

با مالش یک شانه پلاستیکی در آن خاصیتی به وجود می آید که می تواند ذرات ریز کاغذ (کاه) را جذب کند. به این خاصیت الکتریسته (کهربا) گویند. در واقع جسم باردار می شود.

## ویژگی های بار

- ۱ بارهای همنام یکدیگر را می رانند و بارهای ناهمنام یکدیگر را می ربایند.
  - ۲ بار کمیتی کوانتیده (گسسته) است و همواره مضربی از یک بار پایه (بار الکترون) است.  $q = \pm ne$
  - ۳ مجموع جبری بار الکتریکی یک دستگاه منزوی ثابت است. (اصل پایستگی بار)
- اجسام باردار بر اجسام باردار یا بدون بار نیرو وارد می کنند.

۱ **روش مالش:** در این روش که برای باردار کردن اجسام نارسانا به کار می رود. دو جسم به هم مالیده شده که سبب می گردد الکترون از یک جسم به جسم دیگر مطابق جدول سری الکتریسته مالشی (تریبو الکتریک) منتقل شود و دو جسم باردار شوند.

مالشی (تریبو الکتریک)	جدول: سری الکتریسته	انتهای منفی سری	پلاستیک، پلی اتیلن	کهربا	پارچه کتان	چوب	کاغذ	پوست انسان	آلمینیوم	اتریش	سرب	موی گرچه	پشم	نایلون	شیشه	موی انسان	انتهای مثبت سری
-----------------------	---------------------	-----------------	--------------------	-------	------------	-----	------	------------	----------	-------	-----	----------	-----	--------	------	-----------	-----------------

۲ **روش تماس:** در این روش یک جسم باردار را به یک جسم بدون بار (معمولاً رسانا) تماس می دهند. مقداری بار از جسم باردار به جسم بدون بار منتقل شده و هر دو جسم دارای بار همنام می شوند.

۳ **روش القا:** روشی برای باردار کردن اجسام رسانا

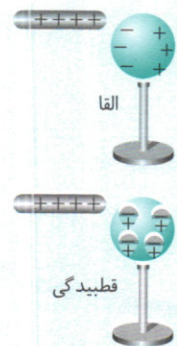


## الکتروسکوپ

وسيله ای برای مشخص کردن باردار بودن و نوع بار یک جسم است. باردار کردن الکتروسکوپ با روش القا انجام می شود. اگر جسمی باردار به آرامی به یک الکتروسکوپ باردار نزدیک شود، چنانچه انحراف ورقه ها بیشتر شود جسم دارای بار همنام با بار الکتروسکوپ و اگر انحراف ورقه ها کمتر شود، جسم دارای بار ناهمنام با بار الکتروسکوپ است.

اگر یک جسم باردار به یک جسم رسانای خنثی نزدیک شود در اثر القا، بار الکتریکی در رسانا ایجاد شده و سبب ربایش جسم رسانا توسط جسم باردار می شود.

اگر جسم باردار به جسم نارسانا (ذرات کاغذ) نزدیک شود قطبیدگی سبب ربایش خرده های کاغذ می شود.



## ربایش



الگوی یادآوری

۲

قانون کولن

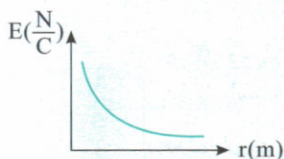
نیروی که دو بار بر هم وارد می کنند با حاصل ضرب دو بار نسبت مستقیم و با مجذور فاصله دو بار نسبت وارون دارد.  

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \leftarrow k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$$
 ثابت کولن  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$   
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$  ضریب گذردهی خلأ  
 نیرویی که بار  $q_1$  بر بار  $q_2$  وارد می کند برابر نیرویی است که بار  $q_2$  بر بار  $q_1$  وارد می کند.  
 در بررسی نیروی کولنی بار را نقطه ای در نظر می گیرند.  
 اگر جسم گسترده باشد، شکل، ابعاد و چگونگی توزیع بار در اندازه نیروی کولنی مؤثر است.  
 نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره، برآیند نیروهایی است که هریک از ذره های دیگر در غیاب سایر ذره ها، بر آن ذره وارد می کند.

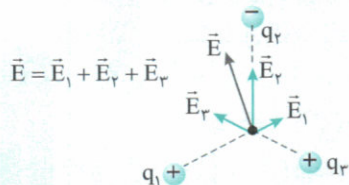
در اطراف هر بار خاصیتی وجود دارد که بر اجسام دیگر نیرو وارد می کند، این خاصیت فضای اطراف بار را میدان الکتریکی گویند. میدان الکتریکی کمیتی برداری است.

میدان الکتریکی برابر نیروی وارد بر یکای بار مثبت است.  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} (N/C)$

میدان بار نقطه ای  $q$  در فاصله  $r$  از بار  $E = kq/r^2$  نمودار  $E-r$



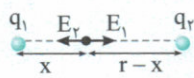
جهت میدان الکتریکی هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت است.



برآیند میدان های الکتریکی ← میدان الکتریکی خالص حاصل از

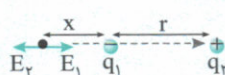
چند بار در یک نقطه برآیند میدان هر بار در همان نقطه است.

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(r-x)^2}$$



میدان روی خط واصل دو بار همنام: میدان در نزدیک بار کوچک تر صفر می شود.

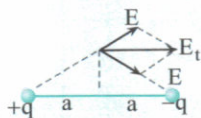
$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(r+x)^2}$$



میدان روی خط واصل دوبار ناهمنام: میدان در خارج دو بار و نزدیک بار کوچک تر صفر می شود.



میدان در مرکز یک مثلث متساوی الاضلاع ناشی از سه بار یکسان صفر می شود.



دو قطبی: دوبار ناهمنام با اندازه های یکسان  
 میدان روی عمود منصف دو قطبی موازی محور دو قطبی است.

میدان الکتریکی درون رسانا صفر است.

برای تجسم میدان الکتریکی در فضای اطراف اجسام باردار، از خط های جهت داری به نام خط های میدان استفاده می شود.

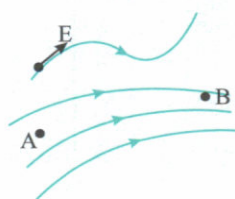
خط های میدان در هر نقطه در جهت نیروی وارد بر بار مثبت است.

خط های میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می شوند.

بردار میدان در هر نقطه بر خط های میدان مماس است.

هرچه تراکم خطوط بیشتر باشد میدان قوی تر است.  $(E_B > E_A)$

خط های میدان یکدیگر را قطع نمی کنند.



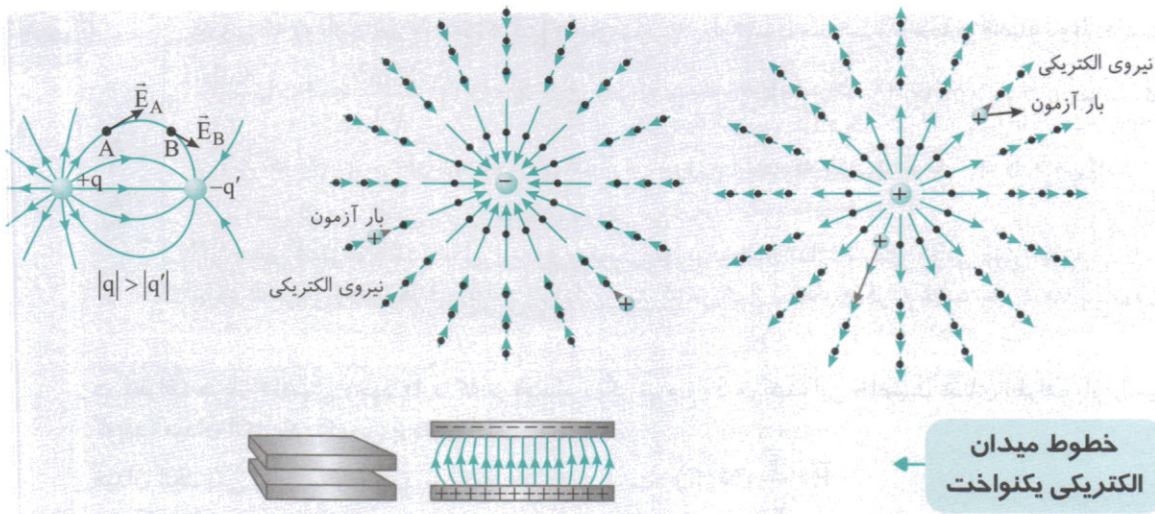
میدان الکتریکی

مثال های ساده

خط های میدان الکتریکی

ویژگی های خطوط میدان





## انرژی پتانسیل الکتریکی

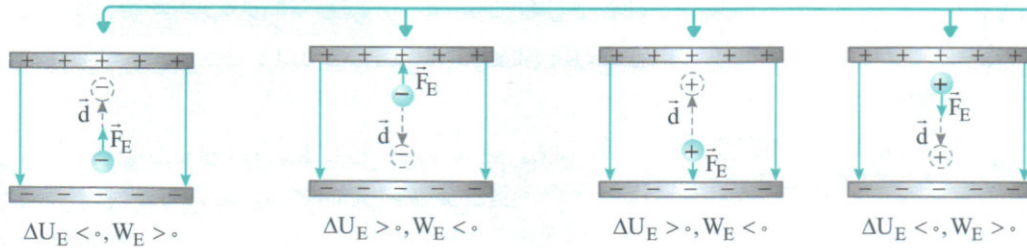
هرگاه دو بار مثبت را به هم نزدیک کرده رها کنیم از هم دور می‌شوند، علت آن ذخیره شدن انرژی در مجموعه دو بار است. این نوع انرژی را که در اجسام باردار نزدیک به هم وجود دارد انرژی پتانسیل الکتریکی گویند.

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک ذره باردار برابر منفی کار میدان الکتریکی است.  $\Delta U_E = -W_E$

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

$$F_E = qE$$

هرگاه بار مثبت در جهت خط‌های میدان جابه‌جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و اگر در خلاف جهت خط‌های میدان جابه‌جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.



## الکتریسیته ساکن

عامل شارش بار

$$V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q} = -\frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

نسبت تغییر انرژی پتانسیل به بار ذره، مستقل از نوع و اندازه بار بوده و آن را اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه گویند.

انرژی یکای بار مثبت در یک نقطه از فضا را پتانسیل آن نقطه گویند.  $V = \frac{U_E}{q}$ ، کولن/ژول = ولت

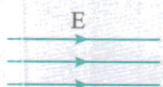


با حرکت در جهت میدان، به سمت نقاط با پتانسیل الکتریکی کمتر و با حرکت در خلاف جهت میدان به سمت نقاط با پتانسیل الکتریکی بیشتر می‌رویم.

مهم: در روابط پتانسیل باید علامت بار در نظر گرفته شود.

در میدان الکتریکی یکنواخت خطوط میدان با هم موازی و فاصله بین خطوط یکسان است.

برای ایجاد میدان الکتریکی یکنواخت از دو صفحه رسانای باردار که فاصله آن‌ها از هم نسبت به ابعادشان، کوچک است استفاده می‌شود و این صفحات رسانا دارای بار الکتریکی یکسان  $+q$  و  $-q$  هستند.



$$E = \frac{|\Delta V|}{d} \leftarrow \frac{\text{ولت}}{\text{متر}} = \frac{\text{نیوتون}}{\text{کولن}}$$

## اختلاف پتانسیل الکتریکی

## پتانسیل الکتریکی

## میدان الکتریکی یکنواخت



## الگوی یادآوری

۴

### توزیع بار در اجسام رسانا

- بار داده شده به رسانا در سطح خارجی آن توزیع می‌شود.
- اگر میلهٔ بارداری به یک رسانا نزدیک کنیم، بار الکتریکی در آن به گونه‌ای القا می‌شود که میدان درون رسانا صفر شود.
- میدان الکتریکی درون رسانا در پدیده‌های الکتروستاتیک صفر است.
- تراکم بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار از بقیه نقاط بیشتر است.
- صفر بودن میدان در رسانا و توزیع بار در سطح خارجی آن سبب می‌گردد شخص درون قفس فاراده یا شخص درون اتومبیل هنگام صاعقه آسیب نبیند.



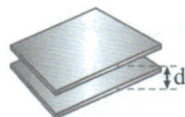
اسبابی برای ذخیره‌سازی الکتریسیته

### ظرفیت خازن

- خارج قسمت بار الکتریکی خازن به اختلاف پتانسیل دو سر آن  $C = \frac{Q}{V}$  بار صفحات یک خازن همواره با هم برابر است.
- واحد ظرفیت الکتریکی خازن فاراد است « ولت / کولن = فاراد »
- $1\mu F = 10^{-6} F$  میکروفاراد،  $1nF = 10^{-9} F$  نانوفاراد،  $1pF = 10^{-12} F$  پیکوفاراد
- ظرفیت خازن از خصوصیات ساختمانی خازن است و به  $V$  و  $Q$  بستگی ندارد.

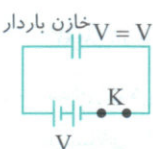
### خازن تخت

- $A$  سطح مقطع صفحات خازن
- $d$  فاصله دو صفحه از هم
- $\epsilon_0$  ضریب گذردهی الکتریکی خلأ
- $\kappa$  ثابت دی‌الکتریک بین صفحات خازن
- با حضور دی‌الکتریک بیشینه ولتاژ قابل تحمل خازن بالا می‌رود.



### فروریزش الکتریکی

- اگر ولتاژ دو سر خازن زیاد شود برخی از الکترون‌های اتم دی‌الکتریک توسط میدان الکتریکی کنده شده و از مسیرهای رسانای درون دی‌الکتریک می‌گذرد و خازن تخلیه می‌شود. (فروریزش الکتریکی)
- فروریزش معمولاً با ایجاد جرقه همراه بوده و اغلب باعث سوختن خازن می‌شود.
- رابطهٔ بین ولتاژ بیشینه و میدان بین صفحات خازن  $E_{max} = V_{max} / d$



$$(U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \leftarrow U = \frac{1}{2} CV^2) \leftarrow \frac{Q=CV}{U = \frac{1}{2} QV \leftarrow U = \frac{0+V}{2} Q \leftarrow U = \bar{V} \cdot Q$$

### انرژی خازن

انرژی خازن همواره نصف انرژی‌ای است که مولد به مدار می‌دهد.  $U_C = \frac{1}{2} U_E$

### دو نکتهٔ ساده و مهم

- هرگاه خازن به باتری متصل شده و پس از شارژ از باتری جدا شود بار روی صفحات آن ثابت می‌ماند. (ثابت  $Q$ )
- هرگاه خازن به باتری متصل و شارژ باشد، اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است. (ثابت  $V$ )