

جزوه فیزیک یازدهم ریاضی

فصل اول (الکتریسیته ساکن)

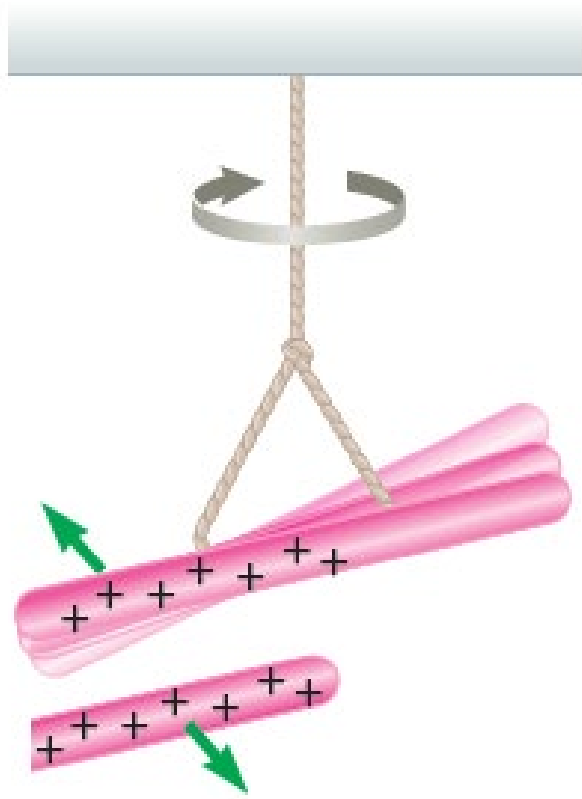
حسین هاشمی

بار الکتریکی

- ❖ طبق تجربه ۲ نوع بار الکتریکی وجود دارد بار مثبت و بار منفی
- ❖ اگر در یک جسم تعداد بارهای مثبت و منفی با هم برابر باشند آن جسم خنثی است.
- ❖ معمولاً وقتی ۲ جسم با یکدیگر مالش داده می شوند هر دوی آنها دارای بار الکتریکی می شوند.
- ❖ اگر **میله شیشه ای** را با **پارچه ابریشمی** مالش دهیم، میله شیشه ای **بار مثبت** پیدا می کند.
- ❖ اگر **میله پلاستیکی** را با **پارچه پشمی** مالش دهیم، میله پلاستیکی **بار منفی** پیدا می کند.
- ❖ نوع باری که ۲ جسم مختلف بر اثر مالش پیدا می کنند به **جنس** آنها بستگی دارد.

۲ جسم با بار مثبت

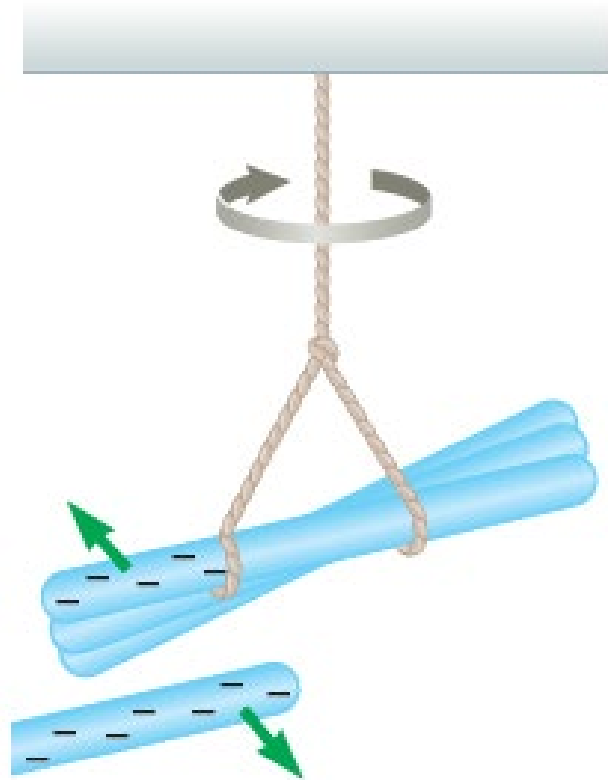
❖ وقتی دو میله شیشه ای را با پارچه ابریشمی مالش می دهیم، **همدیگر را دفع** می کنند.



❖ ۲ جسم با بار مثبت همدیگر را دفع می کنند.

۲ جسم با بار منفی

❖ وقتی دو میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می دهیم, **همدیگر را دفع** می کنند.



❖ ۲ جسم با بار منفی نیز همدیگر را دفع می کنند.

۲ جسم با بار متفاوت

❖ وقتی میله پلاستیکی مالش داده شده با پارچه پشمی را به میله شیشه ای مالش داده شده با پارچه

ابریشمی نزدیک می کنیم **همدیگر را جذب** می کنند.



❖ ۲ جسم با بارهای متفاوت یکدیگر را جذب می کنند.

الکتروسکوپ



- ❖ الکتروسکوپ وسیله است که ۲ قابلیت مهم دارد:
- ❖ ۱- مشخص می کند یک جسم باردار است یا خیر
- ❖ ۲- نوع بار جسم را مشخص می کند.

یکای بار الکتریکی

- ❖ بار الکتریکی را با نماد q نمایش می دهیم.
- ❖ یکای بار الکتریکی در SI **کولن** است.
- ❖ ۱ کولن مقدار بار بسیار بزرگی است.
- ❖ به طور مثال یک آذرخش معمولی حدود **۱۰ کولن** بار به زمین منتقل می کند!
- ❖ در زندگی روزمره معمولاً با یكاهای **میکروکولن** و یا **نانوکولن** سروکار داریم.

بار بنیادی

- ❖ همه مواد از ذرات ریزی به نام اتم ساخته شده اند.
- ❖ در اتم **خشی** تعداد بارهای مثبت (پروتون ها) و تعداد بارهای منفی (الکترون ها) با هم برابر است.
- ❖ اندازه بار منفی الکترون و بار مثبت پروتون با هم برابر است و به آن **بار بنیادی** گفته می شود.
- ❖ بار بنیادی با نماد e نمایش داده می شود.
- ❖ مقدار بار بنیادی 1.6×10^{-19} کولن است.

موی انسان

شیشه

نایلون

پشم

سرب

ابریشم

آلومینیم

کاغذ

چوب

پارچه کتان

کهربا

برنج - نقره

پلاستیک - پلی اتیلن

لاستیک

تفلون

انتهای منفی

سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک)

❖ مواد براساس میزان الکتران خواهی در جدولی به نام **سری**

الکتریسیته مالشی دسته بندی می شوند.

❖ در این جدول مواد پایین تر الکتران خواهی بیشتری دارند.

❖ در تماس ۲ جسم با هم، الکتران از ماده **بالا تر** جدول (الکتران

خواهی کمتر) به ماده **پایین تر** جدول (الکتران خواهی بیشتر)

منتقل می شود.

بار الکتریکی خالص

- ❖ اگر در یک جسم تعداد الکترون ها و پروتون ها با هم برابر باشند آن جسم **خنثی** است.
- ❖ در صورتی که تعداد پروتون های یک جسم از تعداد الکترون های آن بیشتر باشد می گوییم آن جسم **بار الکتریکی خالص مثبت** دارد.
- ❖ در صورتی که تعداد الکترون های یک جسم از تعداد پروتون های آن بیشتر باشد می گوییم آن جسم **بار الکتریکی خالص منفی** دارد.
- ❖ بر اثر مالش دو جسم با یکدیگر الکترون از جسمی با الکترون خواهی کمتر به جسمی با الکترون خواهی بیشتر منتقل می شود.

۲ اصل بارهای الکتریکی

- ❖ در مورد بارهای الکتریکی دو اصل وجود دارد :
- ❖ ۱- اصل پایستگی بار :
- ❖ بار الکتریکی نه بوجود می آید و نه از بین می رود فقط می تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود.
- ❖ ۲- کوانتیده بودن بار :
- ❖ بار الکتریکی هر جسمی همیشه مضرب درستی از بار بنیادی است.
- ❖ به طور مثال می تواند $\{1e - 16e - 35e\}$ باشد اما هیچ وقت نمی تواند $\{1.5e - 6.8e\}$ باشد.

$$q = ne$$

$$q = ne$$

مثال از فرمول

❖ در هنگام راه رفتن روی فرش امکان دارد بدن بار الکتریکی پیدا کند. اگر هنگام دست دادن با کسی

بار الکتریکی ۱ نانوکولن به او منتقل کنیم در این فرایند چه تعداد الکترون منتقل شده است؟

$$q = ne$$

مثال از فرمول

بر اثر مالش دو جسم نارسانای خنثی به یکدیگر، بار یکی از آنها $+32nC$ و بار دیگری $-32nC$ می‌شود. چه تعداد الکترون در این فرایند بین دو جسم جابه‌جا شده است؟ ($e = 1,6 \times 10^{-19} C$)

قانون کولن

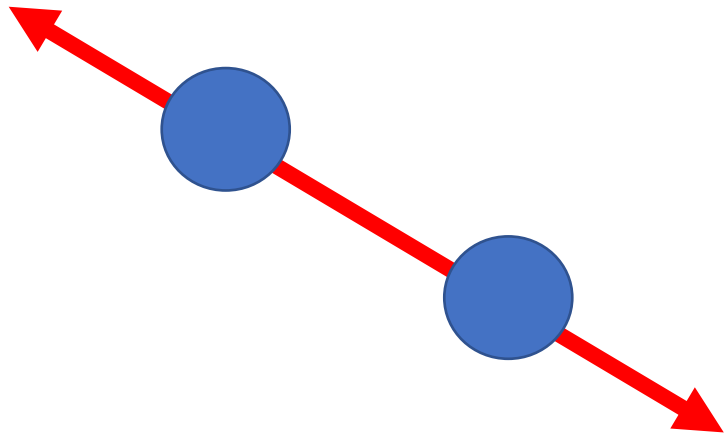
$$F = K \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

❖ اندازه نیروی الکتریکی بین ۲ بار نقطه ای با حاصل ضرب **اندازه**

آنها رابطه مستقیم و با مربع فاصله آنها رابطه معکوس دارد.

❖ اندازه بار الکتریکی یعنی مقدار عددی آن بدون در نظر گرفتن علامت بار الکتریکی!

❖ جهت این نیرو در **راستای خط واصل** دو بار نقطه ای است.



یکاهای قانون کولن

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

❖ مقدار بارهای الکتریکی را بر حسب کولن در فرمول قرار می دهیم.

❖ مقدار فاصله را بر حسب متر در فرمول قرار می دهیم.

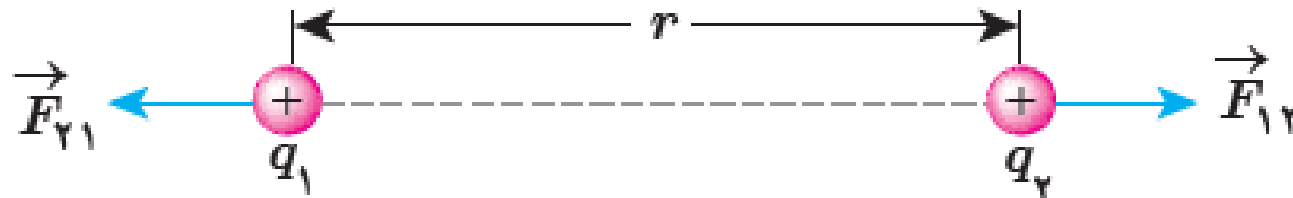
❖ مقدار **k** که به آن ثابت الکتروستاتیکی یا **ثابت کولن** گفته می شود برابر عدد 9×10^9 است.

❖ نکته : معمولاً بارها هر دو بر حسب میکروکولن داده می شود که بعد از تبدیل آنها به کولن و ساده

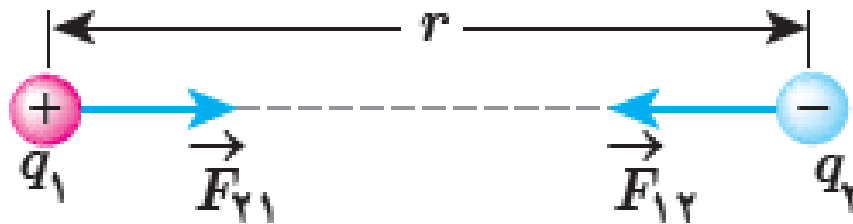
شدن با مقدار 10^9 می توان مقدار 10^{-3} را نوشت.

نیروی عمل و عکس العمل

❖ نیروی الکتریکی بین دو بار همنام **دافعه** است.



❖ نیروی الکتریکی بین دو بار ناهمنام **جاذبه** است.

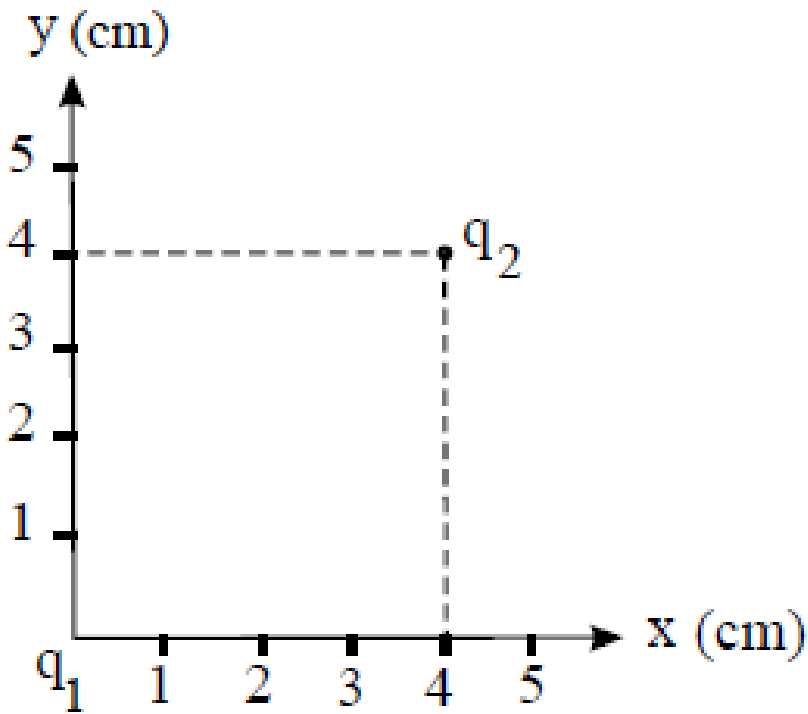


مثال از فرمول

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

بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 8\mu C$ و $q_2 = -4\mu C$ مطابق شکل در

دستگاه مختصات قرار گرفته‌اند. اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف



بار q_1 چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

برایند نیروهای الکتریکی

❖ اگر به جای ۲ ذره باردار تعداد بیشتری وجود داشت برای محاسبه نیروی الکتریکی برایند مراحل زیر را انجام می دهیم :

❖ ۱- تعیین می کنیم که برایند نیروهای وارد بر **کدام ذره** را می خواهیم محاسبه کنیم.

❖ ۲- **تک تک نیروهای** که از سمت ذرات دیگر بر ذره مورد نظرمان وارد می شود را با فرمول محاسبه می کنیم.

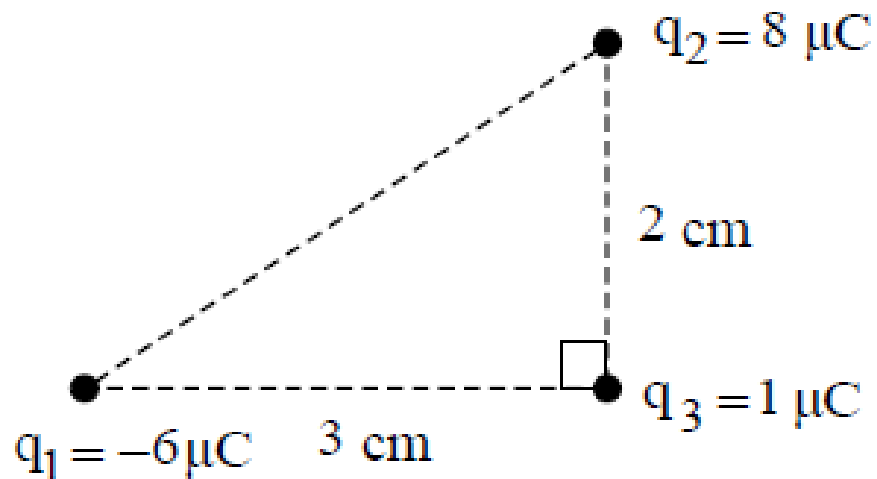
❖ ۳- **جهت نیروهای** که ذرات دیگر بر ذره مورد نظرمان وارد می کنند را پیدا می کنیم.

❖ ۴- **قوانین جمع بردارها** جهت و مقدار نیروی برایند را پیدا میکنیم.

مثال از نیروی برآیند

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

مطابق شکل زیر، سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار q_3 بر حسب بردارهای یکه در SI کدام است؟

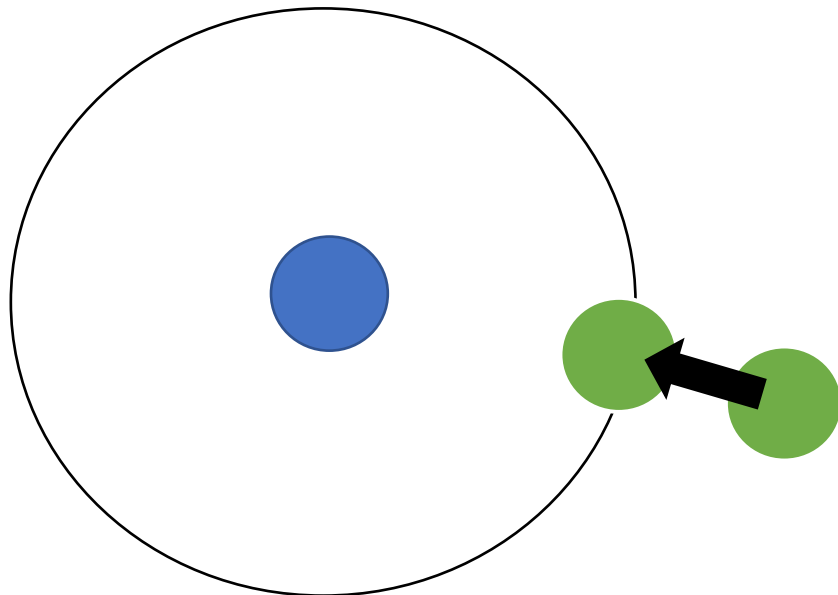


میدان الکتریکی

❖ چرا ۲ بار الکتریکی بر هم نیرو وارد می کنند؟

❖ هر بار الکتریکی خاصیتی در اطراف خود به نام **میدان الکتریکی** بوجود می آورد که وقتی یک بار

الکتریکی دیگر در این فضا قرار می گیرد تحت تاثیر این خاصیت به آن نیرو وارد می شود.



❖ هر بار الکتریکی **نه با تماس بلکه با میدان** خود بر سایر

بارهای الکتریکی اطراف خود **نیرو** وارد می کند.

محاسبه میدان الکتریکی

❖ برای محاسبه میدان الکتریکی حاصل از یک جسم باردار الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف آن مراحل زیر را انجام می دهیم:

❖ ۱- یک **بار کوچک و مثبت** در آن نقطه قرار می دهیم. به این بار کوچک و مثبت **بار آزمون** گفته می شود.

❖ ۲- نیرویی که به بار آزمون وارد می شود را **اندازه گیری** می کنیم.

$$E = \frac{F}{q_0}$$

❖ ۳- مقدار میدان در آن نقطه با فرمول روبه رو محاسبه می شود:

❖ ۴- جهت میدان همان جهت نیرویی است که به بار آزمون وارد می شود.

یکای میدان الکتریکی

$$F \rightarrow N$$

❖ در فرمول محاسبه میدان الکتریکی نیرو را بر حسب نیوتون قرار می دهیم.

$$q_0 \rightarrow C$$

❖ بار الکتریکی را بر حسب کولن قرار می دهیم.

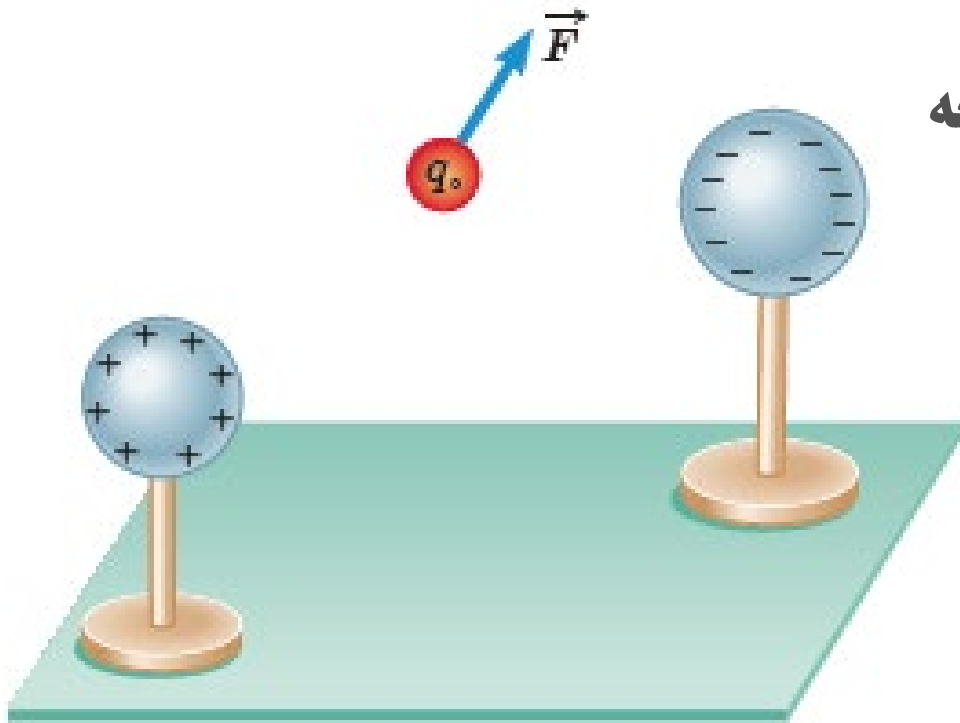
$$E \rightarrow \frac{N}{C}$$

❖ یکای میدان بر حسب نیوتون بر کولن بدست می آید.

مثال از میدان الکتریکی

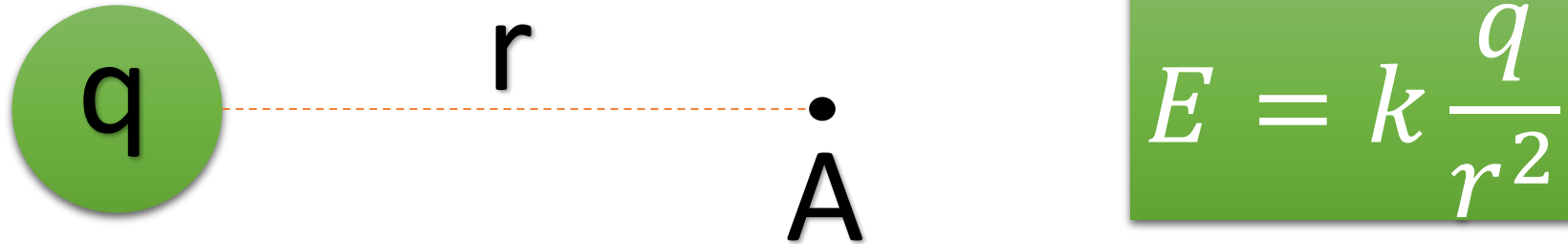
❖ بار آزمون نشان داده شده در شکل $C \times 10^{-8} \times 3$ است. پس از اندازه گیری مقدار نیروی برآیند وارد بر آن $N \times 10^{-8} \times 3$ محاسبه شده است. میدان الکتریکی در محل بار آزمون را پیدا کنید.

❖ اگر به جای بار آزمون، بار 12×10^{-8} کولنی قرار دهیم چه نیرویی به آن وارد می شود؟



میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار

❖ میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار در نقطه A به فاصله r از آن:



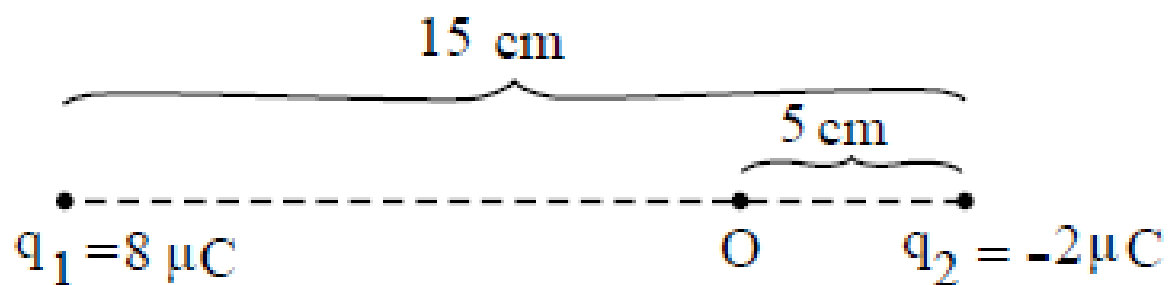
❖ جهت میدان الکتریکی جهت نیروی وارد بر بار آزمون در همان نقطه است.

برایند میدان های الکتریکی

- ❖ برای محاسبه میدان برایند چند ذره باردار در یک نقطه مراحل زیر را انجام می دهیم :
- ❖ ۱- میدان حاصل از هر ذره را در نقطه مورد نظر محاسبه می کنیم.
- ❖ ۲- با استفاده از قوانین جمع بردارها میدان برایند را محاسبه می کنیم;
- ❖ اگر بردارهای هم جهت بودند با هم جمع می شوند.
- ❖ اگر خلاف جهت بودن از هم کم می شوند.
- ❖ اگر عمود بر هم بودند از رابطه فیثاغورس استفاده می کنیم.

سوال

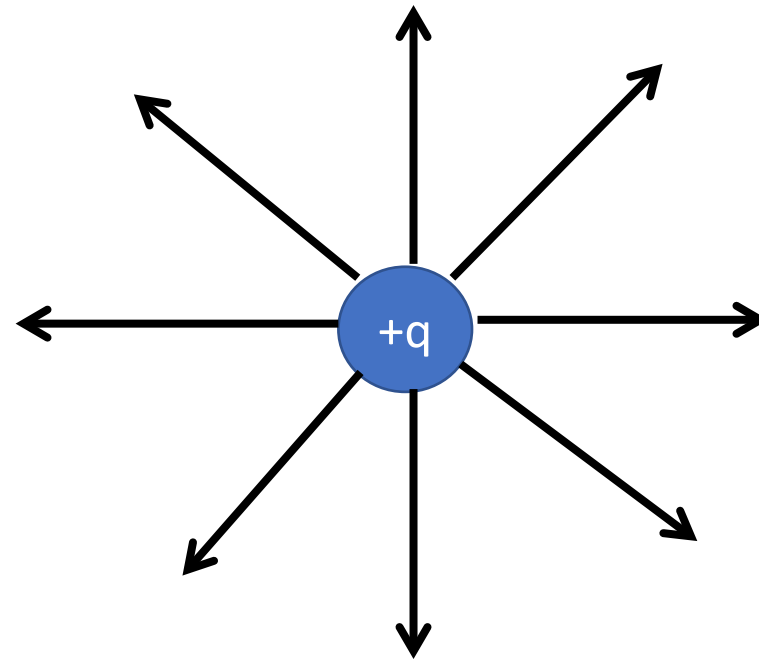
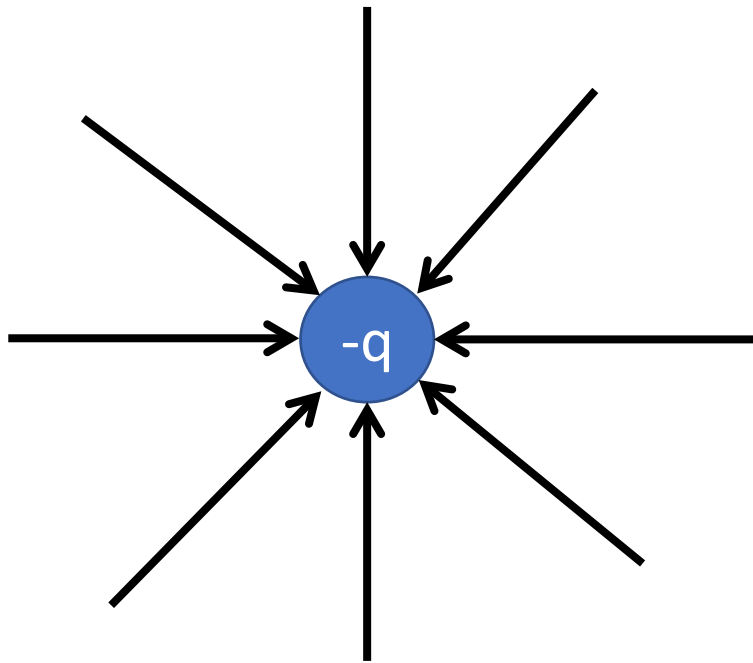
در شکل زیر برآیند میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار q_1 و q_2 در نقطه O بر حسب نیوتون بر کولن کدام است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$)



خطوط میدان الکتریکی

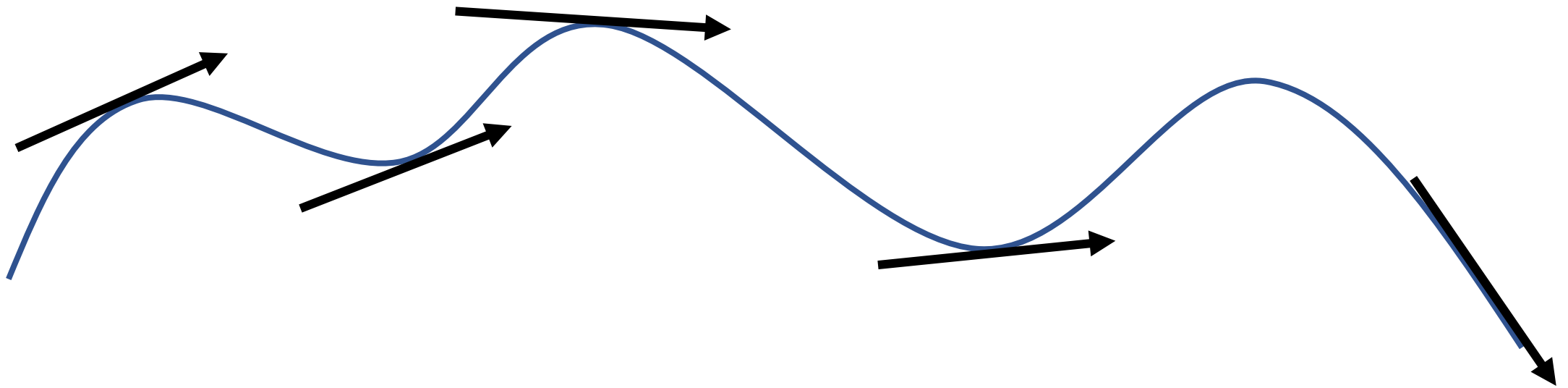
❖ برای مجسم کردن میدان الکتریکی در فضای اطراف اجسام باردار از خط های جهت داری موسوم به

خطوط میدان الکتریکی استفاده می کنیم.



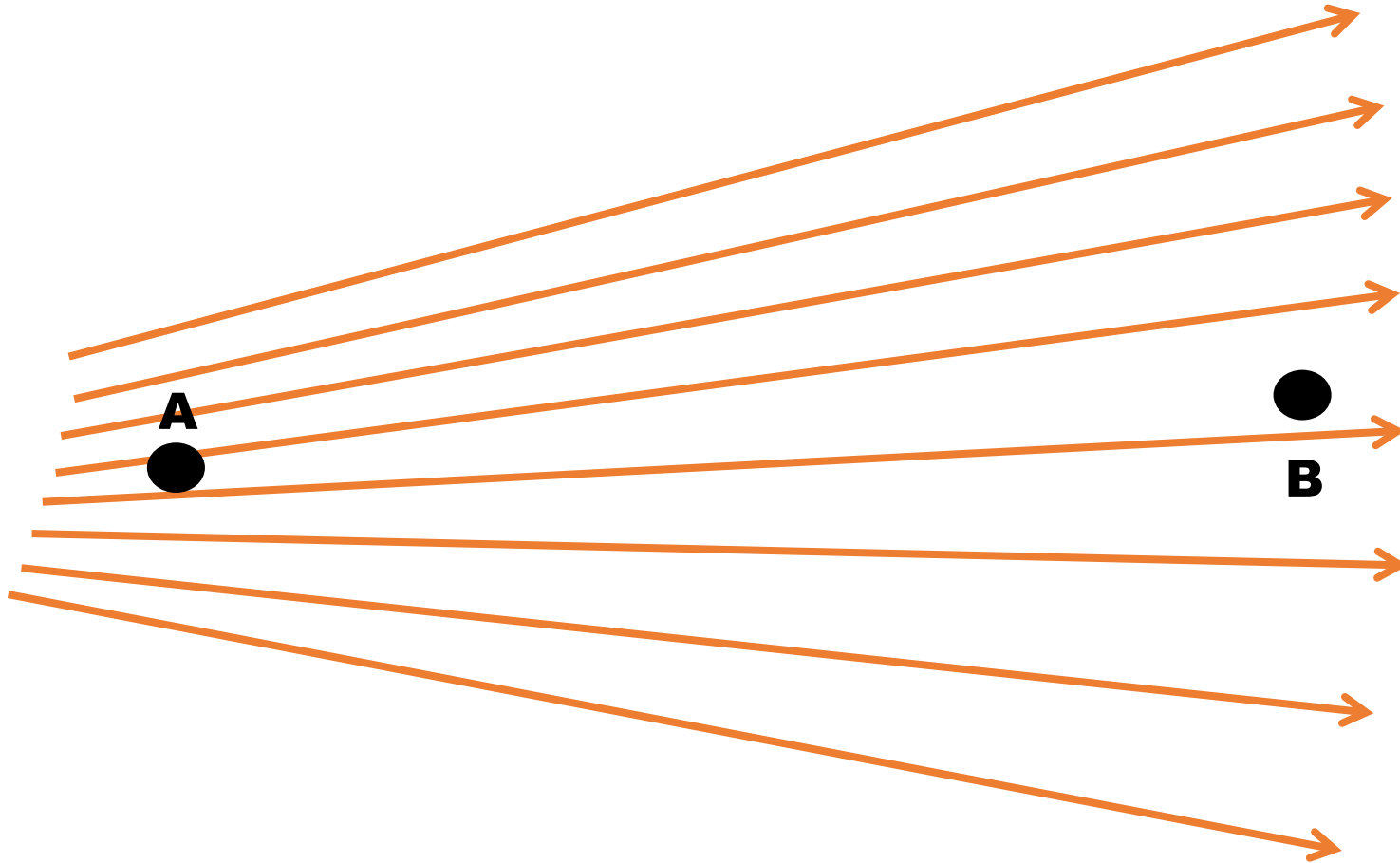
قاعده های رسم خطوط میدان الکتریکی

❖ ۱- در هر نقطه بردار میدان باید مماس بر خط میدان در آن نقطه و در همان جهت باشد.



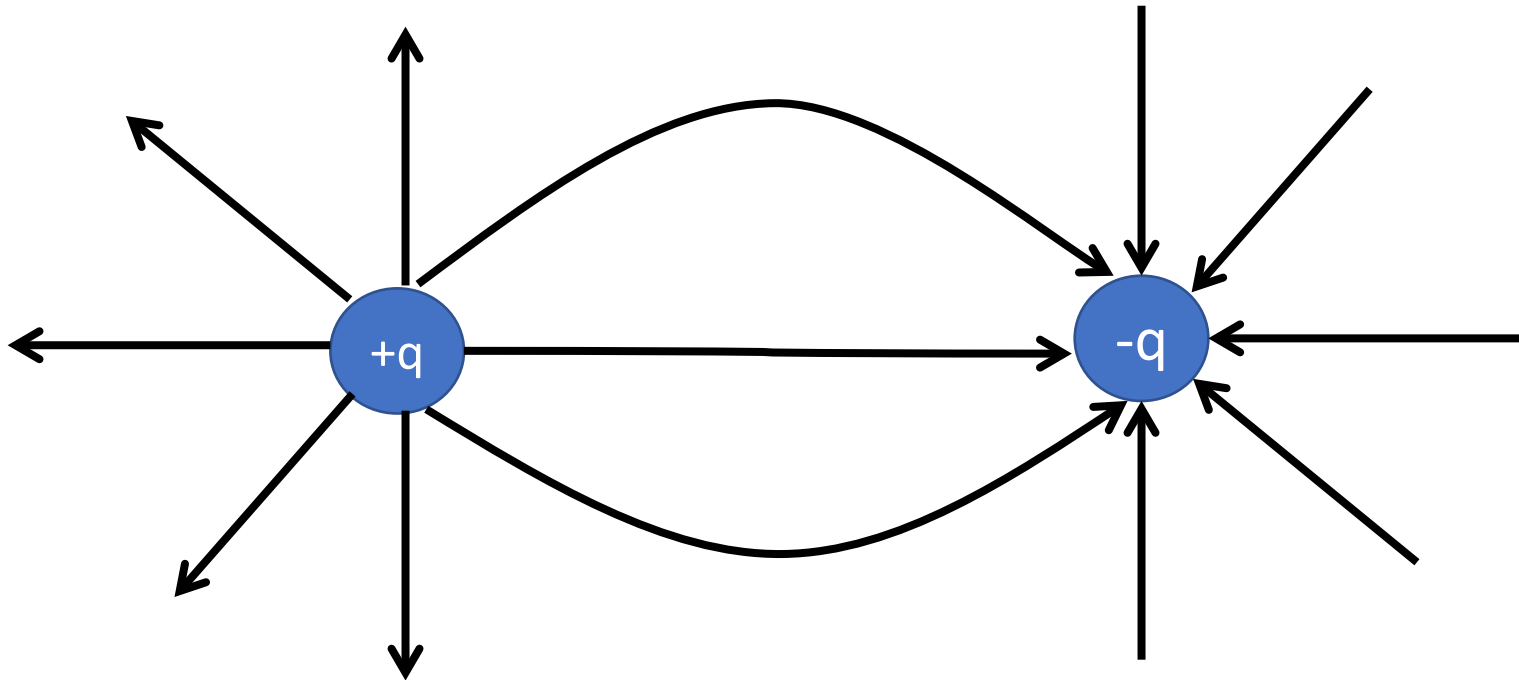
قاعده های رسم خطوط میدان الکتریکی

❖ ۲- میزان تراکم خطوط نشان دهنده اندازه میدان است. هر جا خطوط متراکم تر هستند میدان بزرگتر است.



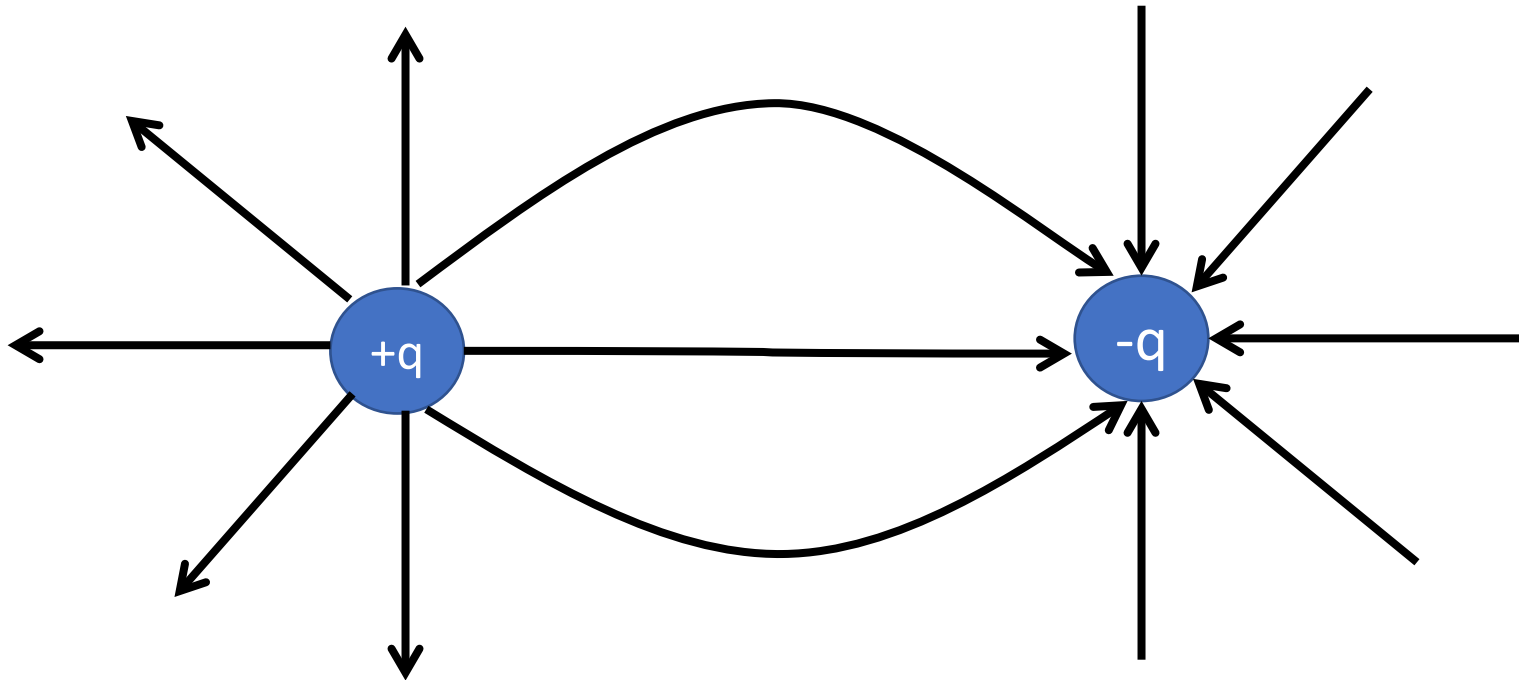
قاعده های رسم خطوط میدان الکتریکی

❖ ۳- خطوط میدان از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می شوند.



قاعده های رسم خطوط میدان الکتریکی

❖ ۴- خطوط میدان هرگز یکدیگر را قطع نمی کنند. از هر نقطه فضا فقط یک خط میدان می گذرد.



میدان الکتریکی یکنواخت

- ❖ در فضای بین دو صفحه فلزی موازی و دور از لبه ها خطوط میدان : **مستقیم - موازی - هم فاصله اند!**
- ❖ یعنی بردار میدان در تمام نقاط بین دو صفحه **هم اندازه و هم جهت** است .
- ❖ به چنین میدانی **میدان الکتریکی یکنواخت** می گوئیم.



نیروی حاصل از میدان

❖ نیروی الکتریکی وارد بر بار q از طرف میدان الکتریکی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$F = qE$$

❖ اندازه یا بزرگی نیرو از فرمول بالا محاسبه می شود.

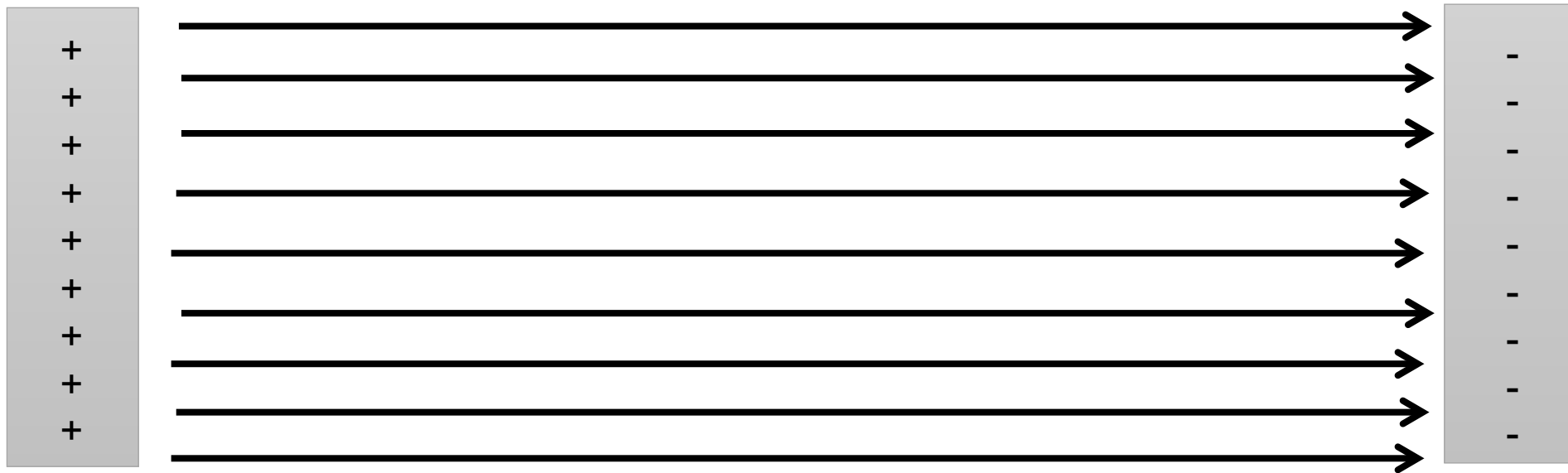
❖ جهت نیرو در صورتی که بار q مثبت باشد در همان جهت میدان و اگر بار q منفی باشد خلاف جهت

میدان الکتریکی است.

انرژی پتانسیل الکتریکی

❖ تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$\Delta U_E = -W_E = -Fdcos\theta = -|q|Edcos\theta$$

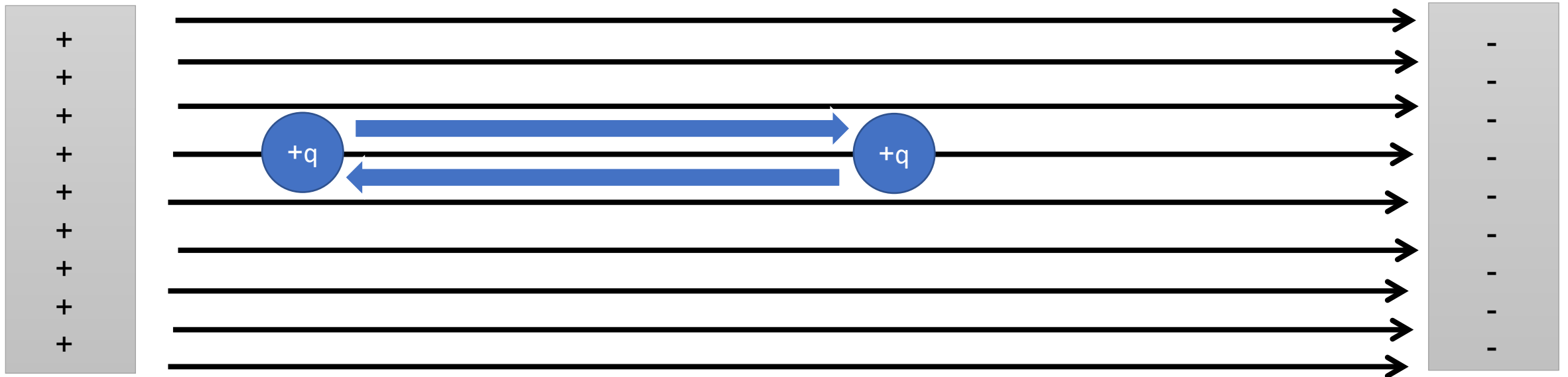


تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی ذره مثبت

❖ اگر ذره باردار **مثبت** در **جهت خطوط میدان** الکتریکی جا به جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن

کاهش و اگر در **خلاف جهت میدان** جا به جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن **افزایش** می یابد.

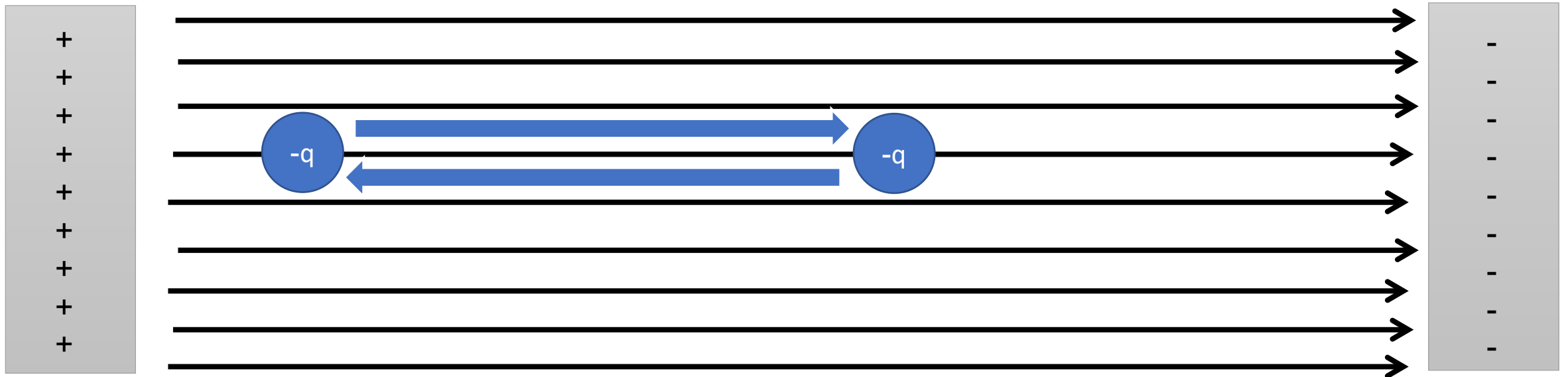
$$\Delta U_E = \pm qEd$$



تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی ذره منفی

❖ اگر ذره باردار **منفی** در **جهت خطوط میدان الکتریکی** جا به جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن **افزایش** و اگر در **خلاف جهت میدان** جا به جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن **کاهش** می یابد.

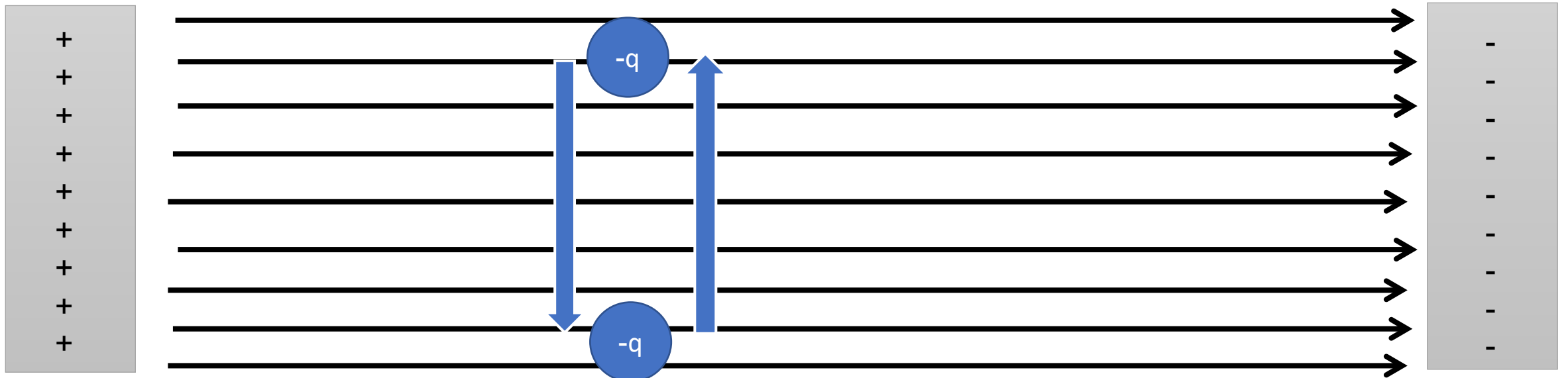
$$\Delta U_E = \pm qEd$$



تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی

❖ اگر ذره باردار مثبت یا منفی **عمود بر خطوط میدان** الکتریکی جا به جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن **تغییری نمی کند**.

$$\Delta U_E = 0$$



اختلاف پتانسیل الکتریکی

❖ اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه که ذره بین آن ها جا به جا شده است از فرمول زیر محاسبه می

شود:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} = \frac{-|q|Ed\cos\theta}{q} = -Ed\cos\theta$$

❖ تفاوت انرژی پتانسیل الکتریکی با اختلاف پتانسیل الکتریکی: انرژی پتانسیل الکتریکی به بار q وابسته

است یعنی با تغییر اندازه بار مقدار آن عوض می شود ولی **اختلاف پتانسیل به اندازه بار وابسته نیست.**

تغییرات پتانسیل الکتریکی

❖ با حرکت در جهت خطوط میدان پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد و با حرکت در خلاف جهت خطوط

میدان پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد. (نوع بار مهم نیست!) و با حرکت در جهت عمود بر خطوط

میدان پتانسیل الکتریکی تغییر نمی کند.



$$|\Delta V| = Ed$$

اختلاف پتانسیل باتری

❖ وقتی می‌گوییم باتری خودرو ۱۲ ولت است یعنی اختلاف پتانسیل پایانه مثبت و منفی آن ۱۲ ولت است.

❖ مثلاً اگر پتانسیل پایانه منفی آن ۱۰ ولت است پتانسیل پایانه مثبت آن ۲۲ ولت است!



❖ برای راحتی کار در مدارها پتانسیل نقطه ای را صفر در

نظر گرفته و پتانسیل سایر نقاط را از روی آن محاسبه

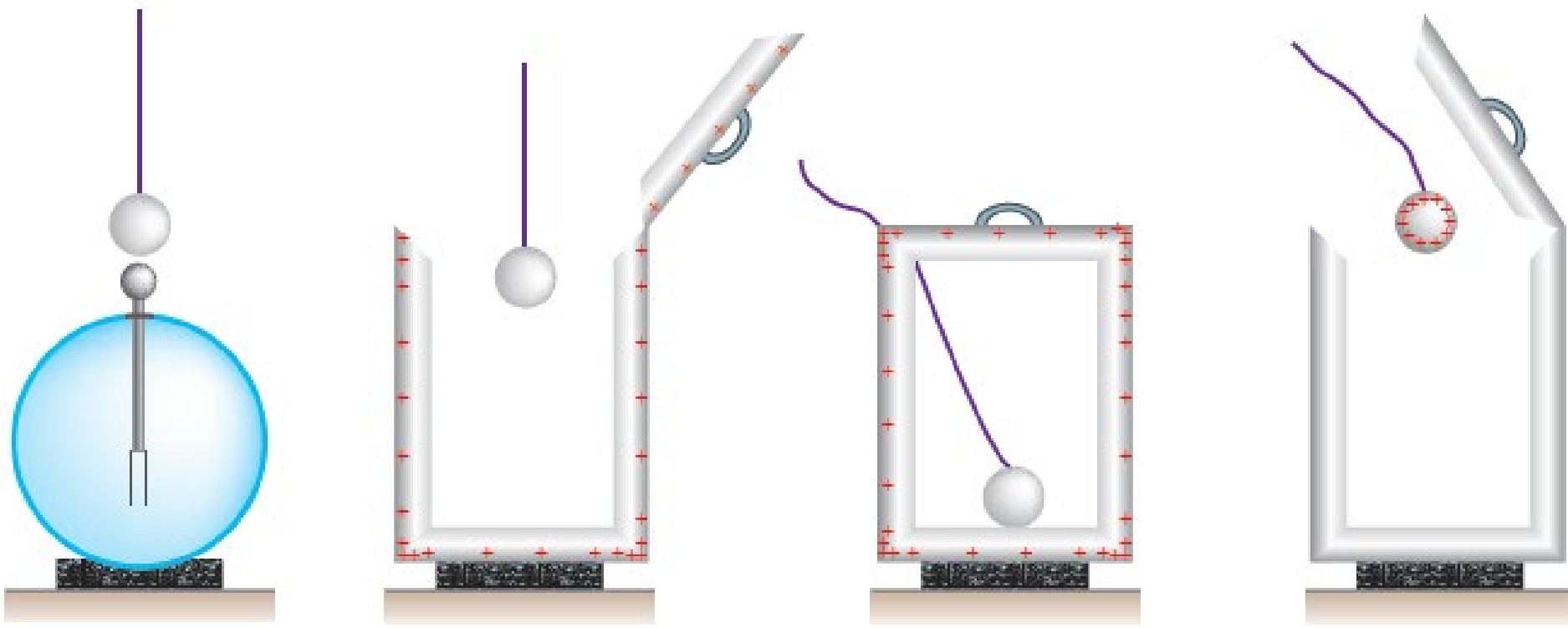
می‌کنند. به این نقطه اصطلاحاً نقطه زمین یا پتانسیل

صفر گفته می‌شود.

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

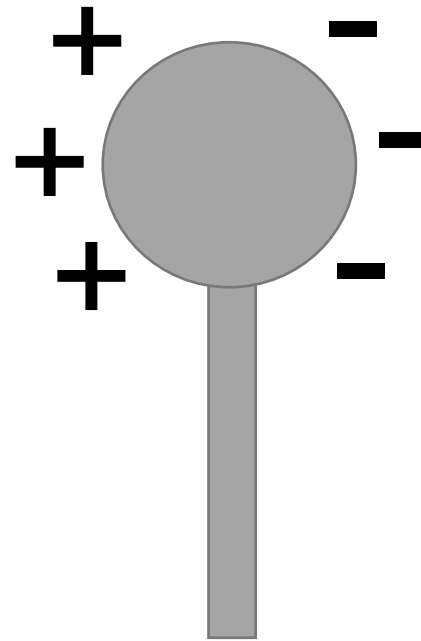
توزیع بار الکتریکی در اجسام رسانا

❖ طبق آزمایش فاراده بار اضافی داده شده به یک رسانا **روی سطح خارجی** آن توزیع می شود.



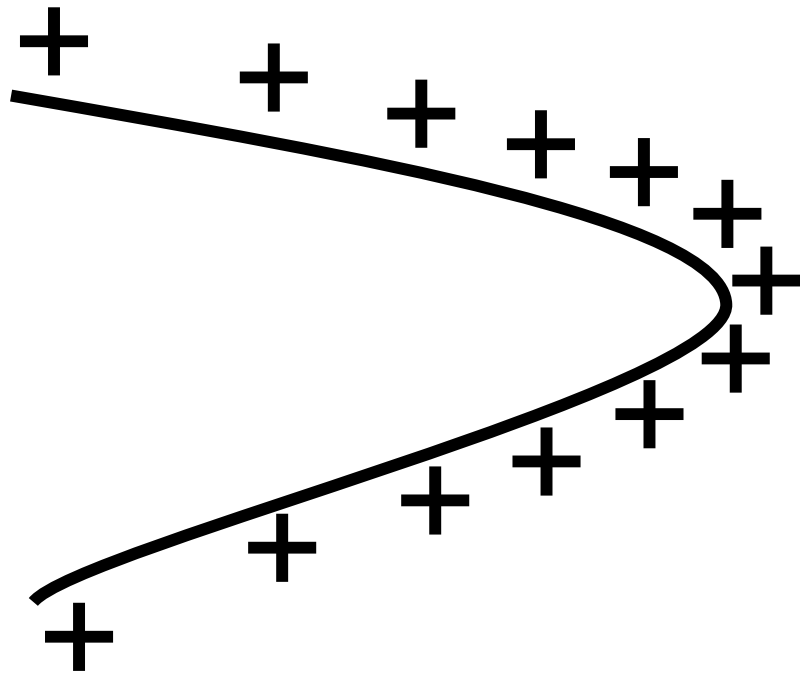
توزیع بار الکتریکی در اجسام رسانا

❖ بار در سطح خارجی رسانا به گونه ای توزیع می شود که میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر شود.



توزیع بار الکتریکی در اجسام رسانا

❖ تراکم بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار از نقاط دیگر آن بیشتر است.

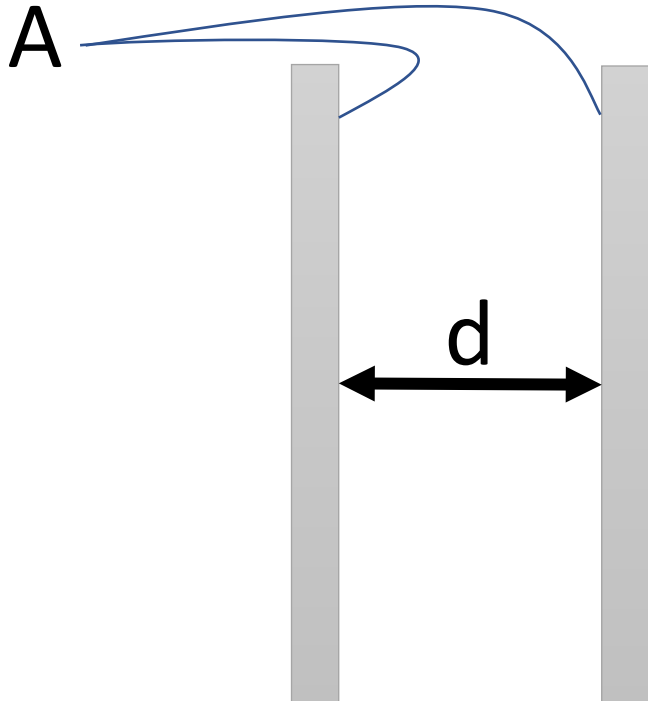


خازن

❖ خازن می تواند بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند.

❖ تفاوت خازن با باتری : خازن می تواند انرژی را با **آهنگ نسبتا زیادی** به مدار بدهد ولی باتری معمولا

انرژی را با **آهنگ نسبتا کمی** به مدار بدهد.



باردار کردن خازن

- ❖ ساده ترین روش برای شارژ کردن خازن قرار دادن آن در یک مدار ساده شامل باتری است.
- ❖ در این روش شارش بار از باتری به خازن تا زمانی ادامه پیدا می کند که :
- ❖ اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن با اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر شود.
- ❖ وقتی خازنی باردار می شود صفحه های آن دارای بارهایی با بزرگی یکسان ولی با علامت مختلف می شود. (صفحه مثبت بار $+Q$ و صفحه منفی بار $-Q$) در این حالت بار خازن را Q می گوئیم .
- ❖ بین دو صفحه خازن باردار یک میدان الکتریکی از صفحه مثبت به سمت صفحه منفی بوجود می آید.

ظرفیت خازن

❖ نسبت بار الکتریکی ذخیره شده در صفحات خازن به اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن، عددی ثابت

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

است که به آن **ظرفیت خازن** گفته می شود.

❖ یکای بار الکتریکی کولن **C**

❖ اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن ولت **V**

❖ و ظرفیت خازن فاراد است. **F**

ظرفیت خازن تخت

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

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

❖ ظرفیت خازن تخت به موارد زیر وابسته است :

❖ ۱- مساحت صفحه ها

❖ ۲- فاصله بین صفحه ها

❖ ۳- ماده ای که بین دو صفحه قرار گرفته است

فروریزش الکتریکی

❖ هر خازن ۲ مشخصه مهم دارد :

❖ ۱- ظرفیت خازن

❖ ۲- حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن

❖ در صورتی که خازن را به ولتاژی بیش از حداکثر مقدار قابل تحمل آن وصل کنیم تعدادی از الکترون

های ماده دی الکتریک کنده شده و مسیر های رسانایی درون دی الکتریک ایجاد می کنند که باعث

تخلیه خازن می شوند. به این پدیده **فروریزش الکتریکی** گفته می شود.

انرژی خازن

❖ وقتی صفحه های خازن دارای بارالکتریکی می شوند در خازن **انرژی** ذخیره می شود.

❖ انرژی پتانسیل ذخیره شده در خازن از فرمول های زیر بدست می آید:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

علی جیرا سایت تخصصی ریاضی فیزیک

WWW.ALICEBRA.COM

AG

۰۹۱۲۷۷۴۴۲۸۱
۰۹۱۲۷۷۴۴۳۸۹

