جزوه نکات و مفاهیم فیزیک یازدهم

amir alikhani

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نمونه های از پدیده های که بیانگر وجود ماهیت الکتریکی در مواد است:

الف) بالا رفتن مارمولک از دیوار ب) انتقال پیام عصبی در دستگاه اعصاب ج) تشکیل مولکول ها از به هم پیوستن اتم ها

نکته: دو نوع بار الکتریکی وجود دارد. چون اگر فقط یک نوع بار وجود داشت، بار همهٔ مواد یکسان می‌شد و میله ها بدون توجه به هم جنس بودن یا نبودنشان، باید یا فقط همدیگر را جذب می‌کردند یا فقط همدیگر را دفع می‌کردند.

نکته: بار الکتریکی کمیتی نرده ای و یکای آن کولن است. کولن یکای بزرگی است و در عمل از واحدهای کوچکتری مثل میکرو، پیکو و نانو و ... استفاده می‌شود.

نکته: آذرخش ها معمولاً بار زیادی دارند اگر این آذرخش به ما برخورد کنند احتمالاً بخار می‌شویم.

نکته: موقع شانه کردن موهایتان با یک شانه پلاستیکی، بارهای منقل شده ار مرتبهٔ نانو کولن $(1nc)$ است.

نکته: بنیامین فرانکلین دو نوع بار الکتریکی را بار مثبت و منفی نام گذاری کرد. و خوبی این نام گذاری این است که ما می‌توانیم بارهای الکتریکی مثبت و منفی را با هم جمع جبری کنیم.

نکته: برای فهمیدن ویژگی های الکتریکی یک ماده باید ساختمان اتم را باید بررسی کنیم.

ساختمان اتم تشکیل شده از الکترون ها با بار منفی و پروتون ها با بار مثبت و نوترون ها بار ندارند و خنثی هستند.

نکته: اندازهٔ بار الکتریکی هر پروتون دقیقاً برابر با بار یک الکترون است. $(1/6\times10^{-19}C)$

نکته: تعداد الکترون ها بیشتر از پروتون ها باشد، بار جسم منفی است. و اگر تعداد پروتون ها بیشتر از تعداد الکترون ها باشد بار جسم منفی است.

نکته: اگر تعداد پروتون ها و تعداد الکترون ها برابر باشد بار جسم صفر است. (خنثی)

نکته: الکترون عامل انتقال بار است. و پروتون ها در هسته قرار دارند و جابه جا نمی‌شوند.

نکته: به تعداد پروتون های یک اتم عدد اتمی گفته می‌شود. . آن را با Z نمایش می‌دهند.

نکته: بار کوانتیده است یعنی بارها گسسته هستند. مثلاً تعداد خودکارهای شما کوانتیده است. یعنی شما می‌توانید آن ها را دانه ای بشمارید.

اصل کوانتیده بودن بار: همیشه بار الکتریکی مشاهده شده در اجسام، مضرب درستی (صحیحی) از بار بنیادی (e) است.

نکته: الکترون یک ذرهٔ بنیادی است یعنی کوچکترین باری که می‌تواند به طور مستقل وجود داشته باشد.

اصل پایستگی بار: مجموع جبری همهٔ بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی، ثابت است؛ یعنی بار می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد.

نکته: یک کولن مقدار بار زیادی است. نام گذاری بار ها به صورت مثبت و منفی تنها راه نام گذاری نیست.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نکته: بار الکتریکی نمی‌تواند کم تر از از بار الکتریکی پایه باشد. و حاصل رابطهٔ مقابل باید یک عدد طبیعی باشد. $n = \frac{q}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}$

کوانتم ✖ مضرب صحیح 〓 مقدار کمیت کوانتومی

رسانش الکتریکی:

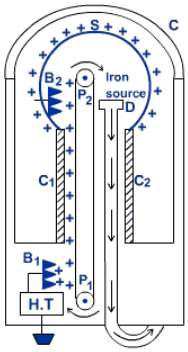
- اجسام رسانا: بعضی از اجسام مانند طلا، نقره، مس و سایر فلزات به راحتی بارها الکتریکی را از خود عبور می‌دهند، به این اجسام رسانای الکتریکی می‌گوییم. دلیل رسانا بودن این مواد وجود الکترون های آزاد در ساختار مولکولی آن ها است.
- اجسام نارسانا: این اجسام چون الکترون آزاد ندارند، نمی‌توانند بارهای الکتریکی را از خود عبور دهند. اجسامی مانند چوب، و لاستیک، و تفلون و هوا و خیلی از نافلزات نارسانا هستند و از آن ها به عنوان عایق الکتریکی استفاده می‌شود.
- اجسام نیم رسانا: تعداد الکترون آزاد، در ساختمان سه مادهٔ ژرمانیم، گرافیت و سیلیسیم، به فراوانی اجسام رسانا و نایابی اجسام نارسانا نیست. این اجسام نه رسانای خوبی هستند و نه نارسانی مطمئنی! برای همین به آن ها نیم رسانا می‌گویند.

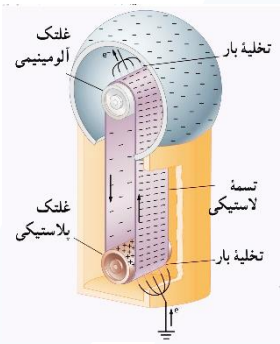
نکته: روش مالش بهترین و راحت ترین روش برای باردار کردن اجسام نارسانا است؛ ولی برای باردار کردن اجسام رسانا روش های بهتری هم وجود دارد.

نکته: در اجسام نارسانا، بارهای الکتریکی فقط در محل تماس (مالش) مستقر می‌شوند.

الکتریسیتهٔ مالشی (سری تریبوالکتریک): میزان الکترون خواهی اجسام در جدولی به نام تریبوالکتریک مرتب شده اند که نیازی به حفظ کردن این جدول نیست. در این جدول جسم بالا تر الکترون از دست می‌دهد و مثبت می‌شود و جسم پایین تر الکترون می‌گیرد و منفی می‌شود.

مولد وان دو گراف:



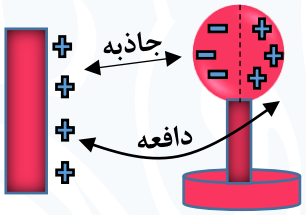


شکل های روبه رو دو نمونه از واندوگراف است که بار کلاهک متفاوت را ملاحظه کنید.

واندوگراف های جدید که در کتاب یازدهم وجود دارد بار منفی در کلاهک وجود دارد.

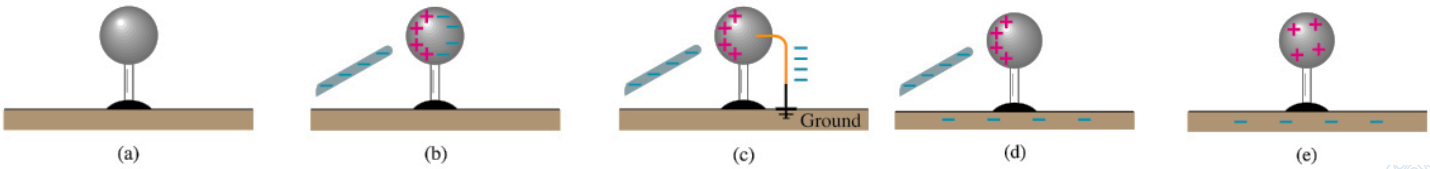
مولد واندوگراف دستگاهی است که بار باردار کردن کلاهک فلزی اش می‌توانیم آزمایش های الکتروستاتیکی جذابی را انجام دهیم.

القای الکتریکی: اساس پدیده القا نیروی دافعه و جاذبه است. در واقع القای الکتریکی جابجا شدن بار الکتریکی درون یک جسم در اثر نیروی جاذبه یا دافعهٔ الکتریکی است.



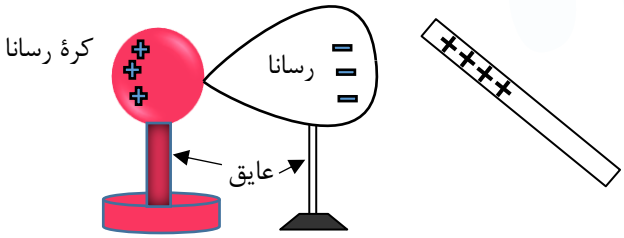
نکته: در پدیدهٔ القا نیازی به تماس دو جسم (القا کننده و القا شونده) نیست.

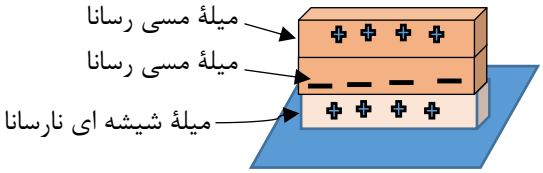
نکته: در القای الکتریکی همیشه جسم القا کننده و جسم القا شونده همدیگر را جذب می‌کنند.



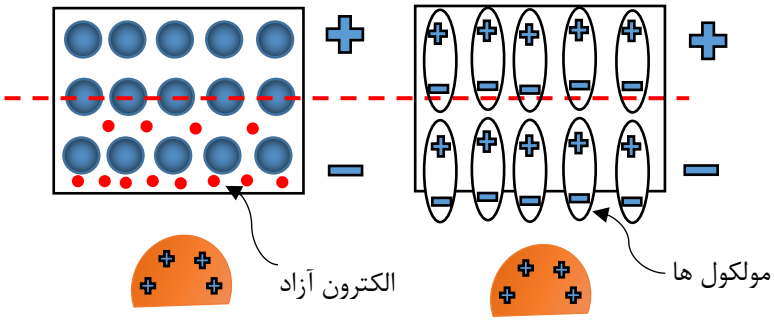
نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

نکته: همیشه بار جسم القا شونده و جسم القاکننده مخالف هم می‌شوند. و مقدار بار القا برابر است و به شکل جسم بستگی ندارد.





نکته: در اجسام نارسانا هم القا الکتریکی دیده می‌شود؛ با یک تفاوت عمده با القا در اجسام رسانا دارد. اجسام نارسانا بر خلاف رسانا ها الکترون آزاد ندارند، و در نتیجه الکترون ها روی سطح و داخل جابجا نمی‌شوند و القا فقط در درون ذره (ملکول یا اتم) رخ میدهد (شکل)



نکته: اجسام نارسانا را با روش القا نمی‌توان باردار کرد.

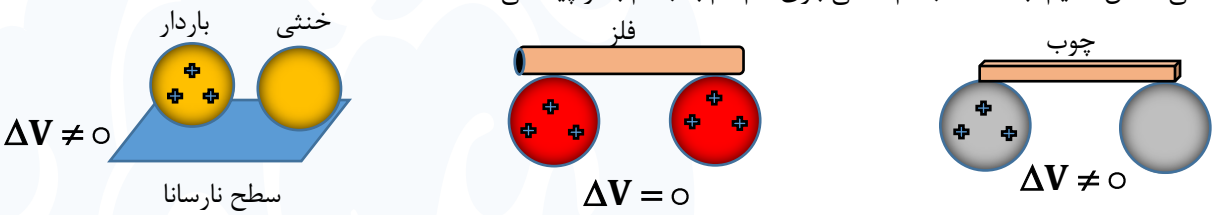
نکته: در شرایط یکسان، اثر القای الکتریکی در جسم رسانا شدیدتر از جسم نارسانا است؛ چون در جسم رسانا الکترون ها می‌توانند آزادانه حرکت کنند.

نکته: در القای الکتریکی چه در اجسام رسانا و چه در اجسام نارسا، جسم القا کننده (باردار) و جسم القا شونده (خنثی) یکدیگر را جذب می‌کنند؛ زیرا همیشه جسم القا کننده بار مخالفش را به سمت خودش می‌کشد.

نکته: گرده افشانی زنبور عسل در اثر پدیدهٔ القایی الکتریکی است.

تماس:

تماس دو جسم رسانا به هم، راه را برای انتقال بار بین آن دو جسم باز می‌کند. برای همین اگر مانند شکل های زیر یک جسم رسانای بادار را به یک جسم رسانای خنثی تماس دهیم، بلافاصله جسم خنثی باری هم نام با جسم بادار پیدا می‌کند.



نکته: براساس قانون پایستگی بارهای الکتریکی، مجموع بار الکتریکی دو جسم قبل و بعد از تماس برابر هستند:

$$q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$$

نکته: اگر دو کرهٔ مشابه را به هم تماس دهیم بار الکتریکی به مقدار مساوی بینشان تقسیم می‌شود:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

برق نما یا الکتروسکوپ: یکی از دستگاه های آزمایشگاهی ساده در الکتریسیته ساکن، الکتروسکوپ است. این وسیله برای بررسی ماهیت الکتریکی مواد به کار می‌رود.

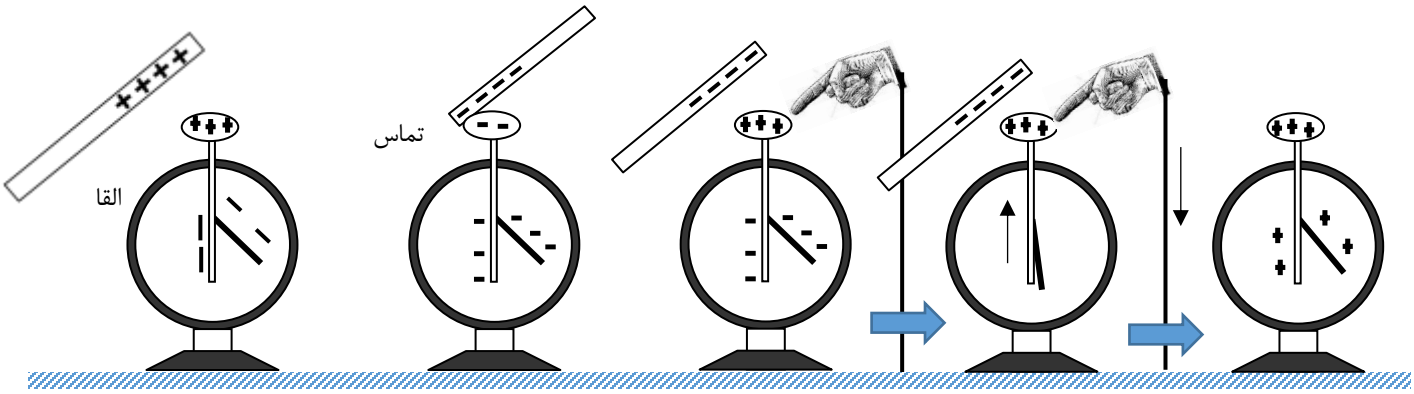
نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نکته: اگر کره ها هم اندازه نباشند، بارها به نسبت شعاع کره ها تقسیم می‌شود و مقدار بار هر کره طبق معادلات زیر به دست می‌آید:

$$q'_1 + q'_2 = q_1 + q_2 \xrightarrow{R_1 \neq R_2} \frac{q'_1}{q'_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

نکته: الکتروسکوپ را مثل یک رسانا می‌توانیم با روش القا و یا روش تماس باردار کنیم.

نکته: در روش القا، بار الکتروسکوپ مخالف بار جسم القا کننده و در روش تماس، بار الکتروسکوپ هم نام با بار جسم رسانا می‌شود.



القا بدون تماس بار تیغه ها مخالف میله است.

الکترون های تیغه ها به زمین منتقل می‌شوند.

تشخیص وجود بار الکتریکی در یک جسم با الکتروسکوپ : اگر جسم بار دار را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کنیم فاصلهٔ تیغه ها بیشتر شد بار جسم الکتروسکوپ هم نام هستند و بر عکس.

تشخیص رسانا و نارسانا بودن یک جسم: یک سر جسم مورد نظر را در دستمان و سر دیگر آن را به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس بدهیم. اگر جسم مورد نظر رسانا باشد،تیغه های الکتروسکوپ به هم می‌چسبند؛ چون بار از طریق جسم و بدون ما به زمین منتقل می‌شود و الکتروسکوپ خنثی می-شود.

نکته: زمین منبع بار الکتریکی است؛ یعنی، هر چه قدر از آن بار بگیریم و یا به آن بار بدهیم، مشکلی با آن ندارد. و قبول می‌کند! بنابراین اگر جسم رسانایی باداری را با سیم به زمین وصل کنیم و یا با آن تماس دهیم، بار آن تخلیه می‌شود.

نکته: بررسی بارها در حال سکون که به آن الکتریسیتهٔ ساکن (الکتروستاتیک) می‌گویند.

نکته: بررسی بارها در هنگام حرکت در رسانا که به آن الکتریسیتهٔ جاری می‌گویند.

القای بار الکتریکی و بسته بندی مواد غذایی: روکش پلاستیکی (سلوفان) از مواد پلیمری ساخته شده است. این مواد در تماس با دست انسان بار الکتریکی منفی پیدا می‌کنند و می‌توانند در سطح ظرف بار مثبت القا کنند. (ظرف و روکش نارسانا هستند.)

نکته: هنگامیکه سلوفان را باز می‌کنید هم، در اثر تماس دو لایه مختلف از سلوفان، آن ها باردار می‌شوند و به هم می‌چسبند.

باردار کردن توسط برف: بنابه دلایل مختلفی، دانه های برف در حین سقوط در هوا باردار می‌شوند. حال اگر یک صفحهٔ توری فلزی را توسط پایه های نارسانا نگه داریم، در اثر تماس دانه های باردار برف با توری، بار به توری منتقل شده و باردار می‌شوند.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نیروی کولن: در راستای خط مستقیم بین دو ذرهٔ باردار است. نیروی وارد بر دو ذره مساوی هستند. در خلاف جهت هم هستند.

قانون کولن: « نیروی الکتریکی که دو بار نقطه ای ساکن بر هم اثر می‌دهند، با حاصل ضرب اندازهٔ دو بار q_1q_2 رابطهٔ مستقیم و با مجذور فاصلهٔ دوبار از یکدیگر r^2 رابطهٔ وارون دارد»

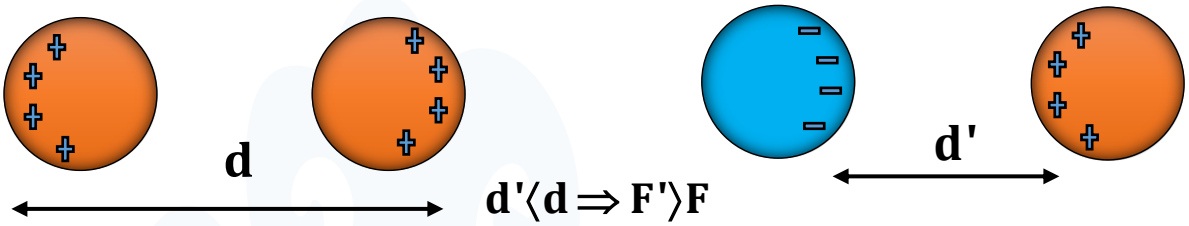
$$\begin{cases} F \propto q_1q_2 \\ F \propto \frac{1}{r^2} \end{cases} \Rightarrow F \propto \frac{q_1q_2}{r^2}$$

نکته: به مقدار ثابت k «ثابت الکتروستاتیکی» یا «ثابت کولن» می‌گوییم و یکای آن در SI نیوتن متر مربع بر مجذور کولن $\frac{N.m^2}{c^2}$ است. مقدار تقریبی k در SI برابر $9\times10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$ است.

نکته: می‌توانیم k را برابر $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ قرار دهیم. ε_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و مقدار آن $8/85\times10^{-12} \frac{c^2}{N.m^2}$ است.

نکته: یکای k و یکای ε_0 وارون هم هستند. بنابراین حاصل $k.\varepsilon_0$ بدون یکا است.

نکته: رابطهٔ $F = K\frac{q_1q_2}{r^2}$ فقط برای ذره های باردار درست است. منظورمان این است که باید ابعاد اجسام بادار به نسبت فاصلهٔ آن ها از هم خیلی کوچک باشد تا ما بتوانیم آن ها را ذره فرض کنیم.



نکته: همان طور در شکل فوق ملاحظه می‌کنید اگر جسم باردار به صورت ذره نباشد ابعاد جسم در اندازهٔ نیروی کولن مؤثر است.

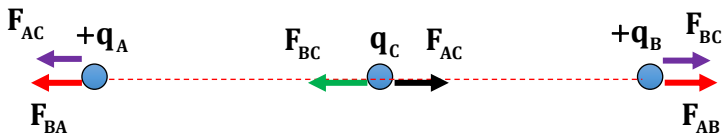
نکته: اگر بیش از دو بار نقطه ای داشته باشیم، برای محاسبهٔ نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باید نیروی دو ذرهٔ اول را محاسبه و سپس حاصل آن را با ذرهٔ سوم محاسبه کرد. . یا به عبارتی نیروی وارد بر یک ذرهٔ خاص باید از برایند نیروهای تک تک ذره های اطراف ذرهٔ مورد نظر به دست آید.

$$F_T = F_{1,2} + F_{1,3} + F_{1,4} + ... + F_{1,n}$$

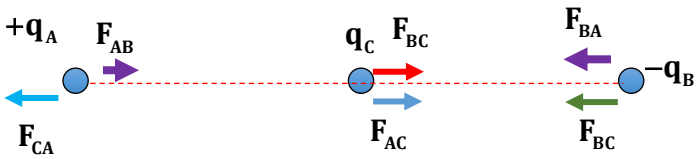
نکته: در کتاب درسی تاکید شده فقط نیروهای که در یک راستا و عمود برهم باشند را در نظر بگیرید.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

حالت های خاص:



نکته: اگر دو ذره هم علامت باشند با قرار دادن ذرهٔ سوم در بین فاصلهٔ دو ذره می‌توان نیروهای مخالف جهت داشت. پس احتمال برایند صفر وجود دارد. ولی در خارج این فاصله نیروها هم جهت هستند و هرگز برایند صفر نمی‌شود.



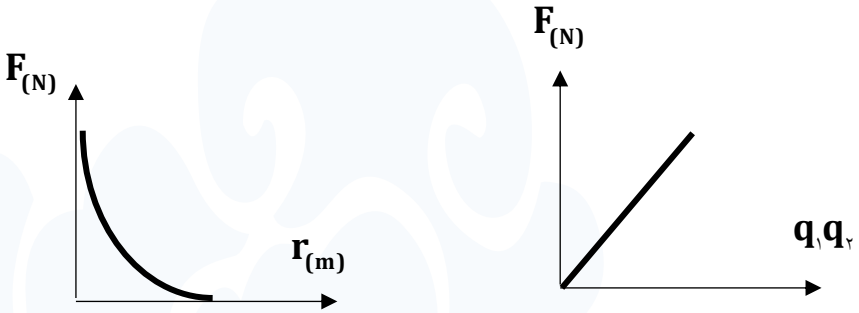
نکته: اگر دو ذره بار مخالف داشته باشند و ذره سوم بین دو ذره قرار گیرید نیروها هم جهت شده و بنابراین هرگز در این حالت برایند در فاصلهٔ بین دو ذره صفر نمی‌شود.

نکته: در هر دو حالت بالا نوع بار سوم هیچ نقشی در برایند نیروها ندارد چون ذره مشترک در فرمول قانون کولن است.

نکته: اگر مجموع بار دو کرهٔ هم نام و هم اندازه ثابت باشد، نیروی دافعهٔ بین دو کره هنگامی بیشینه است که اندازهٔ بار کره ها یکسان باشد.

نیروی هسته ای: نیروی بین پروتون ها از نوع دافعه است، بنابراین هسته باید متلاشی شود ولی چنین اتفاقی نمی‌افتد چون نیروی قوی تری بنام نیروی هسته ای این نیروی دافعه را خنثی می‌کند.

نمودارهای نیروی کولن:

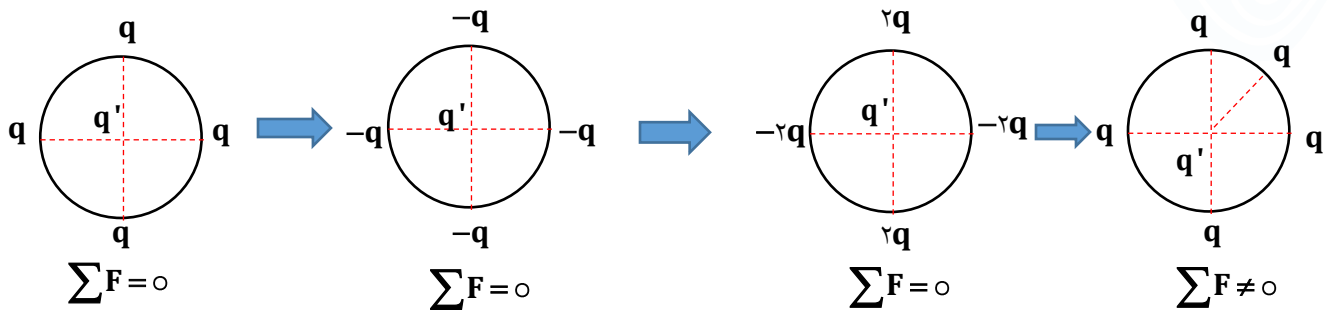


نکته: اگر نیروها در راستای محور x باشند، می‌توان آن ها را بر حسب بردار یکه $\vec{i}$ و اگر نیروها در راستای y باشند، می‌توان آن ها را بر حسب بردار یکه $\vec{j}$ نوشت.

نکته: اگر نیروها بر روی محور x و y با مولفه های $\vec{j},\vec{i}$ نمایش دهیم با تغییر علامت بارها اندازهٔ نیروها تغییر نمی‌کند فقط جهت آن تغییر می‌کند.

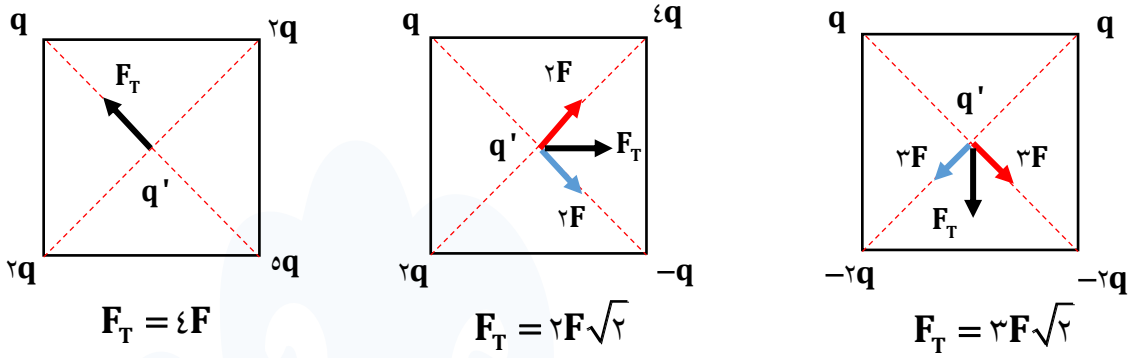
نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نکته: اگر ذره های باردار بر روی محیط دایره باشند و هم علامت و با اندازهٔ بار برابر بدون محاسبه برایند آنها در مرکز دایره صفر می‌شود. زیرا نیروها دو به دو قرینه هستند.(شکل)



نکته: در شکل های فوق توجه داشته باشید تعداد و نوع بار در محیط دایره دقیقاً مثل هم باشه مثلاً اگر تعداد ذره ها فرد باشه دیگر برایند صفر نیست. و یا مقدار یک ذره با بقیه فرق داشته باشد برایند صفر نیست اما با این روش می‌توان سرعت محاسبه را بسیار افزایش داد.

نکته: در مسائلی که روی دایره و مربع طرح می‌شود چون فاصله ها از مرکز این شکل های هندسی برابر است هر q را نماینده یک F در نظر گرفت و راه را بسیار کوتاه و ساده کرد. (شکل)



نکته: اندازهٔ قطر مربع برابر با یک ضلع در $\sqrt{۲}$ است. با توجه به شکل اگر دو نیروی مساوی و عمود برهم داشته باشیم برآیند برابر یکی از آن دو نیرو ضربدر $\sqrt{۲}$ است.

$$F_۱ = F_۲ \xrightarrow{F_۱ \perp F_۲} F_R = F_۱\sqrt{۲}$$

نکته: اگر بار دو ذره ثابت باشد و اندازهٔ فاصلهٔ دو بار را افزایش یا کاهش دهیم می توانیم از رابطهٔ زیر استفاده کنیم:

$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^۲ = \left(\frac{r}{r \pm x}\right)^۲$$

مقدار تغییر فاصله

+ برای افزایش فاصله و − برای کاهش

نکته: در مسئله های قانون کولن، گاهی به جز نیروی الکتریکی، نیروهای دیگری (مانند وزن یا کشش نخ) هم به ذره اثر می‌کنند که ما باید برایند آن ها را در نظر بگیریم.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

بیان کیفی میدان الکتریکی: میدان الکتریکی خاصیتی از فضا است که به موجب آن بر ذرات باردار نیرو وارد می‌شود. به زبان ساده تر هر ذرهٔ بارداری به وسیله میدان الکتریکی که ایجاد می‌کند (بدون هر گونه تماسی) بر ذرات باردار دیگر نیرو وارد می‌کند.

مفهوم کمی میدان الکتریکی (تعریف بردار میدان الکتریکی): میدان الکتریکی در یک نقطه عبارت از نیرویی که بر یکای بار مثبت در آن نقطه اثر می‌کند. و به زبان ریاضی داریم:

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

نکته: میدان الکتریکی را با نماد E نمایش می‌دهند. میدان الکتریکی کمیتی برداری است، بنابراین باید جهت و اندازهٔ میدان تعیین شود.

نکته: کولن بار بسیار بزرگی است و عملاً نمی‌توانیم روی یک جسم قرار دهیم و حتماً بار جسم در هوا از طریق جرقه تخلیه می‌شود.

نکته: برای محاسبهٔ میدان الکتریکی حاصل از اجسام بادار غیر نقطه ای مانند کره، اگر بار الکتریکی به طور منظم و متقارن روی کره پخش شده باشد، می‌توان فرض کرد تمام بار در مرکز کره قرار دارد.

نکته: با توجه به رابطهٔ $E=K\frac{|q|}{r^{2}}$ برزگی میدان با بزرگی بار رابطهٔ مستقیم و با مربع فاصله از بار رابطهٔ عکس دارد.

نکته: در رابطهٔ $E=\frac{F}{q}$ مقدار q را قرار می‌دهیم؛ یعنی $E=\frac{F}{|q|}$ ولی برای تعیین بردار میدان، از رابطهٔ $\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}$ استفاده می‌کنیم و باید علامت q را قرار دهیم.

توجه: در رابطهٔ $\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}$ ، q باری است که در داخل میدان E قرار گرفته و خودش میدان E را ایجاد نکرده است.

نکته: اگر ذره بارداری که در میدان E قرار می‌گیرد بار مثبت داشته باشد جهت نیرو و میدان یکی است. ولی اگر بار ذره منفی باشد جهت میدان و میدان ۱۸۰ درجه یا مخالف است.

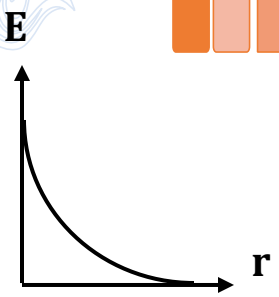
نکته: جهت و اندازهٔ میدان الکتریکی مستقل از اندازه و نوع باری $q_{\circ}$ است که در آن میدان قرار گرفته است. یعنی با تغییر اندازه و نوع بار $q_{\circ}$ در یک نقطه از میدان الکتریکی، بردار میدان E تغییر نمی‌کند.

میدان یکنواخت: طبق تعریف میدان الکتریکی یکنواخت، محدوده ای از فضا است که در تمام نقطه های آن اندازه و جهت میدان الکتریکی یکسان باشد.

نکته: برای مشخص کردن جهت بردار میدان الکتریکی در یک نقطه اطراف ذرهٔ باردار، کافی است در نقطهٔ مورد نظر یک بار مثبت آزمون فرضی قرار دهید. جهت بردار میدان الکتریکی در آن نقطه هم جهت با بردار نیروی وارد بر بار مثبت آزمون است.

واندوگراف: مولد واندوگراف وسیله ای است که با استفاده از تسمه ای متحرک، بار الکتریکی را بر روی یک کلاهک توخالی فلزی جمع می‌کند.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)



نمودار اندازهٔ میدان بر حسب فاصله از بار با توجه به رابطهٔ $E = K\frac{|q|}{r^2}$ مطابق شکل زیر می‌شود.

برایند میدان الکتریکی: اگر چند بار نقطه ای $q_1, q_2 ...$ داشته باشیم، برایند نیروهای وارد بر بار q_0 با استفاده ار برایند گیری نیروهای الکتریکی، به صورت مقابل به دست می‌آید:

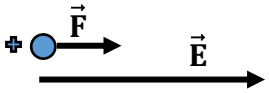
$$F_T = F_1 + F_2 + ... \Rightarrow \frac{F_T}{q_0} = \frac{F_1}{q_0} + \frac{F_2}{q_0} + ... \Rightarrow E_T = E_1 + E_2 + ...$$

نکته: میدان الکتریکی ناشی از چند بار الکتریکی در نقطه ای از فضا (میدان خالص) ، برابر مجموع میدان هایی است که هر بار در نبود سایر بارها در آن نقطه از فضا ایجاد می‌کند که به آن اصل بر هم نهی میدان الکتریکی می‌گویند.

مراحل پیدا کردن برایند میدان های الکتریکی:

- ❖ میدان الکتریکی ناشی از هر ذره را در هر نقطه رسم می‌کنیم.
- ❖ اندازهٔ هریک از بردار های میدان را محاسبه می‌کنیم.
- ❖ بردار میدان را با توجه به جهت میدان ها، رسم و محاسبه می‌کنیم.

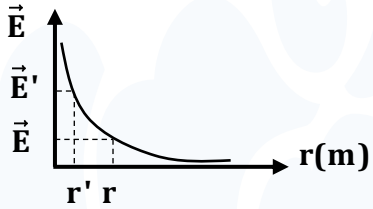
نکته: میدان الکتریکی کمیتی برداری است. جهت میدان الکتریکی در هر نقطه، هم جهت با نیروی الکتریکی وارد بر بار آزمون در آن نقطه است.



توجه: اگر بار ذره منفی باشد جهت نیرو و میدان مخالف است.

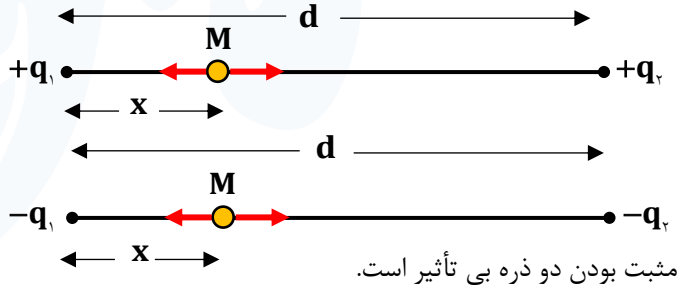
نکته: بار آزمون آنقدر کوچک که بودن و نبودن آن بر توزیع بار q (مولد میدان) در جسم باردار تغییری ایجاد نکند و در نتیجه میدان بار q نیز تغییر نکند و ثابت بماند.

برای مقایسه میدان الکتریکی دو بار نقطه ای داریم:



$$\frac{E'}{E} = \frac{q'}{q} \times (\frac{r}{r'})^2$$

نکته: برایند میدان های الکتریکی حاصل از دو بار هم نام در نقطه ای واقع بر روی خط گذرنده از دو بار و در حد فاصل آن ها و نزدیک بار کوچک تر صفر است.



$$q_2 \rangle q_1$$

$$|q_2| \rangle |q_1|$$

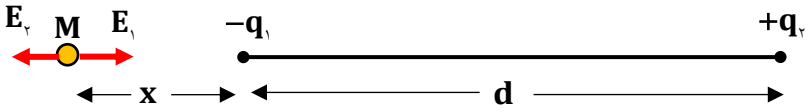
$$\frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(d-x)^2}$$

نکته: توجه کنید که نوع بار منفی و مثبت بودن دو ذره بی تأثیر است.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

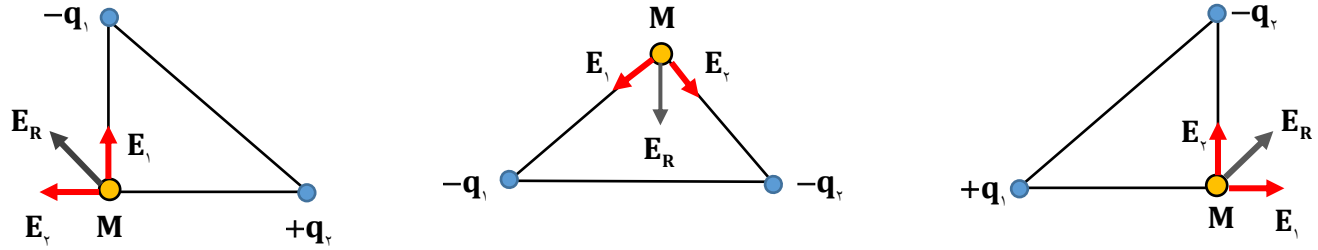
نکته: برایند میدان های الکتریکی حاصل از دو بار غیر هم نام در نقطه ای واقع بر روی خط گذرنده از دو بار و در خارج از فاصل آن ها و نزدیک بار کوچک تر صفر است.

$|q_2| > |q_1|$

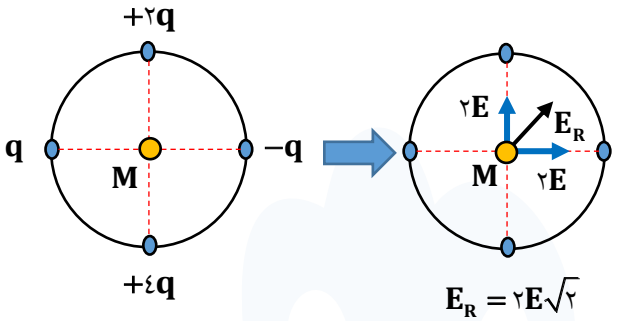


$$\frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(d+x)^2}$$

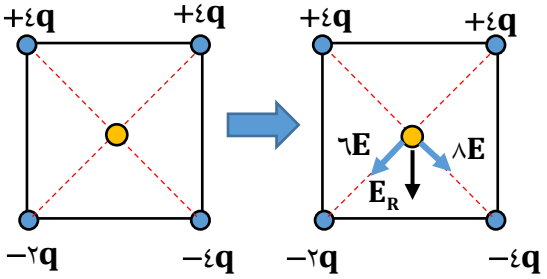
در شکل های زیر جهت میدان برایند را در نقطهٔ M مشخص شده است به نوع بار (مثبت یا منفی) دقت کنید:



در شکل های زیر مانند نیرو که قبلاً بیان شد می‌توان هر q را به عنوان یک E در نظر گرفت و سرعت محاسبات را افزایش داد. در شکل های زیر برایند میدان را در نقطهٔ M برحسب E به دست آورید.

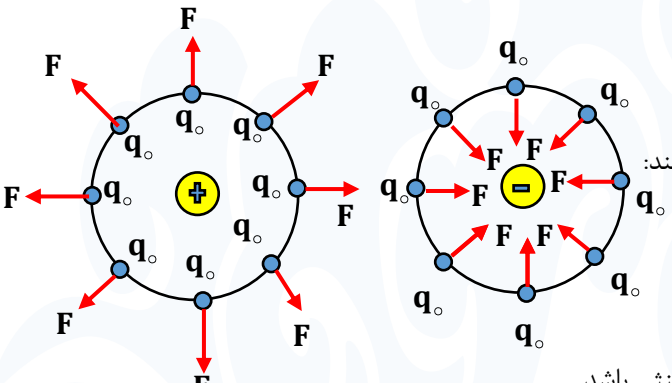


$$E_R = 2E\sqrt{2}$$



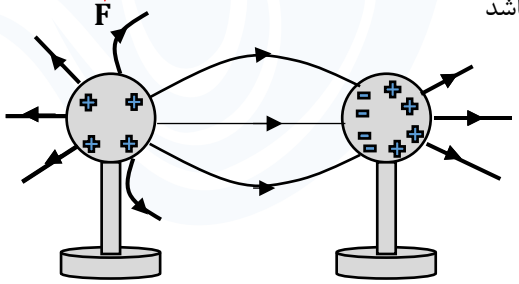
$$E_R = \sqrt{(6E)^2 + (8E)^2} = 10E$$

به شکل های مقابل خوب دقت کنید جهت نیروی وارد بر بار آزمون را مشخص می‌کند:



نکته: با توجه به شکل ها جهت نیروی وارده بر بار آزمون برای ذرهٔ منفی به سمت ذره و در ذرهٔ مثبت در جهت خارج است.

در شکل دو کرهٔ A و B در کنار هم قرار گرفته اند اگر بار کرهٔ A مثبت و کرهٔ B خنثی باشد خطوط میدان الکتریکی آن ها به صورت شکل مقابل است.



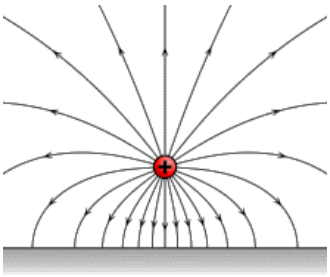
نکته: مقدار بار القا شده در جسم مقابل بدون توجه به شکل جسم القا شونده با بار جسم القاگر برابر است.

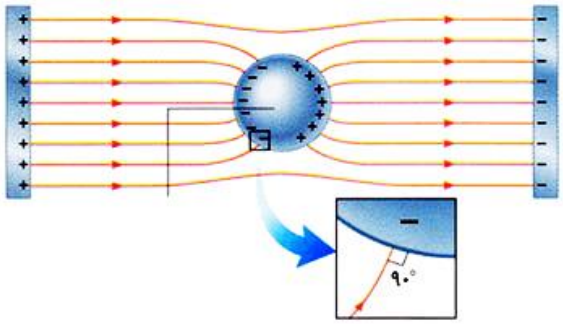
نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

خطوط میدان الکتریکی:

- جهت خط میدان در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار آزمون مثبت در آن نقطه است، بنابراین خط های میدان برای بار مثبت رو به خارج و برای بارهای منفی رو به داخل است.
- میدان کمیت برداری است و میدان در هر نقطه برداری مماس بر خط میدان عبوری از آن نقطه و هم جهت با خط میدان است.
- هر چه میدان در یک ناحیه قوی تر باشد، باید خطوط میدان را در آن ناحیه به یکدیگر نزدیک تر و به هم فشرده تر رسم کرد و بالعکس.
- خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند؛ یعنی از هر نقطه از فضا فقط یک خط میدان می‌گذرد که همان میدان الکتریکی برایند است.
- اگر خطوط میدان یکدیگر را قطع کنند، در محل تلاقی چند میدان وجود دارد که با مفهوم میدان برایند در تضاد خواهد بود.

نکته: خطوط میدان الکتریکی بین دو بار ناهم نام نمی‌تواند در تمام قسمت ها خط صاف باشد؛ زیرا با برایندگیری بردارهای میدان بیشتر نقاط منحنی می‌شود.





نکته: خطوط میدان بر سطح اجسام رسانا عمود است.

نکته: میدان الکتریکی در داخل جسم رسانا صفر است.

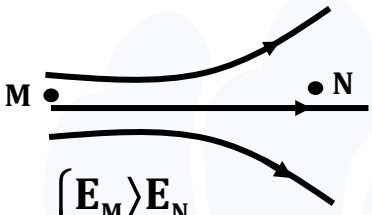
نکته: خطوط نزدیک به جسم رسانا خمیده است.

نکته: اگر خطوط عمود بر سطح رسانا نباشد میدان

در داخل جسم رسانا صفر نمی‌شود.

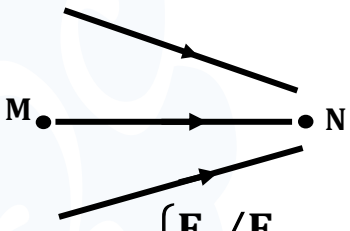
به شکل های زیر خوب دقت کنید اگر از نقطهٔ M به طرف نقطهٔ N حرکت کنیم داریم:

میدان در حال کاهش



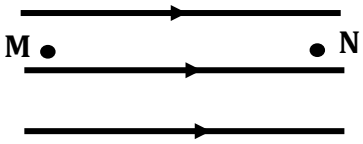
$$\begin{cases} E_M \rangle E_N \\ F_M \rangle F_N \\ a_M \rangle a_N \end{cases}$$

میدان در حال افزایش



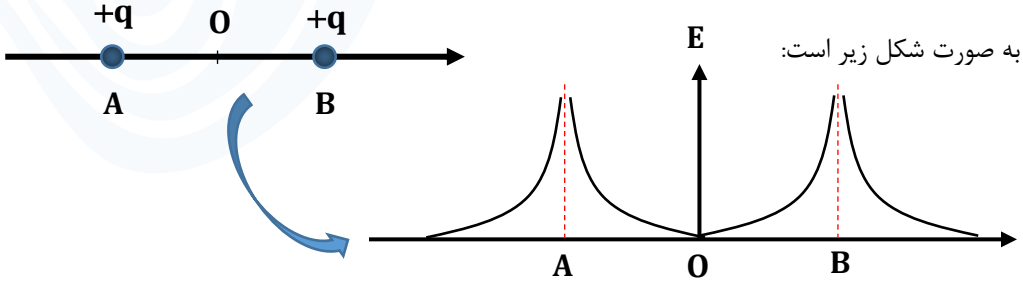
$$\begin{cases} E_M \langle E_N \\ F_M \langle F_N \\ a_M \langle a_N \end{cases}$$

میدان یکنواخت



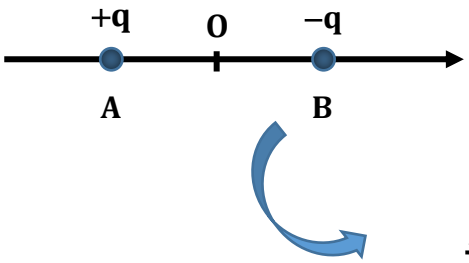
$$\begin{cases} E_M = E_N \\ F_M = F_N \\ a_M = a_N \end{cases}$$

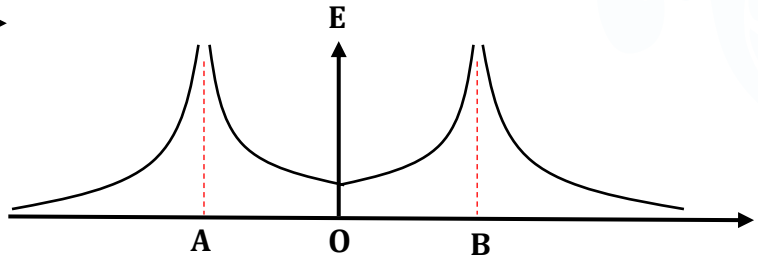
نمودار دو بار هم اندازه و هم نام به صورت شکل زیر است:



نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نمودار دو بار هم اندازه و ناهم نام به صورت زیر است:

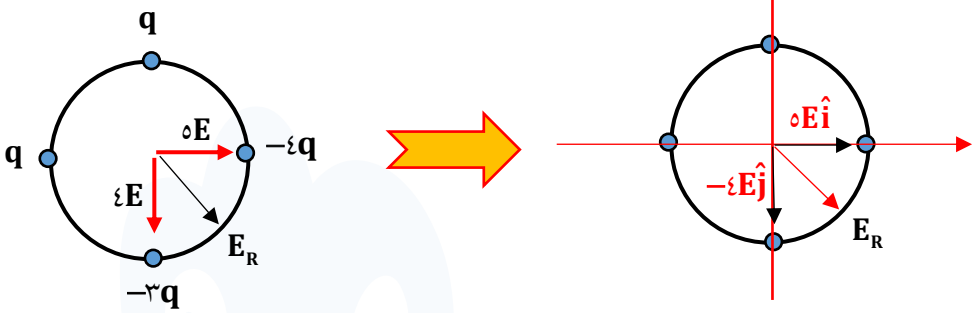




نکته: با توجه به شکل وقتی دوبار ناهم نام و هم اندازه باشند هرگز برایند آن ها صفر نمی‌شود. و میدان ها دو ذره در بین فاصلهٔ AB هم جهت هستند و در نقطهٔ O برایند صفر نیست.

نکته: در فواصل دور $(+\infty,-\infty)$ به دلیل فاصلهٔ زیاد، میدان الکتریکی صفر است و در نقطهٔ O با توجه نوع بار ذره برایند تغییر می‌کند. (در حالت هم نام و برابر صفر می‌شود)

نکته: اگر در سوالی میدان را بر حسب مؤلفه های $\mathbf{i}$ و $\mathbf{j}$ خواسته باشند شما باید میدان یا میدان هایی که روی محور x قرار دارند با توجه به منفی و مثبت بودن x با مؤلفه $\mathbf{i}$ و میدان و یا میدان قرار گرفته روی محور y را با توجه به منفی و مثبت بودن آن را با مؤلفهٔ $\mathbf{j}$ نمایش دهید به مثال زیر توجه کنید:



$$E_R=\sqrt{(5E)^2+(4E)^2}$$

$$\mathbf{E_R}=5E\hat{i}-4E\hat{j}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی:

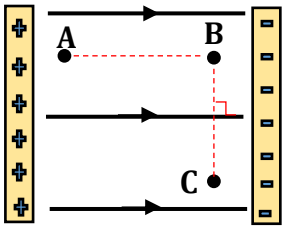
میدان و نیروی الکتریکی شبیه میدان و نیروی گرانشی زمین است. مقایسهٔ این ها به شما کمک می‌کند مفهوم انرژی پتانسیل الکتریکی را بهتر بفهمید:

میدان گرانشی زمین: در این میدان زمین، به جرم m نیروی وزن وارد می‌شود. این نیرو توانایی انجام کار دارد. اگر جسمی به جرم m از یک ارتفاع مشخص رها شود به اندازهٔ mgh کار انجام می‌دهد.

میدان الکتریکی: در میدان الکتریکی به بار الکتریکی q نیروی الکتریکی وارد می‌شود، این نیرو می‌تواند جسم را جابه جا کند و بر روی آن کار انجام دهد. اگر جسم را رها کنید، این توانایی را می‌بینید به این قابلیت، انرژی پتانسیل الکتریکی می‌گوییم.

نکته: به نیروهایی که انرژی پتانسیل جسم را تغییر می‌دهند، نیروی پایستار می‌گویند. این نیروها انرژی مکانیکی را تغییر نمی‌دهند و سه نیروی وزن، کشسانی فنر و نیروی الکتریکی نیروهای پایستار هستند.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)



با توجه به شکل به نکات زیر در مورد پتاتسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی دقت کنید:

۱- ذرهٔ باردار از A به B جابجا شود:

پتانسیل کمتر می‌شود زیرا پتانسیل A بیشتر از نقطهٔ B است. ولی در مورد تغییر انرژی باید نوع بار مشخص شده باشد. اگر نوع بار مثبت باشد انرژی پتانسیل کم شده است و اگر نوع بار منفی است انرژی پتانسیل افزایش یافته است. $V_A \rangle V_B$

نکته: وقتی ذره ای از صفحه مثبت یا در جهت میدان حرکت کند پتانسیل آن کاهش می‌یابد و بر عکس. (بدون توجه به نوع بار)

نکته: وقتی ذرهٔ بار داری به صفحه غیر هم نام خود نزدیک شود انرژی پتانسیل آن کاهش و بر عکس. $U_B - U_A \langle 0$

۲- ذرهٔ باردار از B به C جابجا شود:

پتانسیل الکتریکی هیچ تغییری نمی‌کند زیرا وقتی عمود بر خطوط حرکت کنیم اندازهٔ پتانسیل تغییر نمی‌کند. بنابراین $V_B = V_C$

نکته: وقتی عمود بر خطوط حرکت کنیم تغییر پتاسیل نداریم بنابراین تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی نیز نداریم $\Delta U = 0$

کار میدان الکتریکی:

یادآوری: در فیزیک دهم در فصل کار و انرژی کار نیروهایی مثل نیروی الکتریکی و وزن برابر بود با منفی تغییرات انرژی پتانسیل یعنی:

$$W_E = -\Delta U_E \Rightarrow F_E d\cos\theta = -\Delta U_E \xrightarrow{E=\frac{F}{|q|}} \Delta U = -E|q|d\cos\theta$$

تغییر انرژی پتانسیل بار q در جابه جایی d بر حسب J

بار الکتریکی بر حسب کولن

جابه جایی بر حسب متر

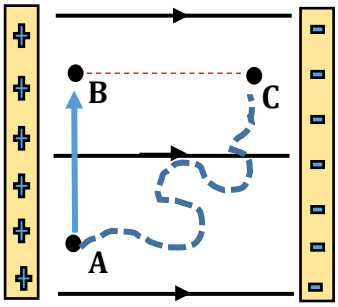
نکاتی در مورد کار میدان الکتریکی:

- جابجایی بار مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی: $\Delta U_E \langle 0 \rightarrow W_E \rangle 0 \Rightarrow \theta = 0^\circ$
- جابه جایی بار مثبت در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی: $\Delta U_E \rangle 0 \rightarrow W_E \langle 0 \Rightarrow \theta = 180^\circ$
- جابه جایی بار منفی در جهت خطوط میدان الکتریکی: $\Delta U_E \rangle 0 \rightarrow W_E \langle 0 \Rightarrow \theta = 180^\circ$
- جابه جایی بار منفی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی: $\Delta U_E \langle 0 \rightarrow W_E \rangle 0 \Rightarrow \theta = 0^\circ$
- جابه جایی بار مثبت یا منفی عمود بر خطوط میدان الکتریکی: $\Delta U_E = 0 \rightarrow W_E = 0 \Rightarrow \theta = 90^\circ$

نکته: اگر بار الکتریکی موازی با خط های میدان الکتریکی جابه جایی، از سوی میدان بر روی بار، کار انجام می‌شود و انرژی پتانسیل آن تغییر می‌کند به طوری که همیشه $\Delta U_E = -W_E$ است.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نکته: اگر مسیر یک خط مستقیم نباشد باز هم میدان الکتریکی همین مقدار کار انجام می‌دهد و انرژی الکتریکی بار q نیز همین مقدار تغییر خواهد کرد زیرا نیروی وارد بر ذره یک نیروی پایستار است. به عبارتی بهتر کار میدان و تغییر پتانسیل الکتریکی به مسیر حرکت وابسته نیست.و فقط به نقطه های ابتدا و انتهای مسیر بستگی دارد. (شکل)



با توجه به شکل مسیر AC با جمع دو مسیر AB و BC برابر است. و پیچ و خم های مسیر در جواب نهایی تأثیر ندارد.

نکته: اگر دو بار هم نام را کنار یکدیگر رها کنید، در اثر نیروی دافعه، سرعت و انرژی جنبشی ذره ها افزایش می‌یابد و با توجه به قانون پایستگی انرژی، این انرژی جنبشی نمی‌تواند خود به خود به وجود آمده باشد، بنابراین افزایش انرژی جنبشی را به کاهش انرژی پتانسیل نسبت می‌دهیم و با توجه به ماهیت الکتریکی این انرژی، به آن انرژی الکتریکی می‌گویند.

نکته: طبق قانون پایستگی انرژی، اگر تنها نیروی وارد بر ذره، نیروی الکتریکی باشد، آن گاه:

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی

$$\Delta U_E = -\Delta K \Rightarrow W_E = \Delta K = \frac{1}{2}m(V^2 - V_0^2) \Rightarrow |q|Ed\cos\theta = \frac{1}{2}m(V^2 - V_0^2)$$

تغییر انرژی جنبشی — سرعت انتهایی — سرعت اولیه — جرم جسم

نکته: اگر نیرو و جابجایی هم جهت باشند، علامت کار مثبت می‌شود.

نکته: انرژی پتانسیل الکتریکی به بار الکتریکی و میدان الکتریکی وابسته است، ولی کمیت دیگری وجود دارد که به بار وابسته نیست و فقط به میدان الکتریکی وابسته است. این کمیت را پتانسیل الکتریکی می‌گویند.

رابطهٔ اختلاف پتانسیل:

تغییر انرژی پتانسیل با یکای ژول

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

اختلاف پتانسیل با یکای ژول بر کولن — بار الکتریکی با یکای کولن

نکته: یکای اختلاف پتانسیل را در این رابطه ژول بر کولن است که برابر یک ولت است. اختلاف پتانسیل در رابطه نیروی محرکه نیز نامیده می‌شود.

نکته: q و ΔU در این فرمول باید با علامت قرار شوند. یعنی اگر بار الکتریکی یا انرژی پتانسیل الکتریکی منفی باشد، باید با علامت منفی در رابطه قرار بگیرند.

نقطه مرجع پتانسیل الکتریکی:

اگر نقطه ای را به عنوان مرجع انرژی پتانسیل در نظر بگیریم به طوری که انرژی در آن نقطه صفر باشد، پتانسیل الکتریکی نیز در آن نقطه صفر شود.

$$V - V_0 = \frac{U - U_0}{q} \xrightarrow{v_0=0, u_0=0} V = \frac{U}{q}$$

نکته: پتانسیل الکتریکی زمین صفر است. بنابراین به زمین گاهی پتانسیل مرجع نیز گفته می‌شود.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

مفهوم ولتاژ باتری: هر باتری از دو پایانه تشکیل شده است، یکی مثبت و دیگری منفی. هنگامی که می‌گوییم باتری ۱۲ ولت است، یعنی پتانسیل الکتریکی پایانهٔ مثبت (V_+) به اندازهٔ ۱۲ ولت از پتانسیل الکتریکی پایانهٔ منفی (V_-) بیشتر است.

نکته: برای ولتاژ هر پایانه نمی‌توان عددی قائل شد. مثال بالا ممکن دو عدد مثبت ۶ و منفی ۶ باشند که اختلاف آن ۱۲ است. و هر دو عدد دیگری که اختلاف آن ها ۱۲ ولت باشد.

چگونگی کار سلول های عصبی: داخل و بیرون یاختهٔ عصبی در حالت عادی با هم اختلاف پتانسیلی به نام اختلاف پتانسیل آرامش دارند. در اثر تحریک یاختهٔ عصبی در اثر ضربه، نور و یا هر عامل محیطی دیگر اختلاف پتانسیل داخل و خارج تغییر می‌کند و باعث ایجاد پیام عصبی می‌شود.

به رابطه های زیر دقت کنید:

$$\left.\begin{array}{l} q\rangle 0 \Rightarrow \Delta U\langle 0 \xrightarrow{\Delta V=\frac{\Delta U}{q^+}} \Delta V\langle 0 \\ q\langle 0 \Rightarrow \Delta U\rangle 0 \xrightarrow{\Delta V=\frac{\Delta U}{q^-}} \Delta V\langle 0 \\ q\rangle 0 \Rightarrow \Delta U\rangle 0 \xrightarrow{\Delta V=\frac{\Delta U}{q^+}} \Delta V\rangle 0 \\ q\langle 0 \Rightarrow \Delta U\langle 0 \xrightarrow{\Delta V=\frac{\Delta U}{q^-}} \Delta V\rangle 0 \\ \theta=90^\circ \Rightarrow \Delta U=0 \xrightarrow{\Delta V=\frac{0}{q}} \Delta V=0 \end{array}\right.$$

با توجه به رابطهٔ مقابل اگر بار مثبت و تغییر انرژی منفی باشد اختلاف پتانسیل منفی است.

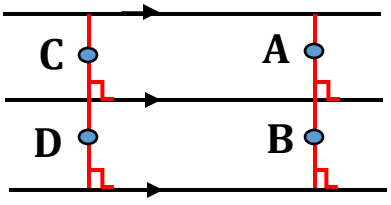
اگر بار ذره منفی و تغییر انرژی مثبت باشد اختلاف پتانسیل منفی است.

اگر بار مثبت و تغییر انرژی مثبت اختلاف پتانسیل مثبت است.

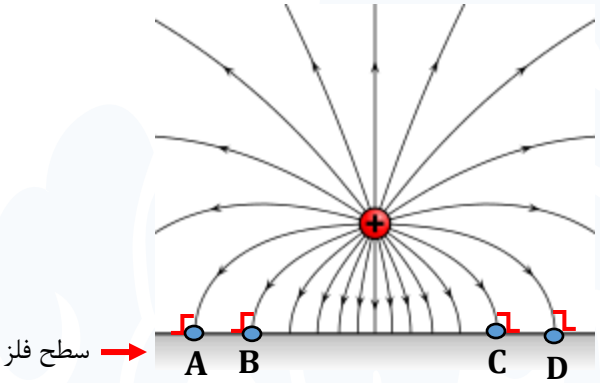
اگر بار منفی و تغییر انرژی پتانیسیل الکتریکی منفی اختلاف پتانسیل الکتریکی مثبت است.

اگر زاویه حرکت ۹۰ درجه باشد اختلاف صفر است.

نکته: اگر عمود بر خطوط میدان الکتریکی، خطی را رسم کنیم، تمام نقاط روی این خط هم پتانسیل هستند و یا در حالت سه بعدی، صفحهٔ هم پتانسیل هستند.(شکل های زیر)



$$V_A = V_B \Rightarrow V_C = V_D$$



$$V_A = V_B = V_C = V_D$$

یکای الکترون ولت: یکای انرژی الکتریکی در SI بر حسب ژول است و یکای فرعی آن الکترون – ولت است و با نماد e.V نمایش داده می‌شود.

$$e.V \underset{\div 1/6\times10^{-19}}{\overset{\times 1/6\times10^{-19}}{\rightleftarrows}} J$$

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

رابطهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی و میدان الکتریکی یکنواخت:

$$\Delta U = -|q_\circ| E.d.\cos\theta \xrightarrow[\cos\theta=\pm 1]{} |\Delta U| = |q_\circ| E.d \Rightarrow |\Delta V| = \frac{|\Delta U|}{|q_\circ|} = \frac{|q_\circ| Ed}{|q_\circ|} = Ed$$

$E = \dfrac{|\Delta V|}{d}$

$|\Delta V|$ ← اختلاف پتانسیل برحسب ولت

E ← میدان الکتریکی بر حسب ولت بر متر

d ← فاصله در امتداد یک خط میدان برحسب متر

نکته: یکای میدان در این رابطه برابر با ولت بر متر است و در رابطهٔ $E = \dfrac{F}{q}$ نیوتن بر کولن بنابراین رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\frac{F}{q} = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow \frac{N}{C} = \frac{V}{m}$$

$\frac{F}{q}, \frac{\Delta V}{d}$ ← کمیت های برابر

$\frac{N}{C}, \frac{V}{m}$ ← یکاهای برابر

نکته: فاصلهٔ d فاصلهٔ بین دو نقطه از میدان نیست بلکه d فاصلهٔ بین دو سطح عمود بر خط های میدان است که دو نقطه بر روی آن ها قرار دارند. ویژگی های هر کدام از این دو سطح ها این است که پتانسیل الکتریکی همهٔ نقاط بر روی آن ها یکسان است.

نکته: اگر نقطه ای را که پتانسیل آن کمتر است، نقطهٔ زمین (پتانسیل صفر) بگیریم، رابطهٔ فوق به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$E = \frac{V - V_\circ}{d} \xrightarrow{V_\circ = \circ} E = \frac{V}{d}$$

نکته: وقتی میدان الکتریکی یکنواخت باشد می‌توان مقدار E در هر نقطهٔ دلخواه در میدان، مقداری ثابت است؛ پس می توان نوشت:

$$E = \frac{V_A - V_B}{d_1} = \frac{V_C - V_D}{d_2}$$

توزیع بار الکتریکی:

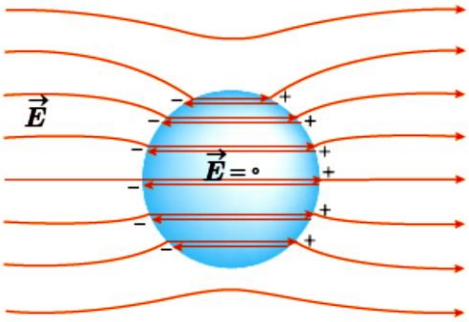
رسانای منزوی: جسم رسانایی را که به وسیلهٔ عایقی از محیط اطراف خود جدا شده و تحت تأثیر هیچ میدان الکتریکی خارجی ای نباشد، رسانای منزوی می‌گویند.

نکته: وقتی یک جسم رسانای منزوی را باردار می‌کنیم، بارهای الکتریکی، فقط روی سطح خارجی جسم رسانا پخش می‌شود و در داخل رسانا هیچ بار خالصی حضور نخواهد داشت.

نکته: وقتی به یک جسم رسانای منزوی بار اضافی می‌دهیم، در مدت بسیار کوتاهی میدان الکتریکی داخل آن صفر می‌شود. زیرا میدان الکتریکی در داخل رسانای منزوی باردار که در تعادل الکتروستاتیکی به سر می‌برد، صفر است.

نکته: در اجسام رسانای نوک تیز باردار، تراکم بار در نقاط نوک تیز بیشتر است.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)



رسانای منزوی و خنثی در میدان الکتریکی خارجی:

اگر یک رسانای خنثای منزوی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار دهیم، میدان الکتریکی به الکترون های آزاد رسانا نیرو وارد می‌کند و آن ها را جابجا می‌کند، به طوری که اثر میدان الکتریکی خارجی در درون رسانا خنثی می‌شود و میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر می‌شود.

نکته: همهٔ نقاط داخل و روی سطح رسانا، پتانسیل الکتریکی یکسانی دارند. $W=0 \Rightarrow \Delta U=0 \Rightarrow \Delta V=\frac{\Delta U}{q}=\frac{0}{q}=0$

نکته: اگر جسم رسانا مانند کره دارای سطح متقارن باشد، در نبود میدان الکتریکی خارجی تراکم بار در تمام نقاط سطح خارجی آن یکسان است. اما در اجسام نامتقارن مانند مخروط تراکم بار در نقاط نوک تیز بیش تر از سایر نقاط است.

چگالی سطحی: مقدار بار الکتریکی در یکای سطح یک رسانا را چگالی سطحی بار می‌نامیم و رابطهٔ به صورت زیر است:

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

نکته: در حالت هایی که دو چگالی با هم مقایسه شود می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد. (شکل جسم کروی باشد)

$$\frac{\sigma'}{\sigma}=\frac{Q'}{Q}\times\frac{A}{A'}\Rightarrow\frac{\sigma'}{\sigma}=\frac{Q'}{Q}\times\left(\frac{R}{R'}\right)^{2}$$

خازن:

خازن ساختمان ساده ای دارد؛ دو رسانا با هر شکلی، که از محیط اطراف خود منزوی شده اند و در فاصلهٔ معینی از هم قرار دارند یک خازن هستند.

نکته: خازن یکی از پُرکاربردترین اجزای مدارهای الکتریکی است. و کار آن ذخیرهٔ انرژی و بار الکتریکی می‌باشد.

توجه: تفاوت باتری و خازن این است که باتری انرژی اش را با آهنگ نسبتاً کم و در دراز مدت به مدار می‌دهد، اما خازن باردار انرژی اش را به صورت ناگهانی و با آهنگ بسیار بیشتر به مدار می‌دهد.

نکته: خازن وسیله ای مناسب برای فلاش دوربین ها می‌باشد.

خازن تخت: این خازن دو سطح تخت رسانای موازی هم در فضای بین دو صفحه می‌تواند خلأ ، هوا و یا یک مادهٔ نارسانای دیگر باشد.

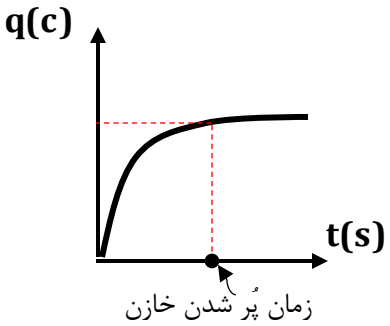
نکته: به مادهٔ نارسانایی که فضای بین دو صفحه را پُر می‌کند دی الکتریک می‌گوییم.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نکته: وقتی خازن در حال پُر شدن است جریان از خود عبور می‌دهد ولی وقتی پُر شود جریان از خود عبور نمی‌دهد.

نکته: وقتی خازن شارژ می‌شود، می‌گوییم دارای بار q است و منظور این است که روی یک صفحه، بار $+q$ و روی صفحهٔ دیگر $-q$ قرار دارد در این حالت فقط یک تفکیک بار صورت گرفته است و بار خالصی خلق نشده است.

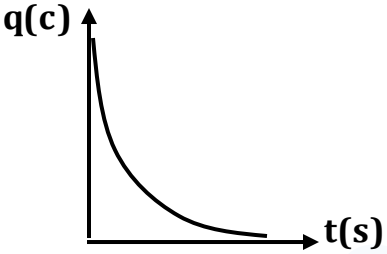
نمودار بار الکتریکی و زمان خازن وقتی در حال پُرشدن است به صورت زیر است:



در ابتدا خازن خالی است و هیچ باری ندارد. و جابجایی کردن بار روی صفحات خازن به راحتی و به سرعت انجام می‌پذیرد. با گذشت زمان و پُر شدن خازن، انتقال بار روی صفحات خازن سخت تر و کند تر می‌شود و پس از پُر شدن خازن، با گذشت زمان، بار خازن تغییر نمی کند.

تخلیه خازن: اگر خازن بارداری به یک مصرف کننده متصل کنید یا دو صفحه خازن را با سیم به یکدیگر متصل کنید، الکترون ها از صفحهٔ منفی به طرف صفحهٔ مثبت منتقل می‌شوند تا هر دو صفحه خنثی شوند.

نمودار تخلیه بر حسب ثانیه به صورت شکل مقابل است:



ظرفیت خازن: ظرفیت یک خازن بر اساس ساختار هندسی آن مشخص و تعیین می‌گردد. که عبارت از:

- دی الکتریک
- اندازهٔ مساحت مشترک صفحات
- فاصلهٔ بین صفحات

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

ظرفیت خازن بر حسب فاراد

اندازهٔ سطح بر حسب متر مربع

دی الکتریک بدون یکا

ضریب گذر دهی الکتریکی در خلأ

اندازهٔ فاصلهٔ دو صفحه به متر

نکته: ثابت گذردهی در خلأ همیشه مقدار ثابتی دارد و برابر با : $(\varepsilon_{\circ} \simeq ۹\times۱۰^{-۱۲}\ \frac{C^{۲}}{N.m^{۲}})$

نکته: اگر مشخصات ظاهری یا ساختمانی خازن تختی تغییر کند، می‌توانید از رابطهٔ زیر کمک بگیرید:

$$\frac{C_{۲}}{C_{۱}} = \frac{K_{۲}}{K_{۱}} \times \frac{A_{۲}}{A_{۱}} \times \frac{d_{۱}}{d_{۲}}$$

نکته: ضریب دی الکتریک هوا و خلأ یک می‌باشد. البته ضریب دی الکتریک هوا تقریباً برابر یک است.

نکته: ضریب فاراد واحد بزرگی است و در عمل از یکای کوچکتر مثل میلی فاراد و میکرو فاراد و پیکو فاراد استفاده می‌کنیم.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نکته: اگر خازن به باتری وصل باشد اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت می‌ماند. و اگر خازن پُر شود و از باتری جدا شود مقدار بار الکتریکی ثابت می‌ماند.

چند کاربر از خازن ها:

- میکروفون خازنی: در اثر صدا، صفحهٔ متحرک خازن به ارتعاش در می‌آید و به همین دلیل ظرفیت خازن تغییر می‌کند و باعث ایجاد سیگنال الکتریکی می‌شود که این سیگنال به آمپلی فایر فرستاده و با تقویت سیگنال باعث ایجاد صدای بلند، در بلند گو می‌شود.

- صفحه کلید خازنی: در زیر هر کلید، خازنی با دی الکتریک انعطاف پذیر قرار دارد. با فشردن کلید، ظرفیت خازن تغییر می‌کند و این تغییر توسط پردازنده ها آشکار شده و تشخیص داده می‌شود که کدام کلید فشرده شده است.

- کیسهٔ هوای اتومبیل: در کیسهٔ هوای اتومبیل خازنی وجود دارد که شامل یک صفحهٔ ثابت و یک صفحهٔ متحرک است. در اثر حرکت اتومبیل و کم و زیاد شدن سرعت اتومبیل ظرفیت خازن تغییر می‌کند. در ترمزهای بسیار ناگهانی و یا ضربات ناگهانی اتومبیل در اثر تصادفات، ظرفیت خازن به طور ناگهانی تغییر می‌کند. این تغییرات باعث فعال شدن کیسهٔ هوا می‌شود.

ساختمان دی الکتریک و عملکرد آن در خازن:

مواد دی الکتریک می‌توانند قطبی یا غیر قطبی باشند اما نکتهٔ مهم در این جا است که مولکول های غیر قطبی هم وقتی در میدان قرار گیرند، قطبی می‌شوند.

نکته: در یک میدان خارجی دو قطبی های الکتریکی می‌خواهند در یک جهت میدان الکتریکی هم سو شوند ولی به دلیل حرکت کاتوره ای گرمایی که دارند، این هم سویی کامل نیست.

نکته: دو عامل کاهش دما و افزایش برزگی میدان می‌تواند در هم ردیف شدن قطبی ها کمک کند.

نکته: وارد کردن دی الکتریک بین صفحه های خازن باعث می‌شود میدان الکتریکی بین صفحات کاهش یابد. کاهش میدان باعث کاهش اختلاف پتانسیل دو سر خازن می‌شود.

نکته: ظرفیت خازن با اختلاف پتانسیل رابطهٔ عکس دارد کاهش اختلاف پتانسیل باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شود.

نتیجه: وارد کردن دی الکتریک بین صفحات خازن ظرفیت را افزایش می‌دهد.

فروریزش الکتریک: اختلاف پتانسیل یا میدان بین صفحه های خازن را تا حد معینی می‌توانیم افزایش دهیم. اگر اختلاف پتانسیل یا میدان الکتریکی را از آن حد بیشتر کنیم، خازن دچار فروریزش الکتریکی می‌شود.

نکته: معمولاً ولتاژ قابل تحمل هر خازن با نماد $\mathbf{V_b}$ روی خازن نشان می‌دهند.

انرژی خازن: باتری برای ذخیرهٔ انرژی $\frac{1}{2}\mathbf{VQ}$ در خازن، به اندازهٔ VQ انرژی مصرف می‌کند. یعنی همیشه و تحت هر شرایطی نیمی از انرژی که مولد مصرف می‌کند، در خازن ذخیره می‌شود و نیمی دیگر به صورت گرما هدر می‌رود.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

نکته: هنگام استفاده از فرمول های انرژی $U=\frac{1}{2}V.Q \rightarrow U=\frac{1}{2}CV^2 \rightarrow U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ لازم نیست که همهٔ یکاها (به جز اختلاف پتانسیل) در SI باشند.

نکته: رابطهٔ $U=\frac{1}{2}CV^2$ بیشتر در شرایطی که ولتاژ یکسان یا ثابت است به کار می‌رود. چرا که اگر ولتاژ ثابت باشد، U و C رابطهٔ مستقیم دارد.

نکته: رابطهٔ $U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ بیشتر در مواقعی که بار ثابت یا یکسان است استفاده می‌شود. طوری که اگر Q ثابت باشد، U و C رابطهٔ عکس دارد.

انواع خازن:

- خازن ورقه ای: این خازن ها معمولاً از دو ورقهٔ آلومینیم یا قلع ساخته شده اند و بین آن ها کاغذ آغشته به روغن قرار دارد. این ورقه ها را لوله کرده و در محفظهٔ پلاستیکی قرار می‌دهند. ظرفیت در حدود نانوفاراد و میکروفاراد است.

- خازن میکا: در این خازن ها بین ورقه های قلع، نازک میکا قرار می‌دهند و ورقه های قلع را در میان به هم وصل می‌کنند تا ظرفیت در حدود پیکوفاراد به دست آید.

- خازن سرامیکی: دی الکتریک این خازن ها از جنس سرامیک است و ظاهر این خازن عدسی شکل است.

- خازن الکترولیتی: ظرفیت این خازن ها در حدود $0/1F$ است. بین صفحات، اسفنج های آغشته به موادی مانند انواع مختلف فسفات یا کربنات قرار دارد.

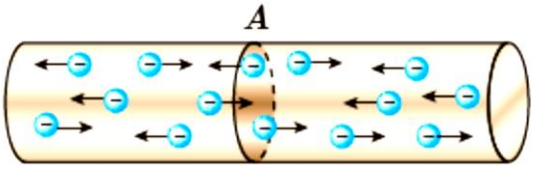
- ابرخازن: این خازن ها در حدود کیلوفاراد نیز ظرفیت دارند. با استفاده از فناوری نانو نوعی الکترولیت استفاده می‌شود که مساحت بسیار بزرگی ایجاد می‌کنند تا ظرفیت های بالا ایجاد شود.

- خازن متغییر: تعدادی از صفحات این خازن ها ثابت و تعدادی متحرک هستند. با حرکت صفحه های متحرک، ظرفیت این خازن ها تغییر می‌کند.

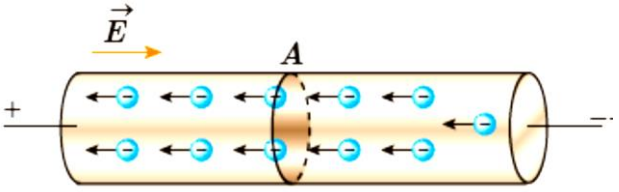
نکته: یکی کاربردهای جالب خازن ها منظم کردن کارکرد قلب است. دستگاه دفیبریلاتور خازنی با ولتاژ $6KV$ شارژ می‌شود. که می‌تواند پالس بسیار قوی ایجاد کند و باعث نظم کاری قلب می‌شود.

نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

مفهوم جریان الکتریکی: اجسام رسانا به دلیل داشتن الکترون های آزاد، بار الکتریکی را از خود عبور می‌دهند. الکترون های آزاد با سرعت های مختلف به صورت کاتوره ای در جهت های مختلف حرکت می‌کنند. (شکل ۱) اگر به دو سر رسانا اختلاف پتانسیل اعمال کنیم در داخل رسانا میدان الکتریکی برقرار می‌شود. این میدان به الکترون های آزاد نیرو وارد می‌کند. (شکل ۲) و حرکت کاتوره ای الکترون های آزاد را تغییر می‌دهد.



شکل ۱ قبل از بر قراری اختلاف پتانسیل



شکل ۲ بعد از بر قراری اختلاف پتانسیل

نکته: حرکتی الکترون های آزاد با میدان ایجاد شده در شکل ۲ پیدا می‌کنند سرعت سوق نامیده می‌شود که در رسانای فلزی کمتر از $۱\frac{mm}{s}$ است.

نکته: الکترون ها ذرات کوچکی هستند که بار منفی را با خود حمل می‌کنند و یا به عبارت دیگر حاملان بار منفی هستند.

نکته: تندی حرکت الکترون ها که از مرتبه $۱۰^{۶}\frac{m}{s}$ و با حالت کاتوره ای همراه است با سرعت سوق متفاوت است.

حرکت کاتوره ای الکترون های آزاد: وقتی رسانایی در حال تعادل الکترواستاتیکی است پتانسیل الکتریکی در تمام نقاط رسانا یکسان و اختلاف پتانسیل هر دو نقطهٔ دلخواه از رسانا، صفر است. در نتیجه درون رسانا میدان الکتریکی وجود ندارد. در این شرایط حرکت الکترون ها نامنظم و بی هدف است.

شارش بار خالص: وقتی اختلاف پتانسیل در دو سر رسانایی ایجاد شود الکترون های آزاد همین طور که مشغول حرکت سریع کاتوره ای شان خیلی آهسته و کند در جهت نیروی الکتریکی وارد بر آن ها به سمت مخالف خط های میدان سوق پیدا می‌کنند.

نکته: وقتی کلید برق را می‌زنیم، بلافاصله در تمام مدار، میدان الکتریکی ایجاد می‌شود و هم زمان به همهٔ الکترون ها نیرو وارد می‌شود و در نتیجه الکترون ها در تمام نقاط مدار با سرعت سوق شروع به حرکت می‌کنند.

تعریف کمی جریان الکتریکی: هرگاه در مدت Δt بار خالص Δq از مقطعی از یک رسانا بگذرد، به نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ جریان الکتریکی متوسط می‌گوییم.

نکته: جریان الکتریکی، آهنگ مقدار بار خالص عبوری از یک مقطع از مدار است. $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$

نکته: اگر جهت و مقدار جریان با گذشت زمان ثابت بماند، جریان الکتریکی در هر لحظه برابر جریان الکتریکی متوسط می‌شود:

$$I=\bar{I} \xrightarrow{\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}} I=\frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \Delta q = I\Delta t$$

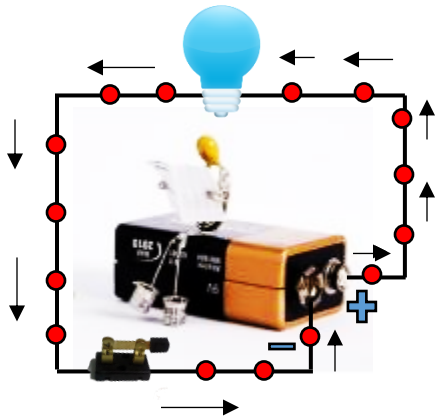
I: شدت جریان لحظه ای
$\bar{I}$: شدت جریان متوسط
Δq: بار خالص جابجا شده
Δt: بازهٔ زمانی دلخواه

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)

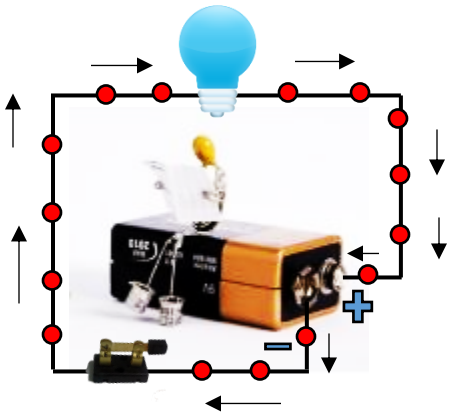
نکته: بار الکتریکی جز کمیت های فرعی و از نوع نرده ای است. و شدت جریان جز کمیت های اصلی و از نوع نرده ای می‌باشد.

نکته: یکای بار الکتریکی بر حسب یکاهای اصلی برابر با: $\Delta q = I\Delta t \Rightarrow 1(C) = 1(A) \times 1(S)$

نکته: طبق یک قرار داد قدیمی در مدارهای الکتریکی جهت جریان الکتریکی را در خلاف جهت حرکت الکترون ها در نظر می‌گیریم:



جهت جریان قراردادی از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر



جهت جریان واقعی از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر

آمپر سنج: جریان الکتریکی مدار را با وسیله ای به نام آمپرسنج اندازه می‌گیریم. آمپرسنج به صورت متوالی در مدار قرار می‌گیرید.

نکته: آمپرسنج ایده آل مقاومت برابر صفر دارد. و کل جریان را تقریباً بدون مقاومت از خود عبور می‌دهد.

ولت سنج: اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار را به کمک وسیله ای به نام ولت سنج اندازه می‌گیریم. ولت سنج به صورت موازی بین دو نقطه از مدار قرار می‌گیرد.

نکته: ولت سنج ایده آل مقاومت تقریباً بی نهایت دارد و جریان از خود عبور نمی‌دهد.

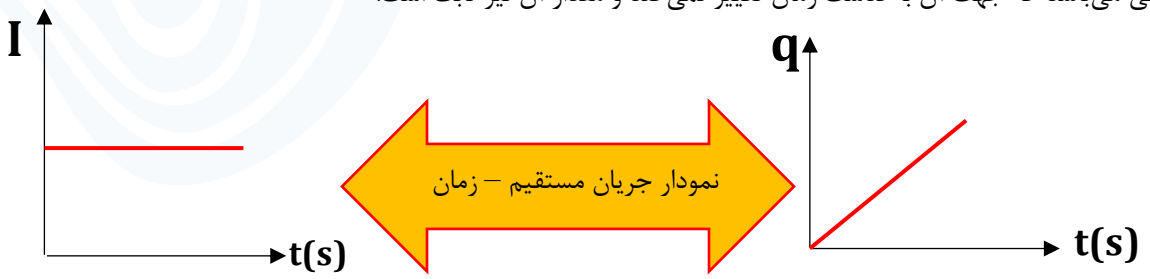
آمپر ساعت: یکای دیگری برای بار الکتریکی است. اگر در فرمول $\Delta q = I\Delta t$ جریان بر حسب آمپر و زمان برحسب ساعت باشد مقدار بار بر حسب آمپر ساعت به دست می‌آید.

کولن $\underset{\div ۳۶۰۰}{\overset{\times ۳۶۰۰}{\rightleftarrows}}$ آمپر - ساعت

نکته: آمپر ساعت باتری بیشترین مقدار بار خالصی است که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد تا به ایمن تخلیه شود.

نکته: در گوشی های همراه از یکای میلی آمپر ساعت استفاده می‌شود.

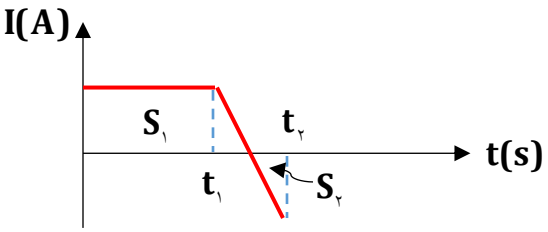
جریان مستقیم: جریانی می‌باشد که جهت آن با گذشت زمان تغییر نمی‌کند و مقدار آن نیز ثابت است.



نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

نکته: نمودار بار عبوری بر حسب زمان به هر شکلی ممکن باشد. با توجه معادلهٔ بار الکتریکی تغییر می‌کند اگر معادله درجه اول باشد نمودار یک خط راست می‌شود. و با توان های بیشتر از یک، از حالت خطی خارج می‌شوند.

نکته: مساحت زیر نمودار جریان بر حسب زمان، نشان دهندهٔ بار عبوری می‌باشد. و اگر مقدار مساحت منفی شد معنی آن یعنی جهت جریان تغییر کرده است.



با توجه به نمودار مقابل تا لحظهٔ t_1 جهت جریان تغییر نکرده و مساحت زیر منحنی (ذوزنقه) مثبت و مساحت زیر خط زمان تا لحظهٔ t_2 منفی است و برای محاسبه بار خالص جابجا شده دو مساحت را جمع جبری می‌کنیم. $\Delta q = S_1 + (-S_2)$

نکته: برای ایجاد جریان مستقیم، باید به دو سر رسانا یک اختلاف پتانسیل ثابت وصل کرد.

نکته: در رابطهٔ $\Delta q = I\Delta t$ به جای q می‌توان ne را قرار داد و تعداد بار عبوری را محاسبه کرد:

$$\begin{cases} q = ne \\ q = It \end{cases} \Rightarrow ne = It \Rightarrow n = \frac{It}{e} = \frac{It}{1/6\times10^{-19}}$$

مقاومت الکتریکی: الکترون های آزاد در داخل رسانا ضمن حرکت با اتم های در حال نوسان برخورد می‌کنند یعنی با نوعی مقاومت روبه رو هستند.

تعریف کمی مقاومت الکتریکی: اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا V و جریان گذرنده از آن I باشد، مقاومت الکتریکی آن (R) به صورت زیر است:

$R = \frac{V}{I}$ ← مقاومت الکتریکی رسانا یکای آن اهم

V → اختلاف پتانسیل دو سر رسانا

I → شدت جریان گذرنده از رسانا

نکته: در رابطهٔ $R = \frac{V}{I}$ اگر دو مقاومت متفاوت به اختلاف پتانسیل یکسان وصل شود مقدار شدت جریان از مقاومت بیشتر کم تر است:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1R_1 = I_2R_2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

قانون اهم: براساس این قانون، در یک دمای معین وقتی اختلاف پتانسیل دو سر وسیله ای را که جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهد تغییر می‌دهیم. نسبت $\frac{V}{I}$ آن ثابت است. یعنی مقاومت ثابت است.

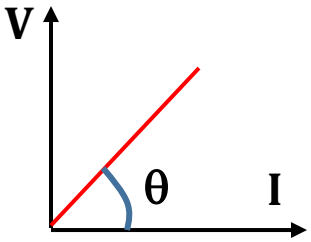
نکته: بعضی از قطعات الکترونیکی از قانون اهم پیروی نمی‌کنند مثل دیودها و دو قطبی ها و ترانزیستورها ....

نکته: به طور کلی مقاومت ها به دو دستهٔ اهمی و غیر اهمی تقسیم بندی می‌شوند.

رسانای (مقاومت) اهمی: رسانایی است که از قانون اهم پیروی می‌کند. بیشتر فلزات و بسیاری از رساناهای غیر فلزی مقاومتشان اهمی است.

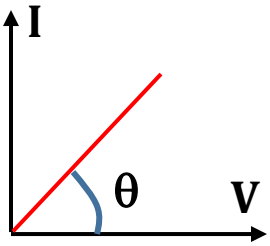
نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

نمودار های مقاومت هایی که از قانون اهم پیروی می‌کنند به صورت خطی است:



(۱)

$$\begin{cases}\tan\theta=\dfrac{V}{I}\\ \tan\theta=R\end{cases}$$

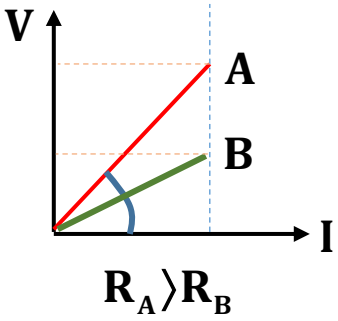


(۲)

$$\begin{cases}\tan\theta=\dfrac{I}{V}\\ \tan\theta=\dfrac{۱}{R}\end{cases}$$

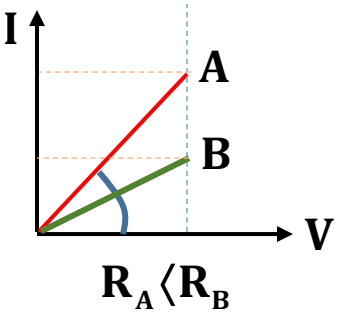
نکته: با توجه به نمودار اگر نمودار ۱ را در نظر بگیریم با افزایش شیب مقاومت افزایش می‌یابد. و در نمودار ۲ با افزایش شیب مقاومت کاهش می‌یابد.

مثال:



$R_A \rangle R_B$

$$\frac{V_A}{R_A}=\frac{V_B}{R_B}$$



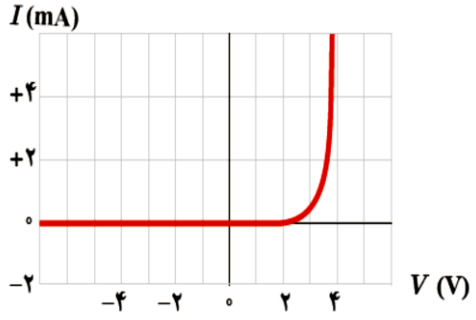
$R_A \langle R_B$

$$I_A R_A = I_B R_B$$

رسانا (مقاومت) غیر اهمی: بعضی از وسیله هایی که جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهند مانند LED ها و انواع دیگر دیودها، از قانون اهم تبعیت نمی‌کنند. به این وسایل رسانای غیر اهمی می‌گوییم.

نکته: وقتی اختلاف پتانسیل دو سر وسیلهٔ غیر اهمی را تغییر می‌دهیم، هم I تغییر می‌کند و هم R . و نمودار آن غیر اهمی است یعنی یک خط راست نیست.

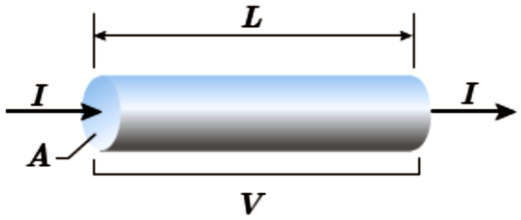
نکته های نمودار I-V دیود (شکل روبه رو) می‌فهمیم که:



- اگر پایانه های دیود را بر عکس ببندیم از آن جریان عبور نمی‌کند.
- با افزایش اختلاف پتانسیل مثبت، جریان افزایش می‌یابد.
- با افزایش اختلاف پتانسیل مثبت، شیب نمودار $\left(\frac{۱}{R}\right)$ زیاد می‌شود، پس Rکم می‌شود.

مثال: در یک مدار، یک لامپ LED روشن است. اگر اختلاف پتانسیل دو سر LED را افزایش دهیم، مقاومت آن کاهش و جریان الکتریکی گذرنده از آن افزایش می‌یابد.

نکات و مفاهیم فصل اول (الکتریسیته ساکن و خازن)



عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی:

- با طول رسانا رابطهٔ مستقیم دارد.
- با سطح مقطع رسانا رابطهٔ عکس دارد.
- به جنس رسانا بستگی دارد.

مقاومت ویژه (ρ) کمیتی است که به جنس و دمای رسانا وابسته است و مقاومت (R) با آن رابطهٔ مستقیم دارد. $R \propto \rho$

اگر سطح مقطع رسانا در تمام طول آن یکسان باشد، مقاومت سیم از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R: مقاومت (اهم)، ρ: مقاومت ویژه (اهم متر)، L: طول (متر)، A: سطح مقطع سیم (متر مربع)

نکته: هر چه مقاومت ویژهٔ جسم کم تر باشد، آن جسم رسانای الکتریکی بهتری است و هر چه مقاومت ویژهٔ جسم بیشتر باشد، آن جسم عایق الکتریکی بهتری است.

نکته: وقتی جرم ، و جنس و دمای سیم در دو حالت یکسان است. از یکسان بودن جنس سیم نتیجه می‌گیریم چگالی سیم یعنی $\frac{m}{V}$ ثابت می‌ماند:

$$\frac{m_1}{V_1} = \frac{m_2}{V_2} \xrightarrow{m_1=m_2} V_1 = V_2 \xrightarrow{V=AL} A_1L_1 = A_2L_2 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2}$$

مثال: اگر سیم را بکشیم تا طول آن ۴ برابر شود مقاومت آن چند برابر می‌شود؟

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = ٤ \times ٤ = ١٦$$

نکته: در حالت کلی می‌توان از رابطهٔ زیر برای مقایسه دو حالت از مقاومت را محاسبه کرد:

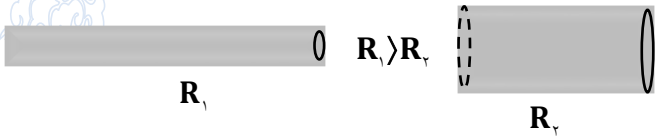
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$$

نکته: اگر بدون تغییر مقاومت شکل هندسی جسم تغییر کند می‌توان ازرابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$R_1 = R_2 \Rightarrow \rho_1 \frac{L_1}{A_1} = \rho_2 \frac{L_2}{A_2} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

نکته: هر چه سطح مقطع رسانا کم تر شود، مانند این است سطح مقطع لولهٔ حاوی شاره کم تر شده است. بنابراین مقدار شاره عبوری نیز کم تر می‌شود، یعنی مقاومت در برابر عبور شاره افزایش می‌یابد. نتیجه هر چه قدر سیم نازک باشد (قطر کم) مقاومت آن بیشتر است.

نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)



نکته: سیم نازک و بلند مقاومت بیشتری نسبت به سیم کوتاه و ضخیم دارد.

نکته: هر چه طول جسم بلندتر باشد، تعداد برخوردهای الکترون هنگام عبور از رسانا افزایش می‌یابد و مقاومت رسانا نیز افزایش می‌یابد.

نکته: مقاومت ویژهٔ یک ماده فقط به جنس (ساختار اتمی) و دمای آن بستگی دارد.

تعریف مقاومت ویژه: مقاومت قطعه ای از آن ماده به طول یک متر و سطح مقطع یک متر مربع است.

نکته: با توجه به مقاومت ویژه مواد به سه دستهٔ رسانا، نیم رسانا و نارسانا تقسیم می‌شوند.

نکته: مقاومت ویژهٔ رساناها بسیار کم حدود $10^{-8}\,\Omega m$ تا $10^{-6}\,\Omega.m$ و مقاومت ویژهٔ نارساناها بیش تر از $10^{10}\,\Omega.m$ است.

نکته: موادی مانند ژرمانیم و سیلیسم مقاومت ویژه ای بین رساناها و نارساناها دارند و به آن ها نیم رسانا می‌گویند.

نکته: در اثر افزایش دما، مقاومت ویژهٔ رساناهای فلزی افزیش می‌یابد؛ در حالی که با افزایش دما، مقاومت ویژهٔ نیم رساناها کاهش می‌یابد.

نکته: در برخی مواد، مانند جیوه و قلع، با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاص به صورت ناگهانی به صفر اُفت می‌کند و در دماهای پایین تر، همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را ابررسانایی می‌گویند.

تأثیر دما بر مقاومت ویژهٔ اجسام: (ویژه رشتهٔ ریاضی)

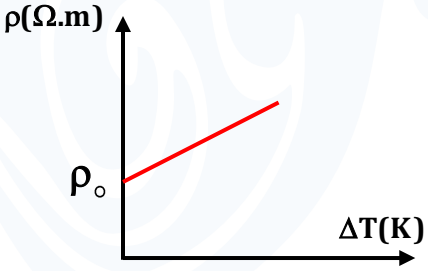
نکته: افزایش دما مقاومت ویژهٔ اجسام را تغییر می‌دهد. تأثیر دما در اجسام رسانا و اجسام نیم رسانا بر عکس است. در اجسام رسانا افزایش دما، مقاومت را افزایش می‌دهد ولی در اجسام نیم رسانا، افزایش دما باعث کاهش مقاومت می‌شود.

آزمایش نشان می‌دهد که مقاومت ویژهٔ فلزات در یک محدودهٔ دمایی نسبتاً بزرگ، تقریباً با دما رابطهٔ خطی دارد؛ به طوریکه می‌توان رابطهٔ زیر را نوشت:

$\Delta\rho = \rho_0 \alpha \Delta T \Rightarrow \rho = \rho_0(1+\alpha\Delta T)$

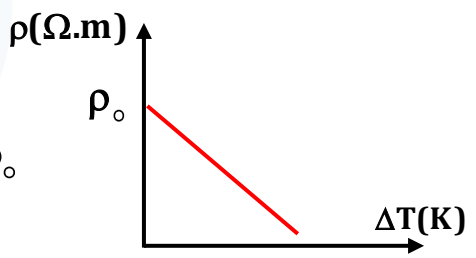
$\Delta\rho$: تغییرات مقاومت ویژه ($\Omega.m$)
ρ_0: مقاومت ویژه ($\Omega.m$)
ΔT: تغییر دما (k)
α: ضریب دمایی ($\frac{1}{k}$)

نکته: ضریب دمایی رساناها مثبت و ضریب دمایی نارساناها و نیم رساناها منفی است بنابراین نمودار آن ها بصورت زیر است:



نمودار مقاومت ویژه رساناها با تغییر دما

$\frac{\Delta\rho}{\Delta T} = \alpha\rho_0$



نمودار مقاومت ویژه نارساناها و نیم رسانا ها با تغییر دما

نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

نکته: تغییرات دما به کلوین و سانتی گراد یکسان است. $\Delta T = \Delta \theta$

رابطهٔ $\Delta \rho = \rho_\circ \alpha \Delta T$ را به صورت رابطهٔ مقابل هم می‌شود نوشت: $\Delta \rho = \rho_\circ \alpha \Delta T \xrightarrow{R \propto \rho} \Delta R = R_\circ \alpha \Delta T$

همچنین داریم: $\rho - \rho_\circ = \rho_\circ \alpha \Delta T \rightarrow R - R_\circ = R_\circ \alpha \Delta T$ پس می‌توان نوشت:

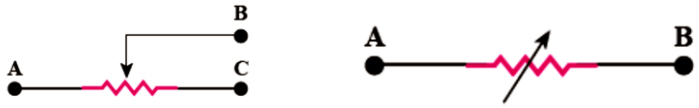
$$\rho = \rho_\circ (1 + \alpha \Delta T) \rightarrow R = R_\circ (1 + \alpha \Delta T)$$

نکته: نسبت تغییرات مقاومت ویژه و مقاومت R با هم برابر هستند: $\frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta R}{R} = \alpha \Delta T$

انواع مقاومت:

مقاومت پیچه ای (آجری): این نوع مقاومت سیم نازکی است که به دور مغزی یا هسته ای نارسانا پیچیده شده و در غلافی از جنس سرامیک قرار گرفته است. جنس سیم معمولاً از نیکروم (آلیاژ نیکل و کروم) یا منگانین (آلیاژ منگنز، مس، نیکل) است.

نمونه ای از ساختار مقاومت پیچه ای

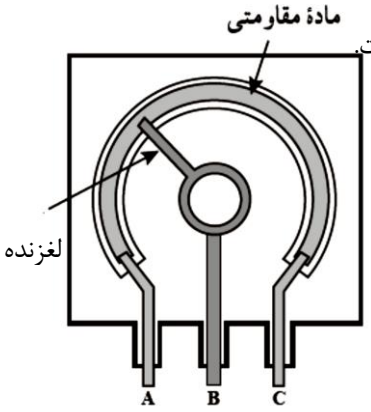


نماد یک رئوستا یا پتانسیومتر در مدار

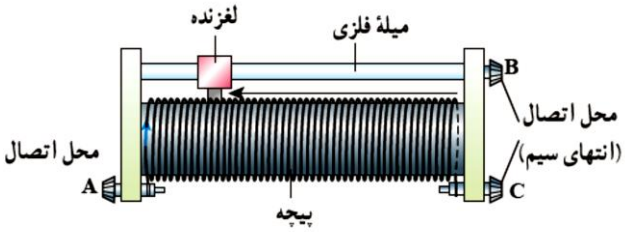
نکته: این نوع مقاومت ها برای به دست آوردن مقاومت های پایین بسیار دقیق و هم چنین توان های بالا ساخته می‌شوند.

نکته: بیشترین توان الکتریکی که این نوع مقاومت ها تحمل می‌کنند، بدون آن که بسوزند روی آن ها نوشته شده است.

دو نوع مقاومت پیچه ای رئوستا و پتانسیومتر را می‌توان نام برد.



طرح ساده ای از پتانسیومتر



طرح ساده ای از یک رئوستا

رئوستا و پتانسیومتر : ویژگی اصلی این دو نوع وسیله متغییر بودن و قابل تنظیم بودن آن ها است.

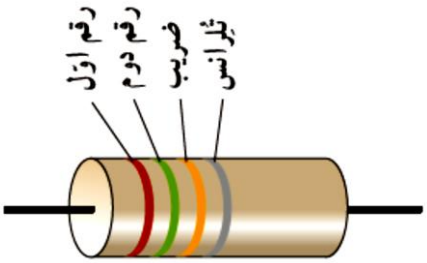
ساختمان و نحوهٔ کار با رئوستا: این وسیله از یک پیچه یا مقاومت ویژهٔ نسبتاً زیاد، دکمهٔ لغزنده از جنس فلز است و پیچه را به میله اتصال می‌دهد.

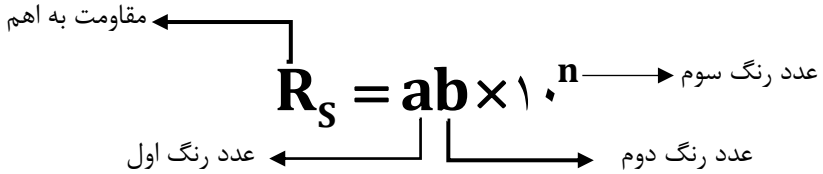
نکته: برای استفاده صحیح از رئوستا ابتدا آن را روی بیشترین مقاومت تنظیم می‌کنیم و با جابجا کردن دکمهٔ لغزنده هر طول دلخواهی از سیم را در مسیر جریان قرار می‌دهیم و به جریان دلخواه می‌رسیم.

نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

ساختمان و نحوهٔ کار با پتانسیومتر: با توجه به شکل فوق پایه های A و B آن را به مدار می‌بندیم. در این تصویر اگر لغزنده را به سمت راست بچرخانیم طول مادهٔ مقاومتی که از آن جریان می‌گذرد افزایش می‌یابد و طبق رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ با افزایش L و R هم زیاد می‌شود.

مقاومت ترکیبی: این مقاومت ها معمولاً از جنس کربن، برخی از نیم رساناها یا لایه های نازک فلزی هستند که در داخل پوشش پلاستیکی قرار گرفته اند. بر روی این مقاومت سه یا چهار حلقهٔ رنگی دیده می‌شود. هر رنگ به معنی عددی است.





نکته: رنگ چهارم اسمش تلرانس (T) است. که مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت را بر حسب درصد نشان می‌دهد. که رابطهٔ آن به صورت زیر است:

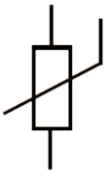
$$R = R_s \pm TR_s$$

نکته: رنگ چهارم اگر طلایی باشد مقدار تلرانس ۵ درصد و اگر نقره ای باشد مقدار تلرانس ۱۰ درصد و اگر بدون رنگ باشد حداقل تلرانس ۲۰ درصد است.

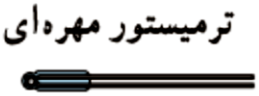
معرفی چند مقاومت خاص و کاربرد آن ها:

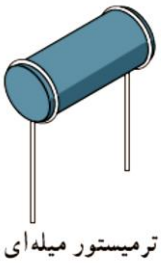
۱- ترمیستور: به مقاومت حساس به دما گفته می‌شود. این مقاومت ها به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دماپاها (ترموستات) دماسنج های الکتریکی (ترموکوپل) و زنگ خطر آتش به کار می‌روند.

ترمیستورها به شکل های مختلف و در ابعاد کوچک ساخته می‌شوند. مثل ترمیستورهای دیسکی، میله ای و مهره ای .


نماد ترمیستور در مدار الکتریکی

ترمیستور دیسکی




ترمیستور میله‌ای

۲- مقاومت نوری (LDR): مقاومت وابسته به نور است. این مقاومت ها با تغییر شدت نور تغییر می‌کند.

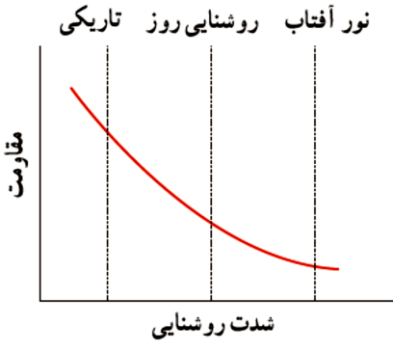
نکته: مقاومت LDR ها با افزایش شدت نور، کم می‌شود. البته باید بسامد نور تابش از یک مقدار معین بیشتر باشد.

نکته: مقاومت های LDR از جنس مواد نیم رسانا هستند برای همین وقتی نور شدیدتری به آن ها می‌تابانیم، تعداد حاملان بار الکتریکی آن ها بیشتر می‌شود. در واقع هم زمان با تابش نور و زیاد شدن حاملان بار الکتریکی، مقاومت LDR کم می‌شود.

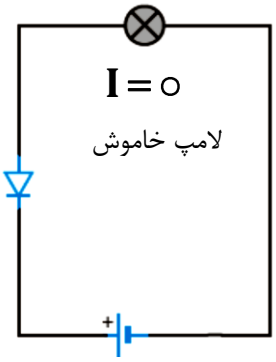
نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

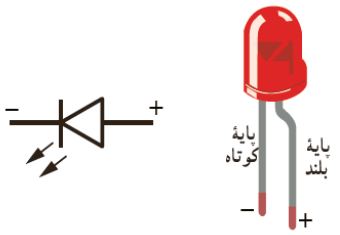
نکته: مقاومت LDR یک مقاومت غیر اُهمی است. و در وسایل الکترونیکی مختلفی مثل چشم الکترونیکی، کنترل کننده ها خودکار، چراغ هایی روشنایی خیابان ها و دزد گیرها استفاده می‌شود.

دو نماد استاندارد از LDR را ملاحظه می‌کنید

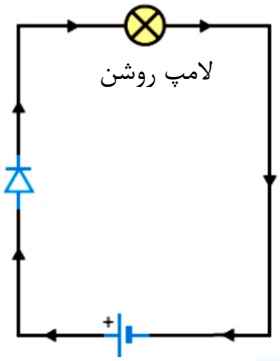


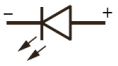
۳- دیودها: یک وسیله ای برای یک سو کردن جریان الکتریکی مانند یک خیابان یک طرفه رفتار می‌کند و فقط اجازهٔ عبور جریان در یک جهت را می‌دهد. یعنی مقاومت آن در برابر جریان در یک جهت خیلی کم و در جهت مخالف خیلی زیاد است.





پایه مثبت بلندتر از پایه منفی است.



دیودهای نورگسیل LED ها نوعی دیود هستند که نور تابش می‌کند. برای همین آن ها را در مدار با نماد  در مدارهای الکتریکی نشان می‌دهیم. جهت پیکان جهت جریان را نشان می‌دهد.

نکته: ساختمان LED ها از نیم رسانا ساخته شده است. بسته به نوع نیم رسانای بکار رفته در ساختمان LED رنگ نور LED تغییر می‌کند. این طول موج ها از فروسرخ تا فرابنفش تغییر می‌کند.

نکته: مزیت LED ها نسبت به لامپ روشنایی معمولی (رشته ای) این است که توان الکتریکی کمی مصرف می‌کنند و زیاد گرم نمی‌شوند، ولی نور زیادی تولید می‌کنند و عمر طولانی تری هم دارند.

نکته: امروزه از LEDها در چراغ خودروها، تابلوهای تبلیغاتی، روشنایی منازل و نمایشگرهای LED استفاده می‌شود.

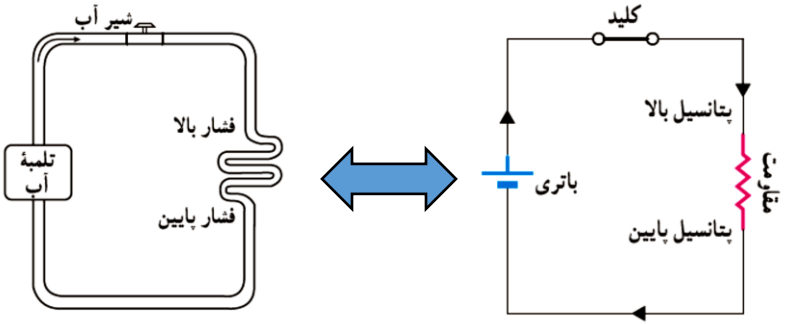
نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

اجزای مدار تک حلقه:

تعریف نیروی محرکه: بیشترین اختلاف پتانسیل در مدار را گویند. و نماد emf آن را نشان می‌دهند.

نکته: در واقع منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی یک تلمبهٔ بار است چون منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی کار انجام می‌دهد و به بار انرژی می‌دهد تا شارش کند.

چون منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی شبیه یک تلمبه آب انرژی می‌دهد تا شارش کند بر روی بار الکتریکی کار انجام می‌دهد و به بار انرژی می‌دهد تا شارش کند. شباهت یک مدار شارش آب و یک مدار الکتریکی را در شکل ملاحظه می‌کنید.



نکته: منبع emf بار الکتریکی با انرژی پتانسیل الکتریکی کم را می‌گیرد و از طرف دیگرش همان مقدار بار با انرژی پتانسیل زیاد تحویل می‌دهد.

نکته: باترها، پیل های سوختی، سلول های خورشیدی و مولدهای الکتریکی، انواعی از منبع های نیروی محرکهٔ الکتریکی اند.

نیروی محرکهٔ الکتریکی کاری است که منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی بر روی واحد بار مثبت انجام می‌دهد. تا آن را از پایانهٔ با پتانسیل الکتریکی کم تر به پایانهٔ با پتانسیل الکتریکی بیشتر منتقل کند.

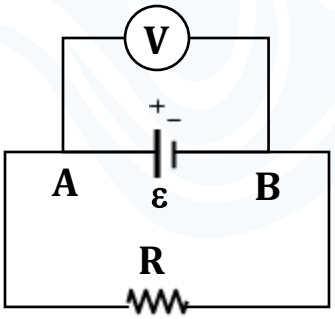
$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \Rightarrow \Delta W = \varepsilon.\Delta q = \varepsilon.I.\Delta t$$

نکته: جهت خط های میدان الکتریکی در خارج و داخل منبع نیروی محرکه (باتری) همواره از قطب مثبت به قطب منفی است.

انواع منبع های نیروی محرکه:

۱- آرمانی: منبعی است که در داخلش مقاومت ندارد (مقاومت درونی صفر است.) بنابراین این منبع تمام کاری را که بر روی بار انجام می‌دهد، به انرژی پتانسیل الکتریکی تبدیل می‌کند.

۲- واقعی: در واقعیت منبع آرمانی وجود ندارد. یعنی منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی که مقاومت درونی r دارد، واقعی است. قسمتی از کاری که این منبع انجام می‌دهد، در داخل آن صرف غلبه بر مقاومت درونی r می‌شود.

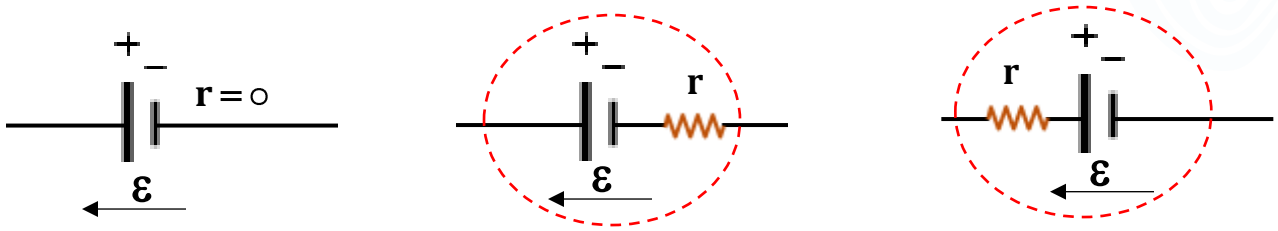


نکته: در منبع های آرمانی، اختلاف پتانسیل دو پایانهٔ منبع برابر با نیروی محرکهٔ الکتریکی آن است.

$$V_A - V_B = \varepsilon \xrightarrow{V_A - V_B = V} V = \varepsilon$$

نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

نکته: منبع های نیروی محرکهٔ الکتریکی واقعی را به یکی از سه شکل زیر در مدارها نشان می‌هند:



همین طور که در شکل های فوق می‌بینید به طور قرار دادی یک پیکانه از پایانه منفی به پایانهٔ مثبت منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی می‌کشیم که آن را پیکانهٔ نیروی محرکه یا پیکانهٔ ε می‌نامیم. که جهت این پیکانه همیشه از پایانه منفی به پایانهٔ مثبت است و ربطی به جهت جریان ندارد.

افت پتانسیل در باتری: به دلیل مقاومت درونی همواره از محرکه باتری کم می‌شود که به آن افت پتانسیل می‌گوییم. و رابطهٔ به صورت زیر است:

$$\text{افت پتانسیل} = Ir$$

نکته: فرق باتری نو و باتری کار کرده در مقدار مقاومت درونی آن ها است. هر چه باتری فرسوده تر باشد، مقاومت درونی آن بیشتر است.

نکته: ولتاژ خروجی همراه از نیروی محرکه باتری کمتر است زیرا مقدار افت حاصل از برقراری جریان باعث کاهش اختلاف پتانسیل در باتری می‌شود:

$$V = \varepsilon - Ir$$

V: اختلاف پتانسیل باتری — ε: نیروی محرکه — r: مقاومت درونی باتری — I: شدت جریان عبوری

نکته: در مولدهای مرسوم نظیر باتری های معمولی و باتری ماشین، انرژی لازم جهت انجام کار از طریق واکنش های شیمیایی مهیا می‌شود. در سلول های خورشیدی، انرژی لازم توسط نور خورشید تآمین می‌شود.

توجه: اگر گفته شود نیروی محرکه باتری ۱۲ ولت است مفهوم آن این است که این مولد ۱۲ ژول کار روی یک کولن بار انجام می‌دهد تا بار را داخل مولد از پایانهٔ منفی به پایانهٔ مثبت جابجا کند تا بتواند در مدار شارش کند.

مدار الکتریکی ساده: در یک مدار الکتریکی ساده که از یک منبع نیروی محرکهٔ واقعی و یک مقاومت R ساخته شده است. جریان عبوری از تمام قطعه های مدار ساده، یکسان است.

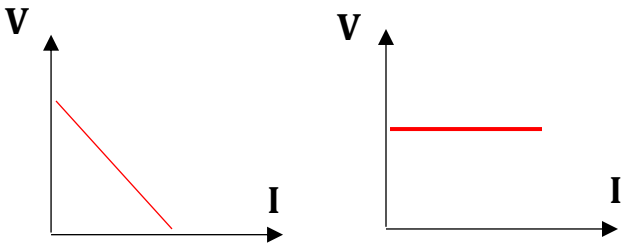
نکته: اگر ولت سنج ایده آل به صورت متوالی در مدار قرار گیرد، جریانی از مدار عبور نمی‌کند. در مدارهای ساده که فقط یک منبع نیروی محرکه وجود دارد در صورتی که ولت سنج در مدار به صورت متوالی قرار گیرید ولت سنج اندازهٔ نیروی محرکهٔ منبع را نشان می‌دهد.

نکته: اگر ولت سنج غیر ایده آل باشد، مانند مقاومت عمل می‌کند. برای محاسبهٔ عدد ولت سنج، مقدار جریان را در مقاومت ولت سنج ضرب کنید.

نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)

نمودار اختلاف پتانسیل دو سر منبع بر حسب جریان عبوری از منبع:

با توجه به رابطهٔ $V=\varepsilon-Ir$ می توان نمودارها را رسم کرد:



نکات و مفاهیم فصل دوم (جریان الکتریکی)