فصل اول الکتریسیته ساکن (الکتروستاتیک)

صفحه‌های لمسی به روش‌های مختلفی عمل می‌کنند که یکی از متداول‌ترین آنها مبتنی بر استفاده از خازن‌ها است.

با تماس انگشت ظرفیت الکتریکی در آن محل عوض می‌شود

توصیف آذرخش وچسبندگی پای مارمولک بر دیوار مبتنی بر اصول الکتریسیته ساکن است.

پیام‌های عصبی در دستگاه اعصاب به صورت الکتریکی است

دو نوع بار الکتریکی وجود دارد. مثبت و منفی

وقتی در یک جسم از این دو نوع بار به مقدار مساوی وجود داشته باشد، جمع جبری بارهای جسم صفر می‌شود که به معنای خنثی بودن آن جسم است. عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

وقتی دو میله شیشه ای با پارچه ابریشمی مالش داده شوند همدیگر را دفع می کنند

وقتی دو میله پلاستیکی با پارچه پشمی مالش داده شوند همدیگر را دفع می کنند

اگر میله پلاستیکی که به پارچه پشمی مالش داده شده را به میله شیشه ای که به پارچه ابریشمی مالش داده شده نزدیک کنیم همدیگر را جذب می کنند

نوع باری که دو جسم بر اثر مالش پیدا می‌کنند، به جنس آنها بستگی دارد

یکای بار الکتریکی در SI، کولُن (C) است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

یک کولن مقدار بار بزرگی است. مثلاً در یک آذرخش نوعی، باری از مرتبه $10\,C$ به زمین منتقل می‌شود

در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها برابر با تعداد پروتون‌های هسته است

بنابراین، جمع جبری همه بارها (بار خالص) دقیقاً برابر با صفر است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

اندازه بار منفی الکترون دقیقاً برابر با اندازه بار مثبت پروتون است. این مقدار را بار بنیادی (با نماد e) می‌گویند

که برابر است با $e = ۱/۶۰۲۱۷۶۵۳ \times ۱۰^{-۱۹} C \approx ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹} C$

جسمی که الکترون از دست می‌دهد، بار الکتریکی خالص آن مثبت می‌گردد

جسمی که الکترون اضافی دریافت می‌کند بار الکتریکی خالص آن منفی می‌شود

در جدول سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک؛ مواد پایین‌تر، الکترون خواهی بیشتری دارند؛ یعنی اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار گیرند، الکترون‌ها از ماده بالاتر جدول به ماده‌ای که پایین‌تر قرار دارد منتقل می‌شود عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

در مورد بارهای الکتریکی دو اصل وجود دارد. نخستین آنها اصل پایستگی بار است که بیان می‌دارد : مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزویبات است؛ یعنی بار می‌تواند 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.

دومین اصل، کوانتیده بودن بار است. در تجربه‌هایی 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 :

منظور از دستگاه منزوی در اینجا دستگاهی است که نه از محیط اطراف خود بار بگیرد و نه به آن بار بدهد.

اگر بارهای الکتریکی دو جسم همنام باشند، این نیرو دافعه است

اگر ناهمنام باشند، این نیرو جاذبه است.

گوی‌های باردار همنام یکدیگر را با نیرویی هم اندازه دفع کرده‌اند.

ذره باردار اصطلاحاً بار نقطه‌ای خوانده می‌شود عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

قانون کولن توسط ترازوی پیچشی کولن تحقیق می شود

قانون کولن بیان می‌دارد: اندازه نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط واصل آنها اثر می‌کند، با حاصل ضرب بزرگی آنها متناسب است و با مربع فاصله بین آنها نسبت وارون دارد $F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$

$\vec{F}_{12}$ **نیرویی است که بار نقطه‌ای** q_1 **به بار نقطه‌ای** q_2 **وارد می‌کند و** $\vec{F}_{21}$ **نیرویی است که بار نقطه‌ای** q_2 **به بار نقطه‌ای** q_1 **وارد می‌کند. این دو نیروی الکتریکی (بنا به قانون سوم نیوتون) هم‌اندازه، هم‌راستا، و در خلاف جهت همدیگرند**

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

نیروی الکتریکی وارد بر هر ذرّه، برایند نیروهایی است که هر یک از ذرّه‌های دیگر در غیاب سایر ذره‌ها، بر آن ذره وارد می‌کند. این موضوع که از آزمایش نتیجه شده است را اصل برهم نهی نیروهای الکتروستاتیکی می‌گویند.

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

بار q_1 **خاصیتی در فضای پیرامون خود ایجاد می‌کند که به آن اصطلاحاً میدان الکتریکی بار** q_1 **گفته می‌شود**

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \qquad E = k\frac{|q|}{r^2}$$

مولّد وان دوگراف وسیله‌ای است که ببار الکتریکی را بر روی یک کلاهک تو خالی فلزی خود جمع می‌کند

اصل برهم نِهیِ میدان‌های الکتریکی است، نشان می‌دهد که میدان الکتریکی ناشی از چند بار الکتریکی در نقطه‌ای از فضا، برابر مجموع میدان‌هایی است که هر بار در نبود سایر بارها در آن نقطه از فضا ایجاد می‌کند

خطوط میدان الکتریکی

۲ - **میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان‌دهنده اندازه میدان در آن ناحیه است؛ هرجا خطوط میدان متراکم‌تر باشد، اندازه میدان بیشتر است**

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

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

۴ - **خطوط میدان برایند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند یعنی از هر نقطه فضا فقط یک خط میدان الکتریکی می‌گذرد.**

میدان الکتریکی یکنواخت :

خطوط این میدان، در فضای بین دو صفحه و دور از لبه‌های صفحات، مستقیم، موازی و هم‌فاصله‌اند؛ یعنی بردار میدان در تمام نقاط بین دو صفحه هم‌اندازه و هم‌جهت است. $\vec{F} = q\vec{E}$

بزرگی این نیرو از رابطه $F = |q|E$ **به دست می آید، و جهت آن اگر** q **مثبت باشد، در همان جهت** $\vec{E}$ **و اگر** q **منفی باشد، در خلاف جهت** $\vec{E}$ **خواهد بود.** عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

تولید مثل برخی از گل‌ها به زنبورهای عسل وابسته است

آزمایش قطره - روغن میلیکان

بار الکتریکی با هر مقداری ظاهر نمی‌شود؛ بلکه همواره مضرب درستی از بار بنیادی e **است** $(q = \pm ne)$

آزمایش کلاسیک میلیکان به توضیح این امر می‌پردازد

قطره روغن در فضای بین دو صفحه معلق است

وزن همواره رو به پایین اثر می‌کند، بنابراین، نیروی الکتریکی باید رو به بالا بر قطره روغن اثر کند. چون جهت نیروی الکتریکی رو به بالا و جهت میدان الکتریکی رو به پایین است $|q|E = mg \Rightarrow$ **وزن = نیروی الکتریکی**

رسوب دهنده الکتروستاتیکی (ESP) **دود و غبار را از گازهای زائدی که از دودکش کارخانه‌ها و نیروگاه‌ها بالا می‌آید جدا می‌سازد** عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

اگر بار الکتریکی $+q$ **را از مجاورت صفحه مثبت رها کنیم، تحت تأثیر میدان الکتریکی به طرف صفحه منفی شروع به حرکت می‌کند و به تدریج تندی و انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد.**

کار نیروی الکتریکی وارد بر یک ذره باردار در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ **در یک جابه‌جایی مشخص برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در همان جابه‌جایی است؛ یعنی :**

$$W_E = -\Delta U_E$$

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

V کمیتی نرده‌ای موسوم به پتانسیل الکتریکی است

میدان الکتریکی در داخل رساناها عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

توزیع بار الکتریکی در رسانا - آزمایش فاراده

از این آزمایش نتیجه می‌گیریم که بار اضافی داده شده به یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود

بار در سطح خارجی رسانا توزیع می‌شود و نحوه توزیع بار در رسانا به گونه‌ای است که میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر شود عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

در شرایط الکتروستاتیکی، میدان الکتریکی در داخل رسانا نمی‌تواند صفر نباشد؛ زیرا اگر این میدان صفر نباشد،

رسانای خنثی در میدان الکتریکی

میدان الکتریکی درون رسانایی که در تعادل الکتروستاتیکی است برابر با صفر است

نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باردار در داخل رسانا نیز صفر می‌شود

کار نیروی الکتریکی در هر جابه‌جایی دلخواهی در داخل رسانا صفر می‌شود

همه نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند.

رنگ پاشی الکتروستاتیکی

اساس این رنگ پاشی مبتنی بر پدیده القای بار الکتریکی است

چگالی سطحی بار الکتریکی رسانا :عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

اگر مساحت سطحی که بار روی آن توزیع شده است برابر A و بار الکتریکی موجود در آن سطح برابر Q باشد چگالی سطحی بار از رابطه زیر به دست می آید :

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

در این رابطه چگالی سطحی بار (σ) برحسب کولن بر متر مربع (C/m^2) می شود.

بار الکتریکی روی سطح خارجی رسانا توزیع می شود

با تماس با کلاهک مولد واندوگراف باردار کنید. عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران
انحراف صفحه های الکتروسکوپ با نوک تیز دوک بیشتر از انحراف صفحه ها با بخش پهن آن است
تراکم بار و چگالی سطحی بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار از نقاط دیگر آن بیشتر است

انرژی فلاش دوربین در یک خازن ذخیره شده است
یک خازن تخت، از دو صفحه با مساحت A ساخته شده است که به فاصله d از هم قرار گرفته اند.
مدار یک تقویت کننده که شامل چند خازن است
یک روش برای باردار کردن خازن، اتصال صفحه های آن به یک باتری است.
صفحه های این خازن بارهایی هم اندازه و با علامت مخالف پیدا می کنند. میدان الکتریکی از صفحه مثبت به سمت صفحه منفی است. عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران
خازن وسیله ای الکتریکی است که می تواند بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند
باتری ها معمولا می توانند انرژی را فقط با آهنگ نسبتا کمی به مدار بدهند
اما خازن باردار می تواند انرژی را با آهنگ بسیار زیادی آماده کند.
باردار (شارژ) کردن خازن
با قرار دادن خازن در مدار الکتریکی ساده ای است که یک باتری دارد وقتی کلید 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 میان دو پایانه باتری یکسان شود.
وقتی یک خازن باردار می شود، صفحه های آن دارای بارهایی با بزرگی یکسان، ولی با علامت مخالف می شود
بین دو صفحه خازن تخت باردار یک میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد می شود که خطوط این میدان از صفحه مثبت به منفی است عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران
ظرفیت خازن
نسبت $\frac{Q}{\Delta V}$ همواره مقداری ثابت است که به این نسبت ثابت، ظرفیت خازن می گویند
ظرفیت خازن به اندازه بار خازن و نیز اختلاف پتانسیل دو صفحه آن بستگی ندارد
. عبارت ظرفیت الکتریکی را نخستین بار ولتا در تشابه با ظرفیت گرمایی به کار برد. بنابه دلایل تاریخی، قدر مطلق اختلاف پتانسیل ΔV بین دو صفحه خازن را با V نمایش می دهند. بنابراین:

$$C = \frac{Q}{V}$$

یکای بار الکتریکی، کولن (C)، یکای اختلاف پتانسیل، ولت (V) یکای ظرفیت، کولن بر ولت (C/V) می شود که فاراد (F) نامیده شده است
ماده ای عایق (مانند کاغذ یا پلاستیک) را دی الکتریک گویند
ظرفیت خازن با ضریبی موسوم به ثابت دی الکتریک ماده عایق افزایش می‌یابد
فرض کنید خازنی را نخست توسط یک باتری باردار و سپس از باتری جدا کرده ایم در این صورت بار آن ثابت می ماند

فرض کنید خازنی را توسط یک باتری باردار نموده و همواره به آن متصل نگه می داریم در این صورت ولتاژ آن ثابت می ماند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

دی الکتریک ها بر دو نوع اند : قطبی و غیرقطبی

دی الکتریک قطبی (مانند آب، HCl, NH_3)

دی الکتریک غیر قطبی (مانند متان، بنزن)

وقتی یک دی الکتریک قطبی در میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن قرار می گیرد

در نبود میدان الکتریکی، سمت گیری مولکول های دو قطبی نامنظم است.

در حضور میدان الکتریکی، مولکولهای قطبی می کوشند خود را در جهت میدان الکتریکی خارجی هم ردیف کنند.

وقتی یک دی الکتریک غیر قطبی در میدان بین دو صفحه خازن قرار می گیرد

در نبود میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق اند.

در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می شوند و ابر الکترونی در خلاف جهت میدان جابه جا می شود. مرکز بارهای مثبت و منفی مولکولها از هم جدا شده و اصطلاحا مولکولها قطبیده شوند.

حضور مولکول های دی الکتریک (قطبی یا غیر قطبی) در میدان الکتریکی بین صفحه های خازن، سبب افزایش ظرفیت خازن می شود. $C = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d}$

در یک میکروفون خازنی، با ارتعاش صفحه متحرک (دیافراگم) خازن بر اثر صدا، فاصله صفحه های خازن تغییر می کند بنابراین ظرفیت خازن تخت تغییر می کند که به ایجاد یک سیگنال الکتریکی می انجامد.

برخی از صفحه کلیدهای رایانه بر مبنای تغییر ظرفیت خازن عمل می کنند و دارای دی الکتریک انعطاف پذیر هستند عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران

در حسگر کیسه هوای برخی از خودروها از یک خازن استفاده می شود.

نقش های لیچنبرگ، فروریزش الکتریکی باعث تشکیل مسیرهای رسانشی سرخس شکلی در دی الکتریک شده است

فروریزش الکتریکی : اثر دیگر حضور دی الکتریک ها در خازن، افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن است

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

فروریزش الکتریکی در عایق بین دو صفحه خازنها معمولا با ایجاد یک جرقه همراه است و در بیشتر مواقع خازن را می سوزاند. خازنها معمولا با مقدار ظرفیت آنها اختلاف پتانسیل بیشینه ای که می توانند تحمل کنند مشخص می شوند

وقتی صفحه های خازن دارای بار الکتریکی می شوند در خازن انرژی ذخیره می شود.

انرژی در میدان الکتریکی بین صفحات خازن ذخیره می شود.

در دستگاه دفیبریلاتور یا دفع لرزش نامنظم قلب هم از خازن استفاده شده است

عقیل اسکندری 09125164028 منطقه سه تهران