دو بار نقطه‌ای برحسب کولن (C)، r فاصلهٔ بین دو بار برحسب متر (m)، و F بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر هر بار برحسب نیوتون (N) است. در این رابطه k ثابت الکتروستاتیکی یا ثابت کولن نام دارد و برابر است با[۲]

$$k = ۸/۹۸۷۵۵۱۷۹ \times ۱۰^۹ \mathrm{N.m^2/C^2} \approx ۹/۰ \times ۱۰^۹ \mathrm{N.m^2/C^2}$$

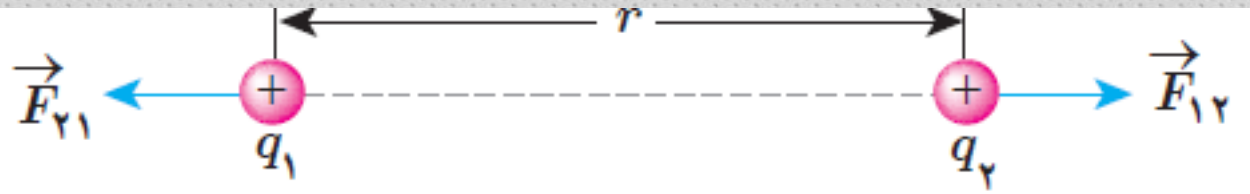


شکل ۱ــ۷ ترازوی پیچشی کولن. در یک سر یک میلهٔ نارسانای سبک افقی یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن، یک قرص قرار دارد و میله از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانهٔ شیشه‌ای برده می‌شود. درجه‌هایی بر سطح استوانه حک شده است که زاویهٔ چرخش میله را نشان می‌دهد. نیروی مؤثر بین این بارها از اندازه‌گیری زاویهٔ چرخش تا رسیدن به حالت تعادل به‌دست می‌آید.

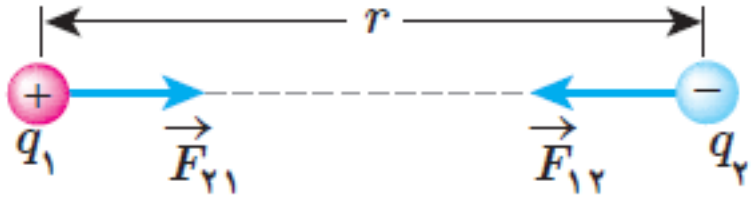
- نکته مهم!!! بین دوبار نقطه ای ، نیروی کولنی متقابل دقیقا برابر، ولی از نظر جهت مخالف یکدیگرند.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow F_{12} = F_{21} = F$$

الف) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، دافعه است.



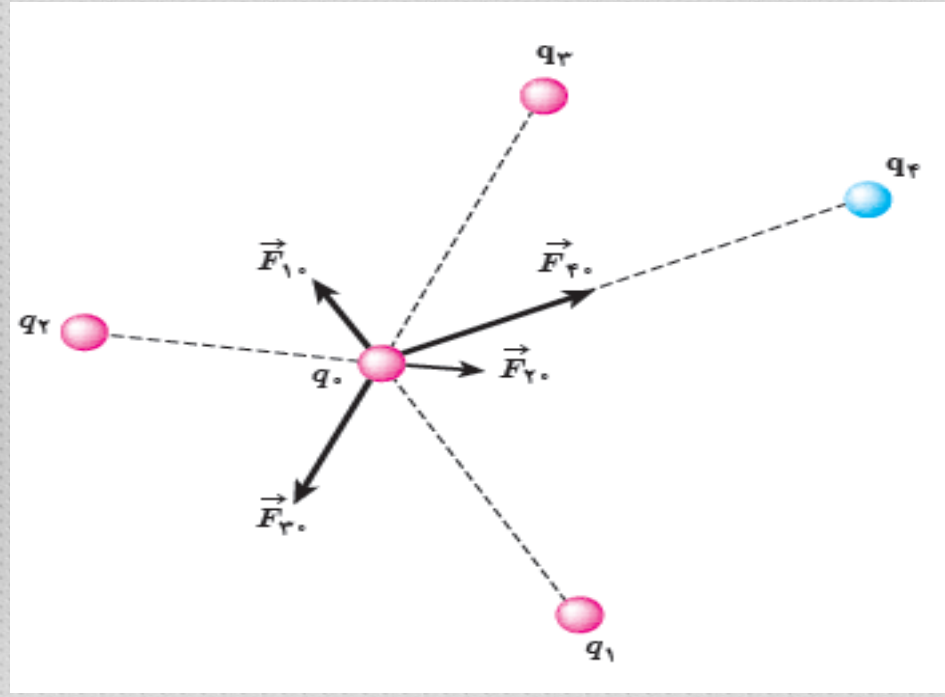
ب) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی ناهمنام، جاذبه است.



۷-اصل برهم نهی نیروها:

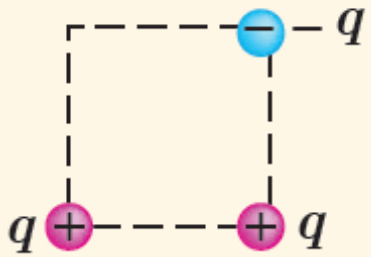
نیروهای الکترواستاتیکی خاصیت جمع پذیری برداری دارند و بر این اساس میتوان نیروهای وارد بر یک بار را برابر با برایند تک تک نیورهای وارده بر آن دانست:

$$\vec{F}_{T_0} = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \cdots + \vec{F}_{n_0}$$



پرسش ۱ـ ۳

سه ذرّهٔ باردار مطابق شکل روبه‌رو، در سه گوشهٔ یک مربع قرار دارند.

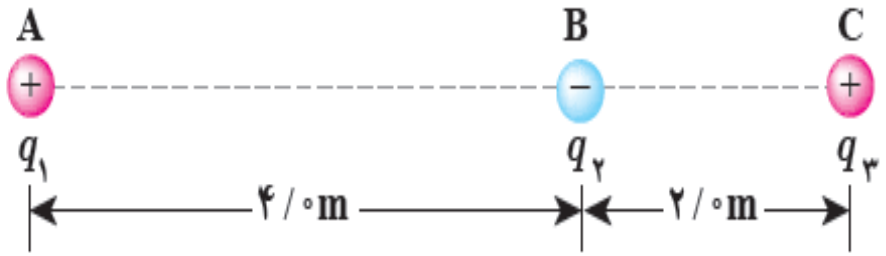


الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی را تعیین کنید.

ب) اگر ذرّهٔ سمت چپ پایینی به جای q، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی چگونه خواهد بود؟

مثال ۱ـ ۳

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



۸–میدان الکتریکی:

خاصیت اطراف هر بار الکتریکی که به سبب آن نیرو انتقال می باید را میدان الکتریکی گوییم:

میدان الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف یک جسم باردار الکتریکی به صورت زیر تعیین می‌شود : نخست بار کوچک و مثبت q_0 موسوم به بار آزمون[1] را در آن نقطه قرار می‌دهیم و سپس نیروی الکتریکی $\vec{F}$ وارد بر آن را اندازه می‌گیریم. آن‌گاه میدان الکتریکی $\vec{E}$ ناشی از جسم باردار در آن نقطه به‌صورت زیر تعریف می‌شود :

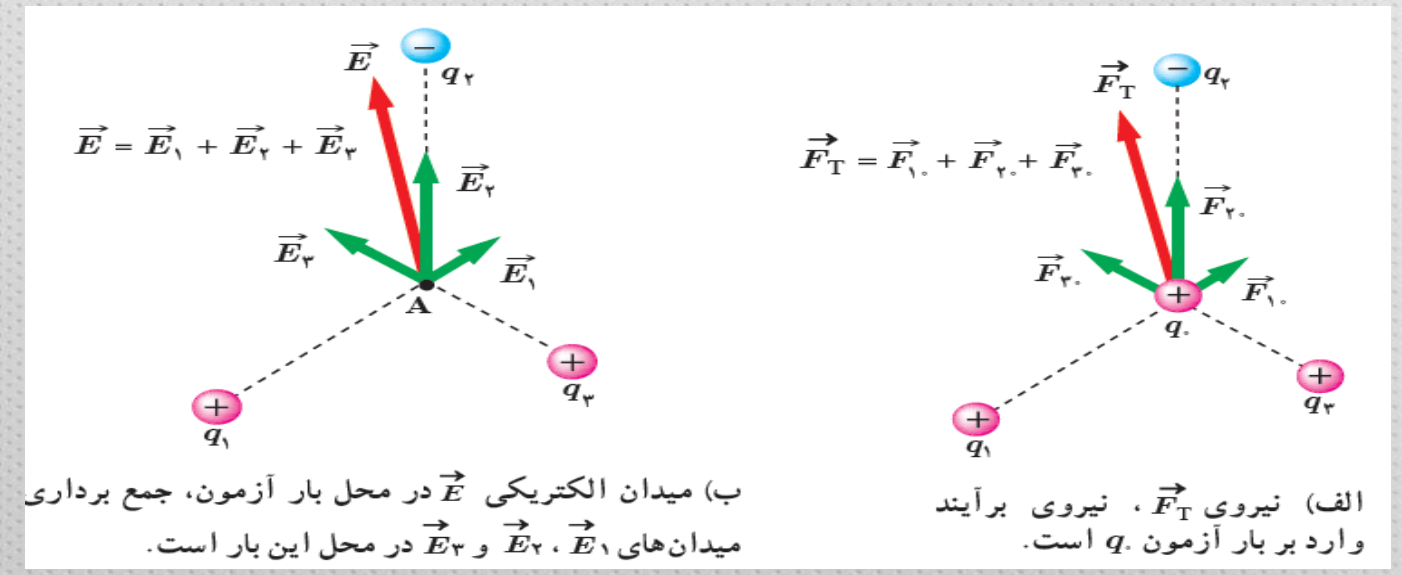
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \qquad (۱_۳)$$

جهت آن همان جهت نیروی وارد بر بار آزمون است.

مدرس: مرتضی فصیحی ۰۹۱۹۱۳۱۷۳۱۳

نکته!!! میدان الکتریکی نیز مانند نیرو ها خاصیت جمع برداری دارد.

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



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

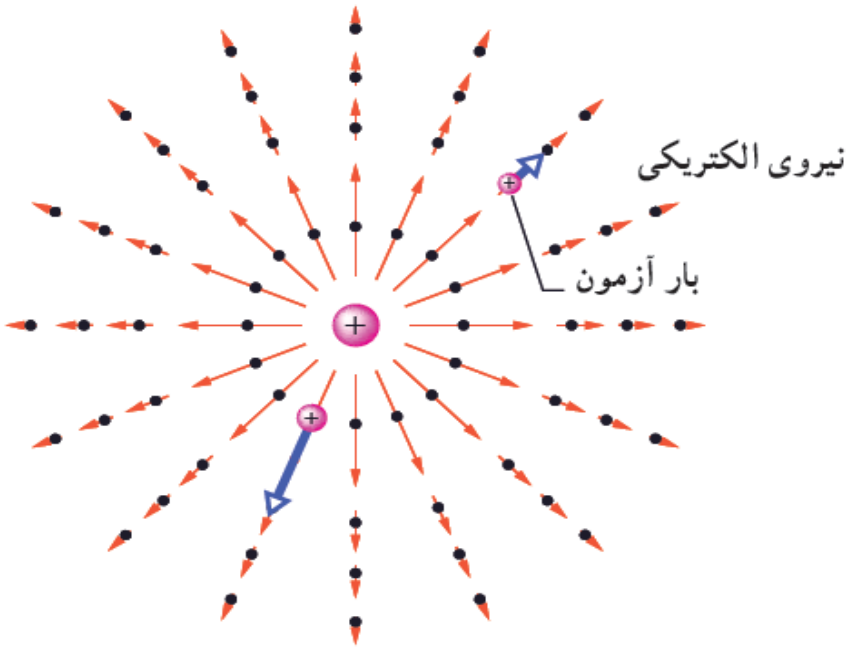
ب) میدان الکتریکی $\vec{E}$ در محل بار آزمون، جمع برداری میدان‌های $\vec{E}_1$ ، $\vec{E}_2$ و $\vec{E}_3$ در محل این بار است.

برای یک تک ذره میدان الکتریکی را میتوان در هر فاصله ای از ذره به شکل زیر بدست آورد:

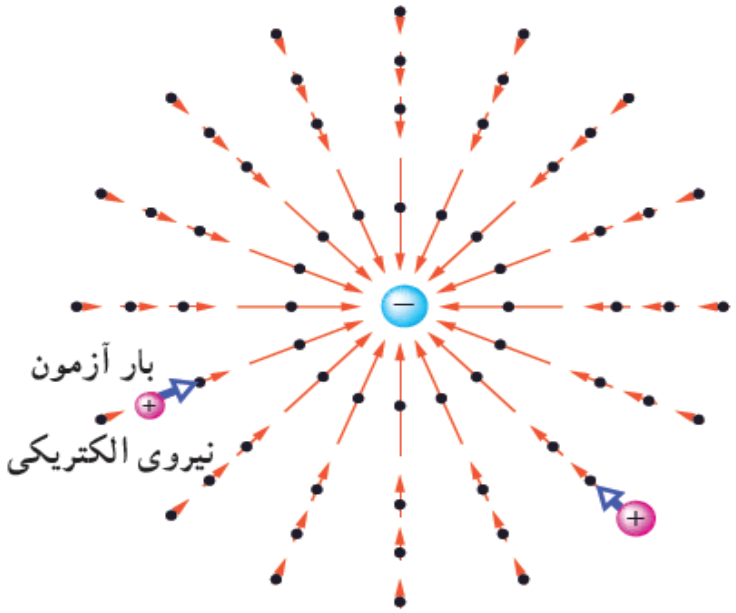
$$E = k\frac{|q|}{r^2}$$

۹–خطوط میدان الکتریکی:

برای مجسم کردن میدان الکتریکی در فضای اطراف بارها از خطوط فرضی به اسم خطوط میدان استفاده میکنیم.

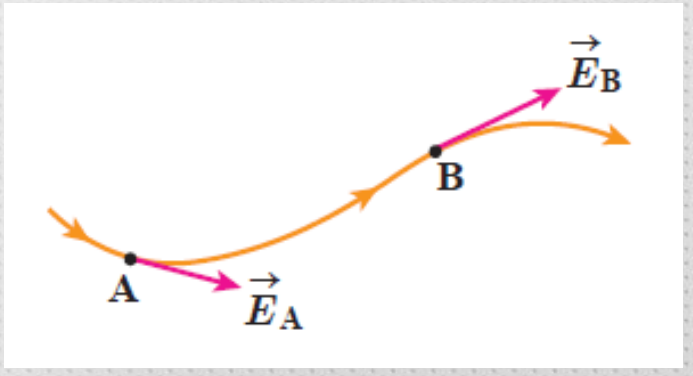


الف) میدان الکتریکی حاصل از یک ذرّهٔ باردار مثبت ساکن.

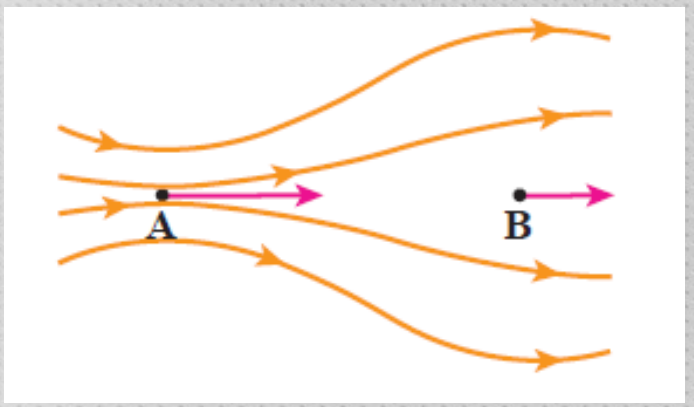


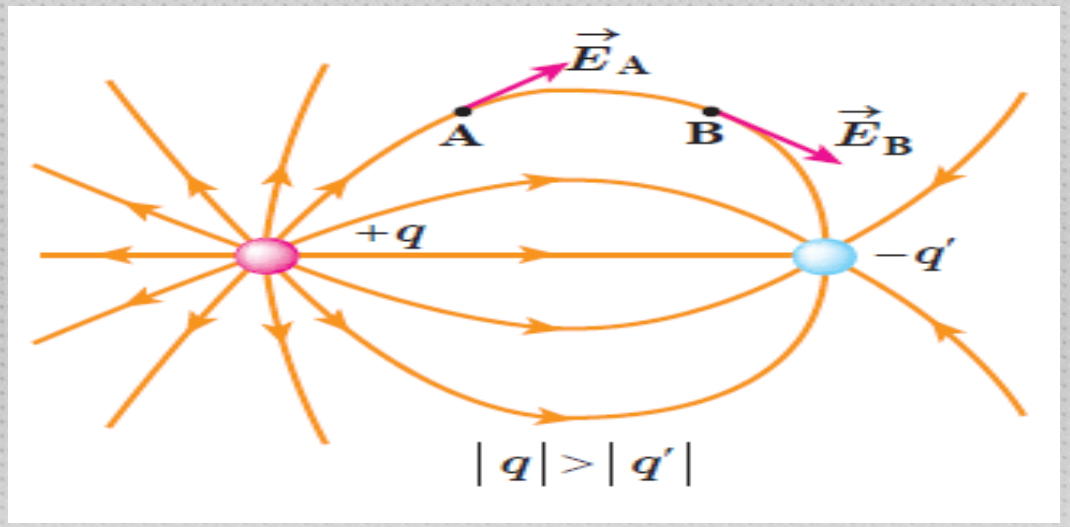
ب) میدان الکتریکی حاصل از یک ذرّهٔ باردار منفی ساکن.

مدرس: مرتضی فصیحی ۰۹۱۹۱۳۱۷۳۱۳



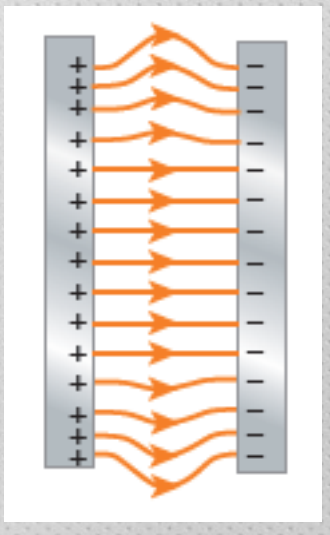
- قواعد کلی حاکم بر خطوط میدان:
- ۱-در هر نقطه، میدان ،مماس بر خطوط میدان است
- ۲-تراکم خطوط نشانگر شدت میدان است
- ۳-میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد میشود.





۱۰–میدان یکنواخت:

اگر دو صفحه باردار بزرگ و با فاصله مناسب از هم را درنظر بگیریم خطوط میدان (در نقاط میانی و به دور از لبه صفحه ها) دارای شکل گیری منظم، هم جهت و هم اندازه اند و میدان یکنواخت ایجاد میکنند.



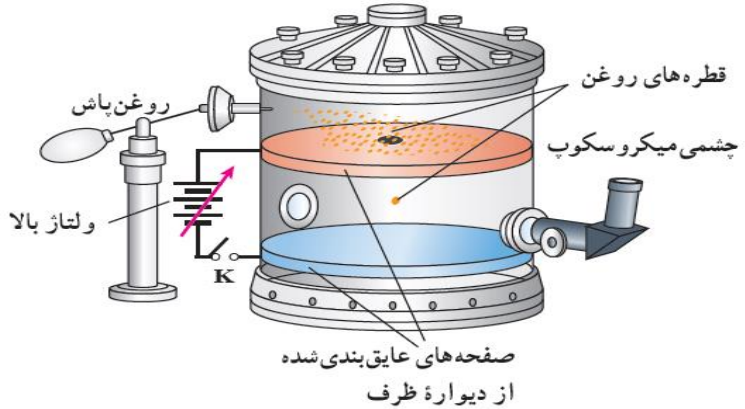
همچنین برای نیروی وارد بر یک ذره در میدان خواهیم داشت:

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

مثال ۱ــ ۹ : آزمایش قطره ــ روغن میلیکان

همان‌طور که پیش‌تر دیدیم بارالکتریکی با هر مقداری ظاهر نمی‌شود؛ بلکه همواره مضرب درستی از بار بنیادی e است ($q = \pm ne$). آزمایش کلاسیک فیزیک‌دان آمریکایی *رابرت میلیکان* به توضیح این امر می‌پردازد. این آزمایش اکنون به نام آزمایش قطره ــ روغن میلیکان[1] معروف است. میلیکان بین دو ورقهٔ فلزی موازی و افقی میدان الکتریکی قائم یکنواخت $\vec{E}$ را توسط یک منبع ولتاژ بالا ایجاد کرد (که می‌توانست آن را قطع و وصل کند). او در مرکز ورقهٔ بالایی چندین روزنهٔ کوچک ایجاد کرده بود که از طریق آنها قطره‌های روغن حاصل از یک روغن‌پاش به ناحیهٔ بین دو ورقه می‌پاشید. بیشتر این قطره‌ها در اثر مالش با دهانهٔ خروجی روغن‌پاش، باردار می‌شدند. میلیکان با تغییر دادن میدان الکتریکی بین صفحات به حرکت قطره‌های 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 قطره‌ــ روغن‌های متفاوت دریافت که بار قطره‌ها برابر بار بنیادی e یا مضرب درستی از این مقدار است. شکل زیر اسباب واقعی آزمایش اولیهٔ میلیکان و طرحی از آن اسباب را نشان می‌دهد.

رابرت اندرو میلیکان[2] (۱۹۵۳ــ۱۸۶۸م)
فیزیک‌دان خبرهٔ آمریکایی که در سال ۱۹۲۳میلادی به خاطر کار خود در تعیین بار الکترون و نیز اثر فوتوالکتریک برندهٔ جایزهٔ نوبل گردید.



۱۱-انرژی پتانسیل الکتریکی:

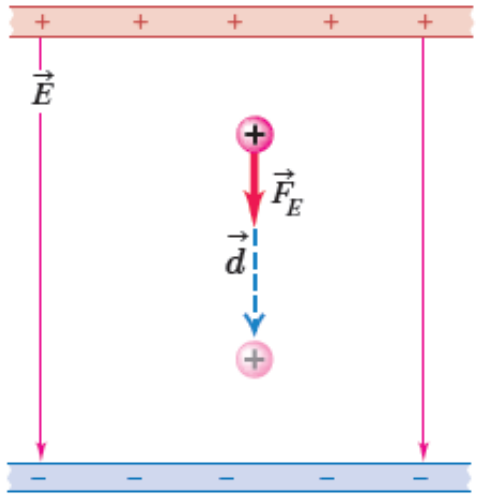
اگر ذره بارداری را در میدان رها کنیم رفته رفته بار شروع به حرکت کرده و انرژی جنبشب آن زیاد می شود. بر اساس قانون پایستگی انرژی انرژی نه به وجود می آید و نه از بین می رود بلکه از شکلی به شکل دیگر تغییر می کند. پس انرژی جنبشی به وجود آمده ناشی از انرژی نهفته دیگری بوده که آن را انرژی پتانسیل الکتریکی مینامیم.

$$W_E = -\Delta U_E$$

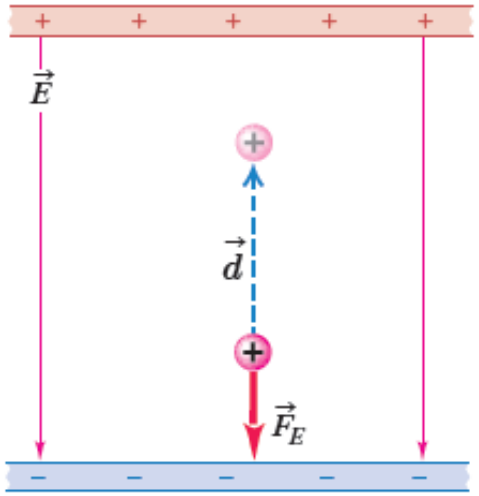
به عبارتی، منفی کار انجام شده توسط نیروی الکتریکی بر بار رها شده د رمیدان را برابر انرژی پتانسیل تعریف می کنیم.

$$W_E = (F_E \cos\theta)\, d = F_E\, d \cos\theta \quad \Rightarrow \quad \Delta U_E = -W_E = -|q|\, E\, d \cos\theta$$

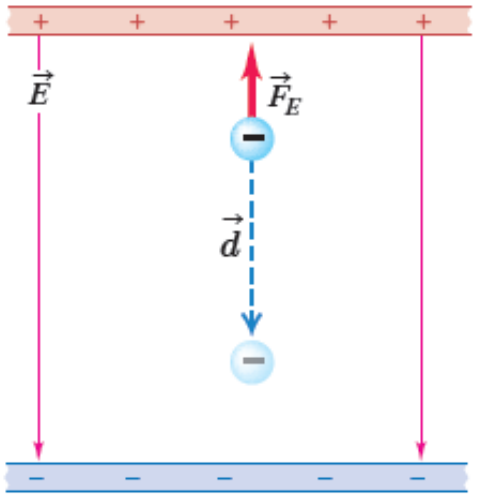
مدرس: مرتضی فصیحی ۰۹۱۹۱۳۱۷۳۱۳



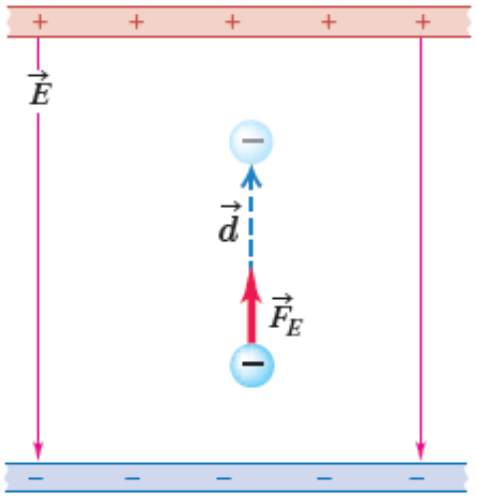
الف) بار مثبت را در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم : میدان الکتریکی *کار مثبت* W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E *کاهش می‌یابد*.



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



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



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

۱۲- پتانسیل و اختلاف پتانسیل:

کمیت مستقل از میزان بار الکتریکی است که درواقع نسبت تغییرا انرژی پتانسیل الکتریکی به بار الکتریکی را نشان میدهد و کمیتی نرده ای است. اختلاف این نسبت ها در جاهای مختلف را اختلاف پتانسیل مینامیم.

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

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

پتانسیل را ولت نیز مینامند و دیمانسیون آن نیز ژول بر کولن است.

$$\Delta U_E = -|q| Ed \cos 0^\circ = -qEd$$

$$\Delta U_E = q\Delta V$$

$$\Delta V = -Ed$$

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.

۱۳- کار نیروی خارجی:

اگر ذره بارداری در میدان الکتریکی توسز نیروی خارجی جابجا گردد، آن نیرو کار انجام داده است.

همچنین نیروی الکتریکی نیز در جابجایی های انجام شده کار مخصوص به خود را انجام داده است. پس:

$$(\Delta U_E = q\Delta V)$$

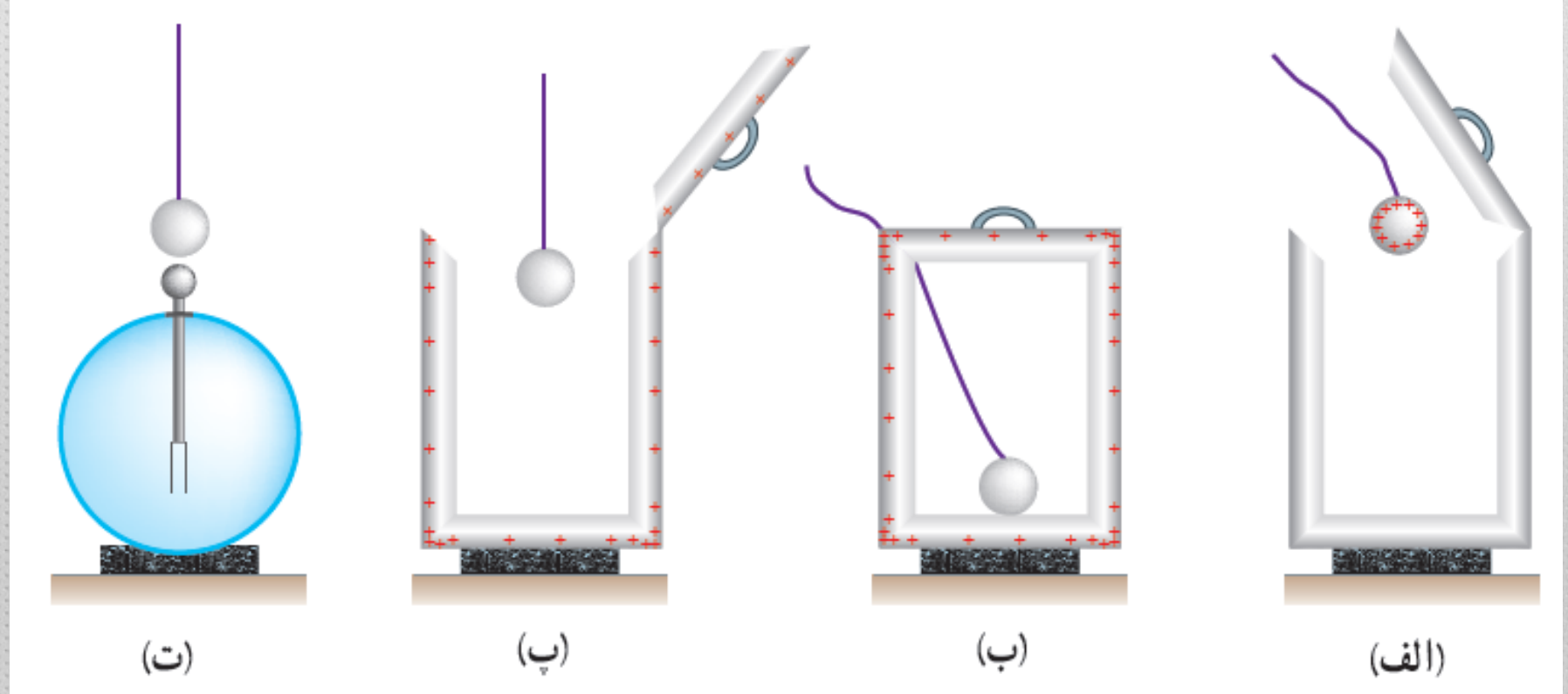
$$(W_E = -\Delta U_E)$$

$$\Delta K = W_{\text{خارجی}} + W_E = W_{\text{خارجی}} - q\Delta V$$

اگر امنرژی جنبشی(سرعت ذره) در ابتدا و انتهای مسیر یکسان باشد آنگاه:

$$W_{\text{خارجی}} = -W_E = q\Delta V \qquad (\text{برای } \Delta K = 0)$$

۱۴- توزیع بار در رساناها(آزمایش فاراده):



نتیجه: بار در سطح بیرونی رسانا ها توزیع میشود.

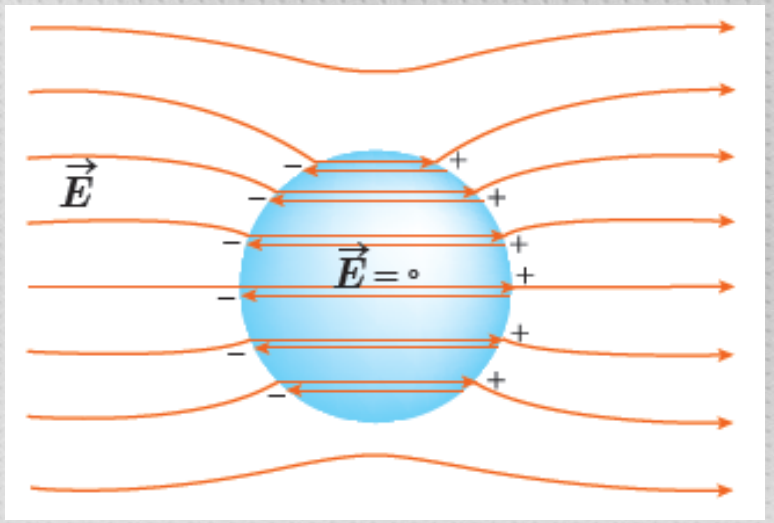
نکته بسیار مهم!!! توزیع بارها در سطح رسانا به گونه ای خواهد بود که میدان داخل جسم رسانا در هر نقطه برابر صفر باشد. (از شگفتی های خلقت و علم فیزیک)

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.

۱۵- رسانای خنثی در میدان الکتریکی(القا الکتریکی):

وقتی یکح جسم رسانا در میدان الکتریکی قرار گیرد، چیدمان بار های الکتریکی بر سطح آن تغییر میکند تا میدان به وجود آمده در سطح رسانا، تاثیر میدان خارجی درون رسانا را خنثی کرده و میدان درون رسانا صفر شود.

همچنین با نزدیک شدن بار و میدان به سطوح رسانا و تغییر چیدمان بار در سطح رسانا، عملا بار الکتریکی بر سطح رسانا القا می گردد.

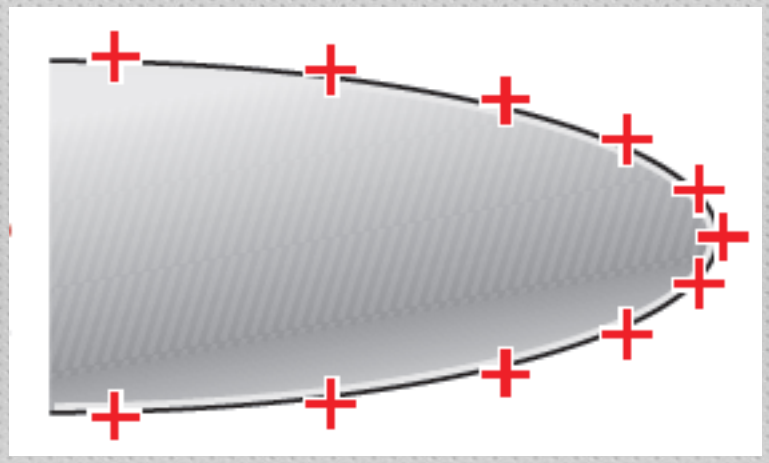


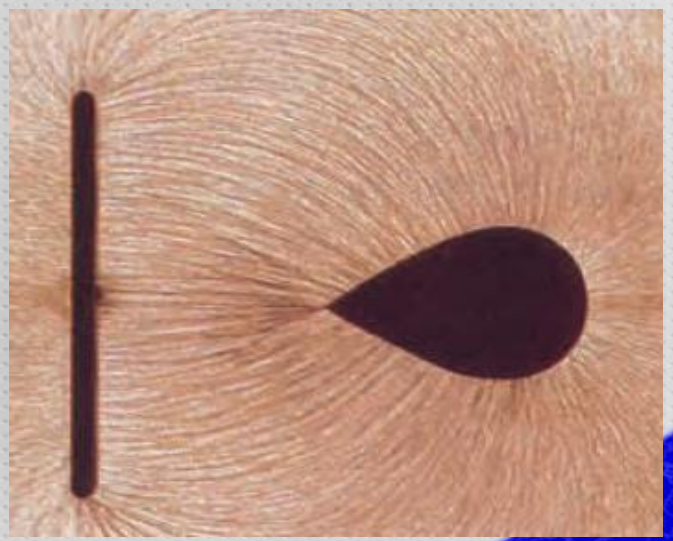
۱۶-چگالی سطحی بار:

چگالی سطحی نمایانگر تراکم بار های الکتریکی بر روی سطح جسم است:

$$\sigma = \frac{Q}{A} \quad (C/m^2)$$

نکته!!! توزیع بار در قسمت های تیز جسم بیشتر خواهد بود.

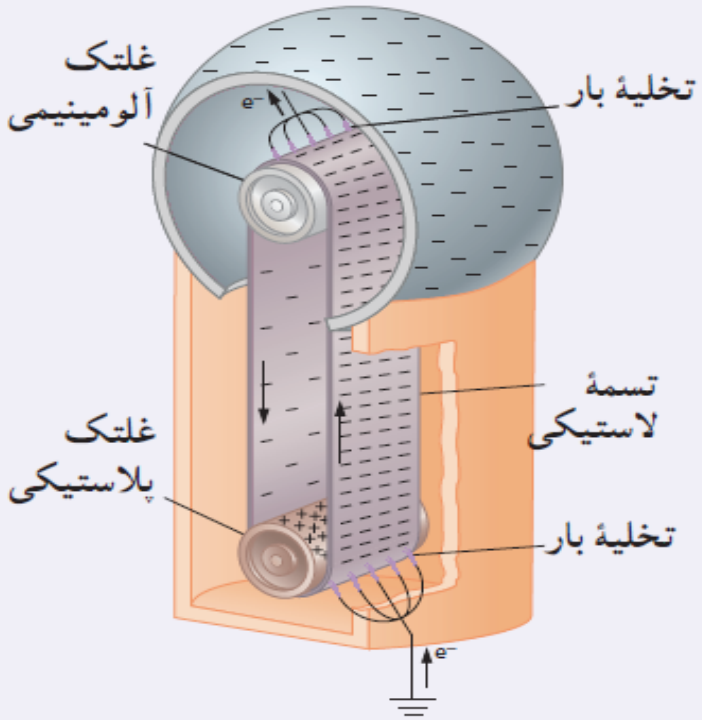




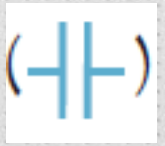
خوب است بدانید: مولد وان‌دوگراف

مولّد وان‌دوگراف، دستگاهی است که بار الکتریکی روی کلاهک فلزی آن انباشته می‌شود. اگر یک جسم رسانا با کلاهک این دستگاه تماس پیدا کند و یا در نزدیکی آن قرار گیرد می‌تواند دارای بار الکتریکی شود.

در نمونهٔ سادهٔ مولد وان‌دوگراف، غلتک پایینی توسط یک موتور الکتریکی می‌چرخد و تسمه روی دو غلتک چرخانده می‌شود.



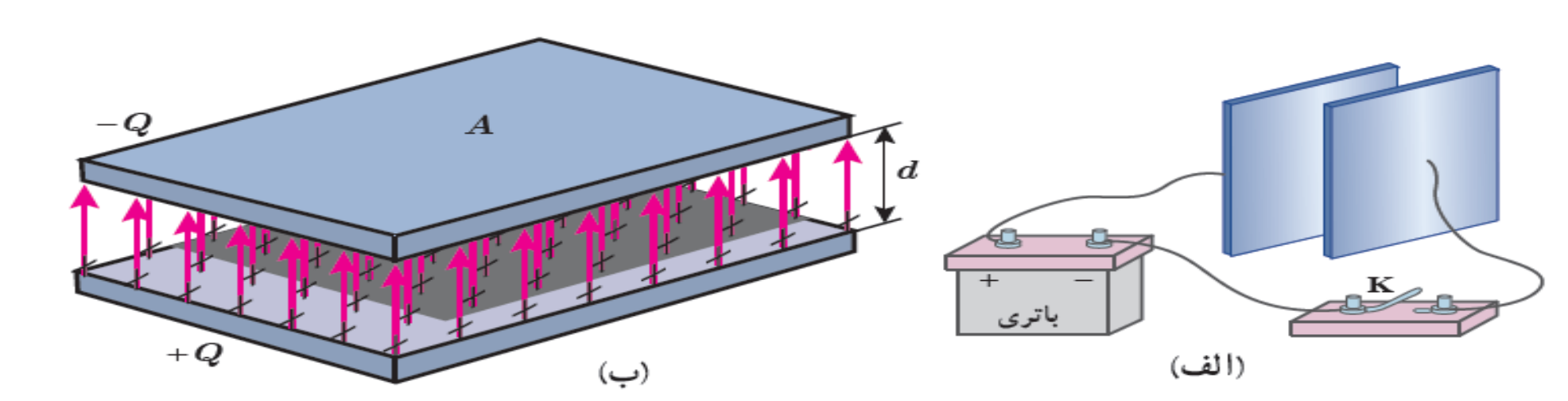
معمولاً غلتک پایینی از جنس پلاستیک پلی‌اتیلن و غلتک بالایی از جنس آلومینیم است. بر اثر مالش تسمه‌ای لاستیکی با غلتک پایینی، این غلتک بنا بر سری الکتریسیتهٔ مالشی، بار مثبت پیدا می‌کند. غلتک پایینی که بار مثبت دارد، در یک شانهٔ فلزی که متصل به زمین است، بار منفی القا می‌کند. بار منفی توسط این شانه روی سطح بیرونی تسمه قرار داده می‌شود. در غلتک بالایی، تسمهٔ لاستیکی باردار منفی، الکترون‌ها را از نوک‌های شانهٔ فلزی دفع می‌کند و نیز بار منفی از تسمه به شانه و سپس از شانه به سطح خارجی کلاهک منتقل می‌شود. به این ترتیب، بار الکتریکی منفی روی سطح خارجی کلاهک انباشته می‌شود. با انتخاب جنس‌های دیگری برای غلتک که در سری الکتریسیته مالشی پایین‌تر از لاستیک قرار دارند (مانند تفلون) می‌توان بار الکتریکی مثبت روی کلاهک ایجاد کرد.

۱۷–خازن: 

خازن ها غالبا متشکل از دو صفحه رسانا مقابل به هم است که فضای بین آن ها با عایق(دی الکتریک) پوشانده شده و با نشاندن بار بر روی این دو صفحه از آن برای ذخیره سازی بار استفاده میکنند.

۱۸–باردار کردن خازن ها:

با اعمال اختلاف پتانسیل(به طور مثال باتری) به دو سر خازن ها، بار الکتریکی رفته رفته بر روی صفحات خازن مینشیند تا اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن دقیقا برابر با اختلاف پتانسیل باتری شود. بار های هر صفحه دقیقا با صفحه مقابل برابر ولی مخالف(غیر همنام) یکدیگرند.میدان همواره از صفحه مثبت به صفحه منفی است.



۱۹- ظرفیت خازن:

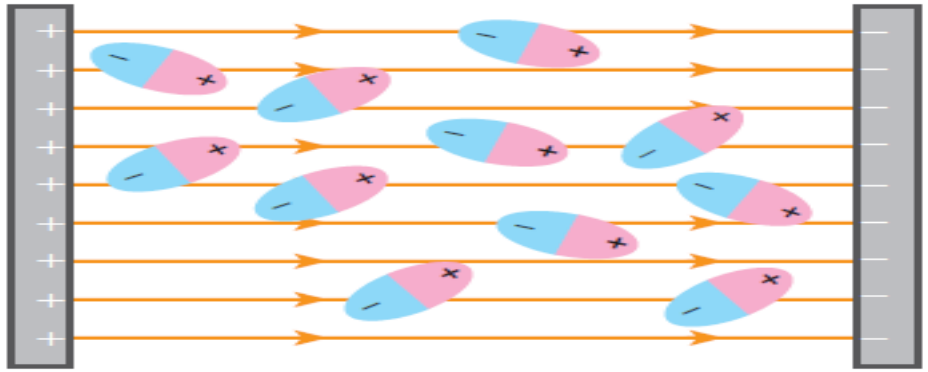
هر چه اختلاف پتانسیل اعمال شده به خازن را بیشتر کنیم بار نشانده شده بر آن نیز بیشتر می شود. نسبت بار به اختلاف پتانسیل کمیت ثابتی خواهد بود که به آن ظرفیت خازن میگوییم و یکای آن را فاراد معادل کولن بر ولت درنظر میگیریم. از آنجا که کولن کمیت بزرگی است غالبا آن را با پیشوندها نظیر میکرو و ... بیان میکنیم و به همین ترتیب ظرفیت خازن ها نیز بر حسب میکروفاراد و ... خواهد بود.

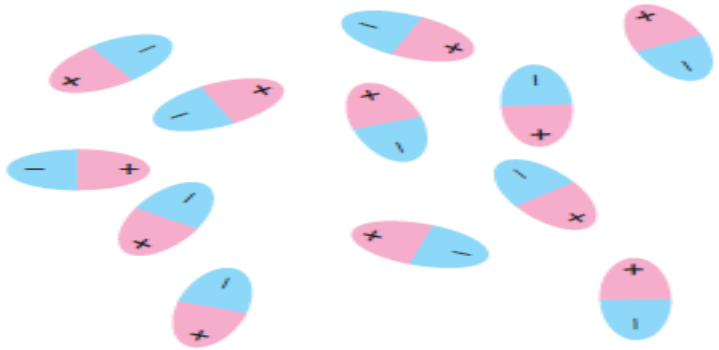
$$C=\frac{Q}{V} \quad (C/V)$$

افزودن دی الکتریک(عایق کردن فضای بین دو صفحه خازن) سبب افزایش ظرفیت خازن میگردد.

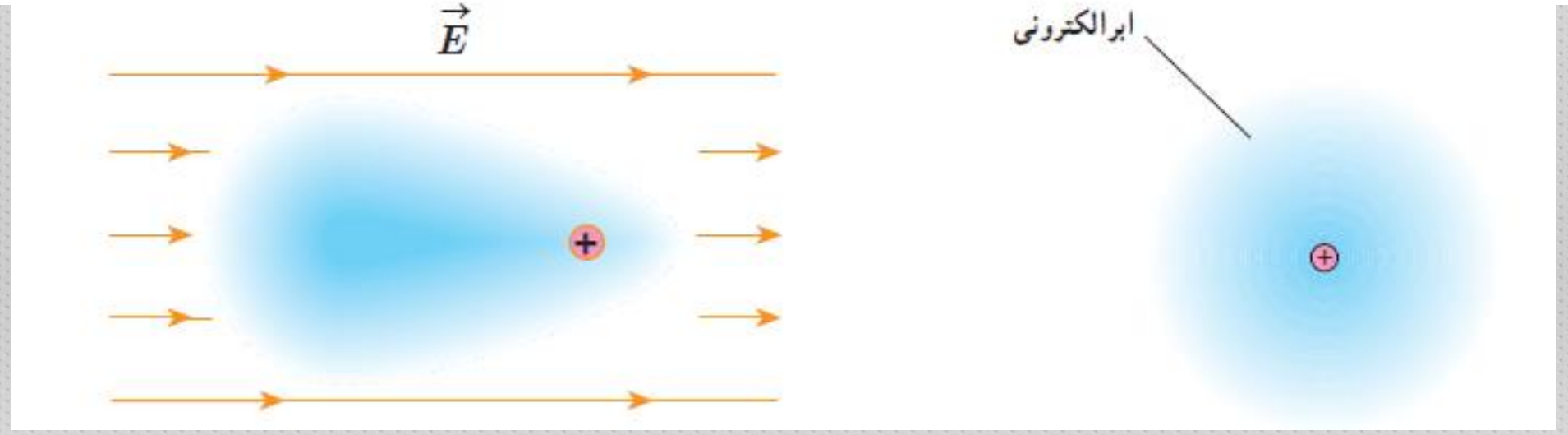
$$C=\kappa C_{\circ}$$

فرض کنید خازنی را نخست توسط یک باتری باردار و سپس از باتری جدا کرده‌ایم. اکنون فضای داخل این خازن را با یک دی‌الکتریک پر می‌کنیم. توجه کنید که دی‌الکتریک‌ها بر دو نوع‌اند : قطبی و غیرقطبی. وقتی یک دی‌الکتریک قطبی (مانند آب، NH_3، HCl) در میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن قرار می‌گیرد، سر منفی مولکول‌های دوقطبی به‌طرف صفحهٔ مثبت و سر مثبت آنها به طرف صفحهٔ منفی کشیده می‌شود و درنتیجه این مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند خود را در جهت میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن هم ردیف کنند (شکل ۱ـ۴۲).





وقتی یک دی‌الکتریک غیرقطبی (مانند متان، بنزن و...) در میدان بین دو صفحهٔ خازن قرار می‌گیرد بر اثر القا قطبیده می‌شود؛ یعنی میدان الکتریکی اعمال‌شده باعث می‌شود که ابر الکترونی مولکول‌های دی‌الکتریک در خلاف جهت میدان جابه‌جا شود (شکل ۱ــ ۴۳) و به این ترتیب، مرکز بارهای مثبت و منفی مولکول‌ها از هم جدا شده و اصطلاحاً مولکول‌ها قطبیده شوند.



۲۰- عوامل موثر بر ظرفیت خازن:

مساحت صفحات

فاصله ی بین صفحات

$$C_{\circ} = \varepsilon_{\circ} \frac{A}{d}$$

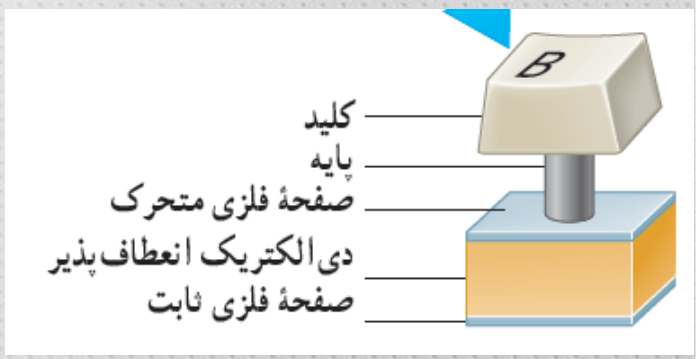
ثابت دی الکتریک ماده بین صفحات

که در آن $\varepsilon_{\circ}$ همان ضریب گذردهی الکتریکی خلأ ($\varepsilon_{\circ} = ۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲}\ F/m$) است.

$$C = \kappa \varepsilon_{\circ} \frac{A}{d}$$

مدرس: مرتضی فصیحی ۰۹۱۹۱۳۱۷۳۱۳

برخی از صفحه‌کلیدهای رایانه (شکل الف) بر مبنای تغییر ظرفیت خازن عمل می‌کنند. هر کلید این صفحه به یک سر پایه‌ای نصب شده است که سر دیگر آن به یک صفحهٔ فلزی متحرک متصل است. این صفحهٔ فلزی خود توسط یک دی‌الکتریک انعطاف‌پذیر از صفحهٔ فلزی ثابتی جدا شده است و درواقع این دو صفحه یک خازن تخت را تشکیل می‌دهند (شکل ب). با فشار دادن کلید، صفحهٔ متحرک به صفحهٔ ثابت نزدیک می‌شود و ظرفیت خازن افزایش می‌یابد. این تغییر ظرفیت به‌صورت سیگنالی الکتریکی توسط مدارهای الکترونیکی رایانه آشکار می‌شود و بدین‌ترتیب، مشخص می‌شود که کدام کلید فشار داده شده است.



۲۱ - فروریزش الکتریکی (شکست):

شکستن توان دی الکتریک و تخلیه ی بار از فضای بین دو صفحه خازن را فروریزش الکتریکی گویند.

۲۲- انرژی خازن:

انرژی ذخیره شده د رخازن ها به دلیل وجود بار را انرژی خازن می نامیم.

$$U_{\text{خازن}} = \frac{۱}{۲}QV = \frac{۱}{۲}CV^{۲} = \frac{۱}{۲}\frac{Q^{۲}}{C}$$

وقتی صفحه‌های خازن دارای بار الکتریکی می‌شوند در خازن انرژی ذخیره می‌شود. برای اینکه انرژی ذخیره‌شده در خازن را مشاهده کنیم، کافی است دو سر یک خازن پرشده را به دو سر یک لامپ کوچک وصل کنیم. به‌شرط آنکه ظرفیت و اختلاف پتانسیل خازن به اندازهٔ کافی زیاد باشد، لامپ برای مدتی روشن و سپس خاموش می‌شود. درهنگام شارژ شدن خازن توسط باتری، دائماً باری جزئی از یک صفحهٔ خازن جدا و به همان اندازه به صفحهٔ دیگر منتقل می‌شود. در این فرایند، طبق رابطهٔ ۱ــ۱۳ ($W_{\text{خارجی}} = Q\ \Delta V$)، باتری روی این بار کار انجام می‌دهد. هنگام انتقال بار، اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن نیز به آهستگی افزایش می‌یابد. بنابراین، برای انتقال بارهای بعدی به‌کار بیشتری نیاز است. بنا به رابطهٔ ۱ــ۱۵ ($V = Q/C$) و با توجه به اینکه در این فرایند ظرفیت خازن همواره مقدار ثابتی است، اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن تابعی خطی از بار ذخیره‌شده در آن می‌شود که به‌طور یکنواخت از صفر تا V افزایش می‌یابد (شکل ۱ــ۴۷). بنابراین، در هنگام باردار شدن خازن می‌توان اختلاف پتانسیل متوسطی را به‌صورت $\overline{V} = \frac{V+0}{2} = \frac{V}{2}$ برای دو صفحهٔ خازن درنظر گرفت. آن‌گاه با استفاده از رابطهٔ ۱ــ۱۳ کار انجام شده برای باردار شدن کامل خازن برابر با حاصل‌ضرب کلّ بارهای جزئی منتقل شده (Q) در اختلاف پتانسیل متوسط است :

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