

فصل اول :

الکتروستاتیک ، قانون کولن

آنچه در این فصل می خوانیم :

(۱) بار الکتریکی و مطالب مربوط به آن

(۲) قانون کولن و حل مسائل الکتروستاتیک

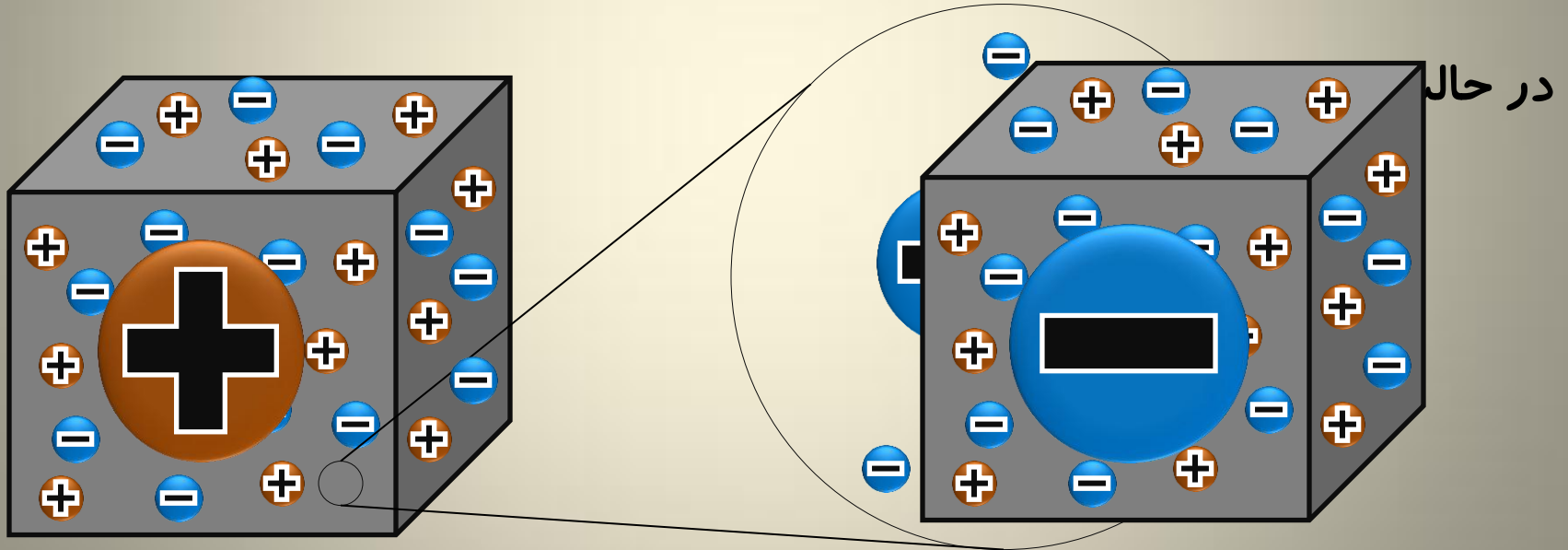
بخش اول:

بار الکتریکی و مطالب

مربوط به آن

الکتروستاتیک

علم مطالعه اثرهای الکتریکی بارهای در حال سکون می باشد.



ویژگی های بار الکتریکی

(۱) الکترون ها دارای بار منفی و پروتون ها دارای بار مثبت هستند. نوترون ذره ای بدون بار است.

(۲) در هر جسم خنثی، تعداد بارهای مثبت و منفی برابر است.

(۳) بار الکتریکی پایسته است.

(۴) یکای بار الکتریکی کولن است که با C نشان می دهند.

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{میکروکولن} & 1 \mu C = 10^{-6} C \\ \text{نانو کولن} & 1 nC = 10^{-9} C \end{array} \right. \text{واحد های کوچک تر}$$

(۵) بار الکتریکی کوانتیده است.

$$Q = \pm ne \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

بار یک جسم

e بار بنیادی است که برابر است با:

$$e = 1.6 \times 10^{-19} C$$

الکترون دارای بار $-e$ و پروتون دارای بار $+e$ می باشد.

توانایی اجسام در جابجا کردن بار الکتریکی:

(۱) مواد رسانا: بار الکتریکی آزادانه در آنها حرکت می کند. (فلزات)

(۲) مواد نارسانا (عایق): بار الکتریکی نمی تواند در آنها حرکت کند. (چوب، پلاستیک، شیشه)

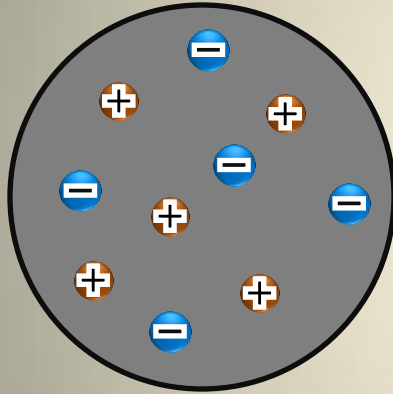
(۳) مواد نیم رسانا: اگر خالص باشند عایق هستند اما با افزودن ناخالصی می توان در آنها رسانش قابل کنترل پدید آورد. (کربن، سیلیسیوم)

روش های بار دار کردن اجسام:

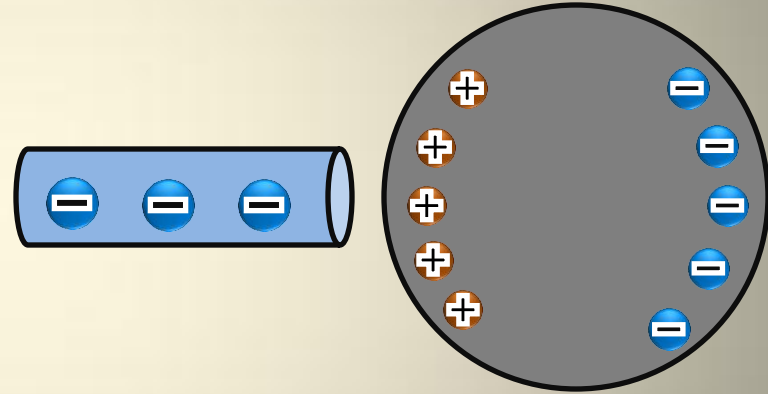
الف) از طریق تماس اجسام با هم

ب) بدون تماس اجسام با هم (القا)

بار دار کردن کره فلزی به روش القا



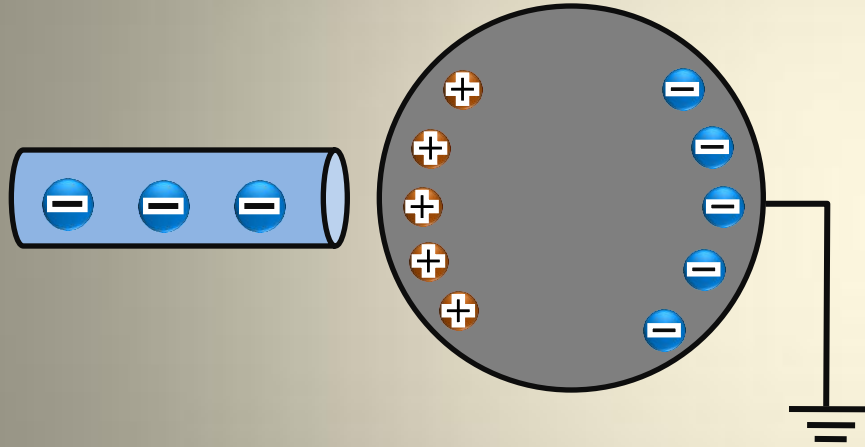
الف) کره فلزی بدون بار



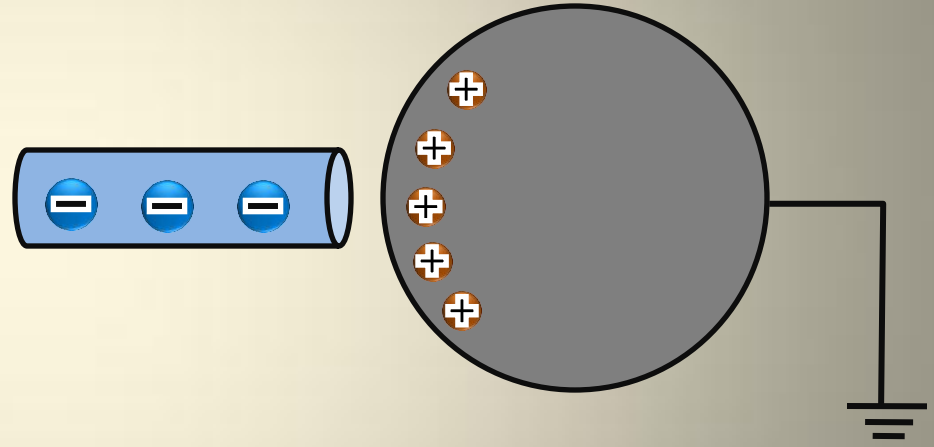
ب) با نزدیک کردن میله باردار بارهای مثبت و منفی از هم

جدا می شوند.

بار دار کردن کره فلزی به روش القا



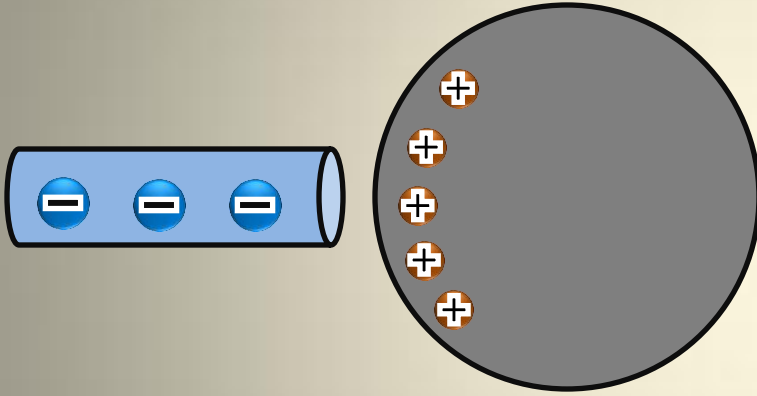
ج) کره را به زمین متصل می کنیم.



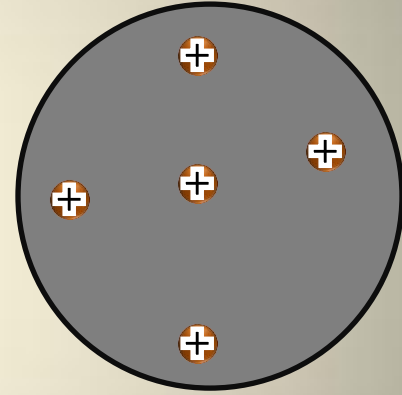
د) با اتصال کره به زمین بارهای مشابه بار میله از کره خارج

می شوند.

بار دار کردن کره فلزی به روش القا



ه) بدون اینکه میله باردار را دور کنیم اتصال زمین را قطع می کنیم.



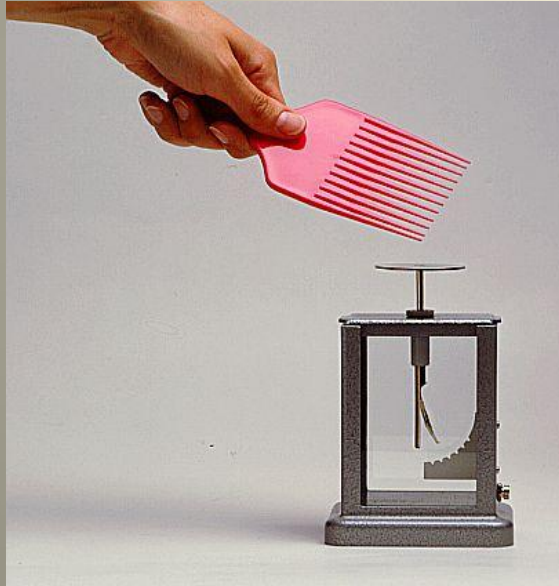
و) میله باردار را دور می کنیم.

الکتروسکوپ

وسیله ای که از آن برای تشخیص باردار بودن اجسام و مشخص کردن نوع بار آنها استفاده می شود.

نکته:

با الکتروسکوپ نمی توان مقدار بار را اندازه گرفت.



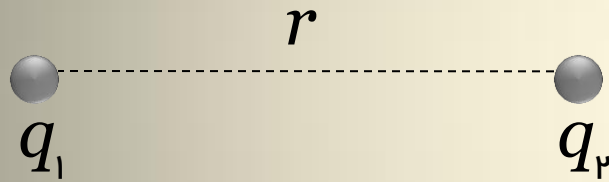
بخش دوم:

قانون كولن و حل مسائل

الکتروستاتیک

قانون کولن

نیروی بین دو بار الکتریکی با حاصل ضرب بارها رابطه مستقیم و با مجذور فاصله میان آنها رابطه عکس دارد.



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

$$\left. \begin{aligned} k &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \\ \epsilon_0 &= 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow k \cong 9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$$

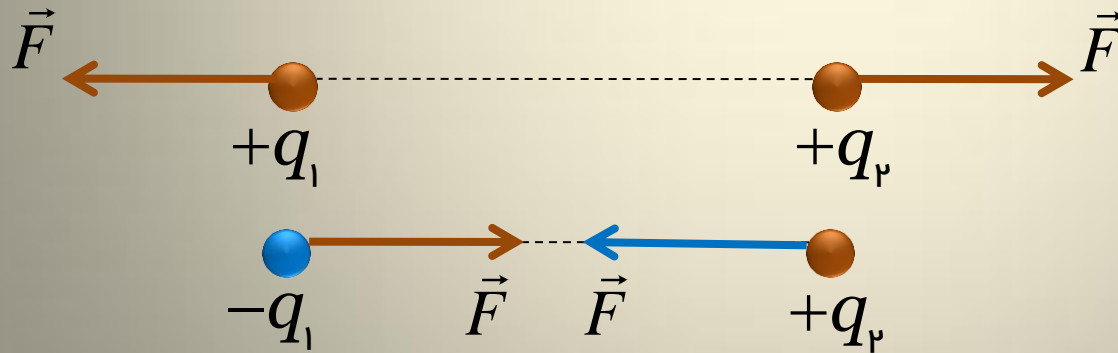
نکته های مربوط به قانون کولن

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

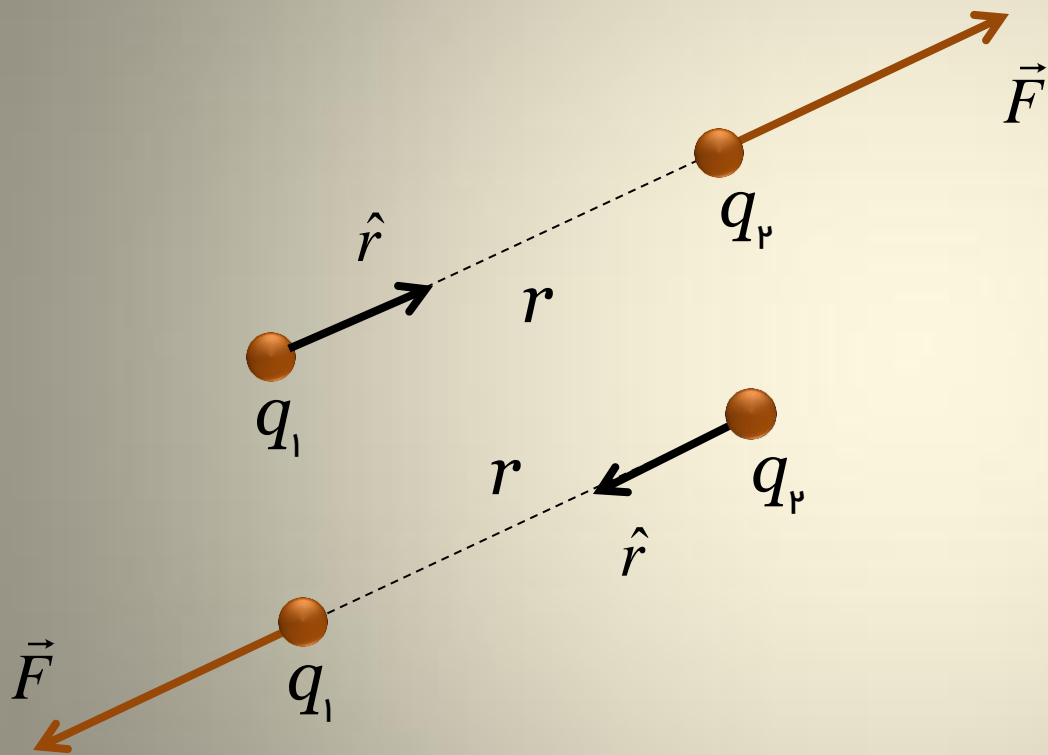
(۱) در رابطه ی نیرو، بار بر حسب کولن و فاصله بر حسب متر است.

(۲) نیروهای بین دو بار در امتداد خط واصل دو بار هستند و اندازه های آنها با هم برابر

می باشند.



(۳) شکل برداری قانون کولن

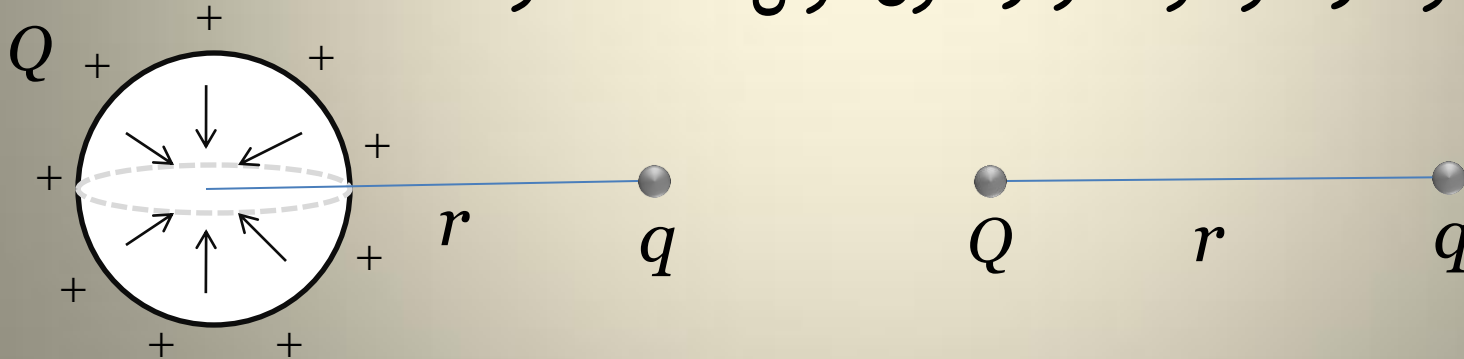


$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

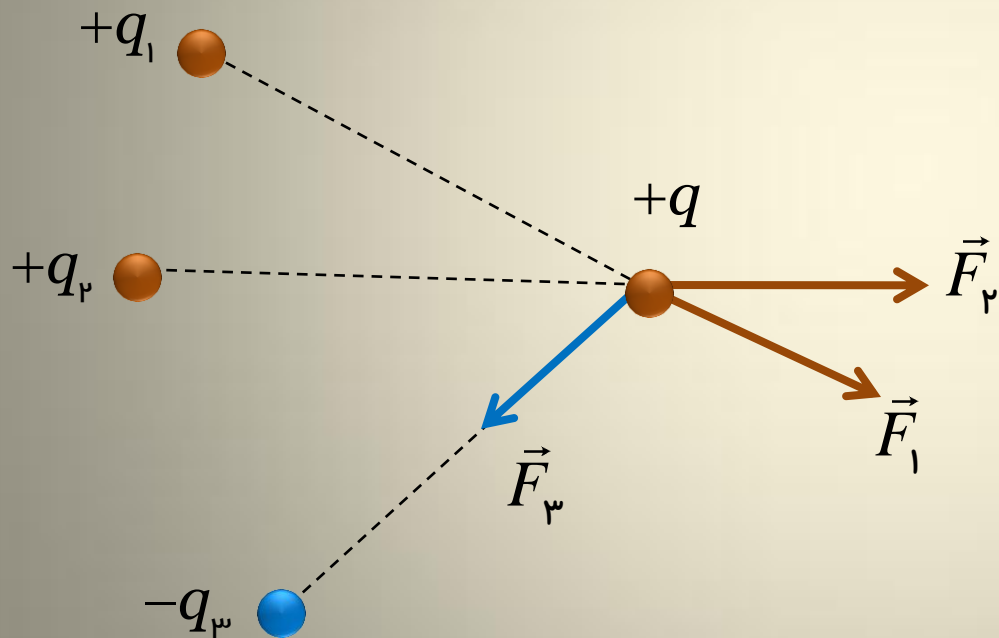
\hat{r} بردار یکه جهتی می باشد.

(۴) در استفاده از قانون کولن باید دقت کرد بارها در حال سکون باشند و نقطه ای فرض شوند.

(۵) اگر بار روی سطح کروی به صورت یکنواخت توزیع شده باشد می توان تمام بار را در مرکز کره در نظر گرفت و از قانون کولن استفاده کرد.

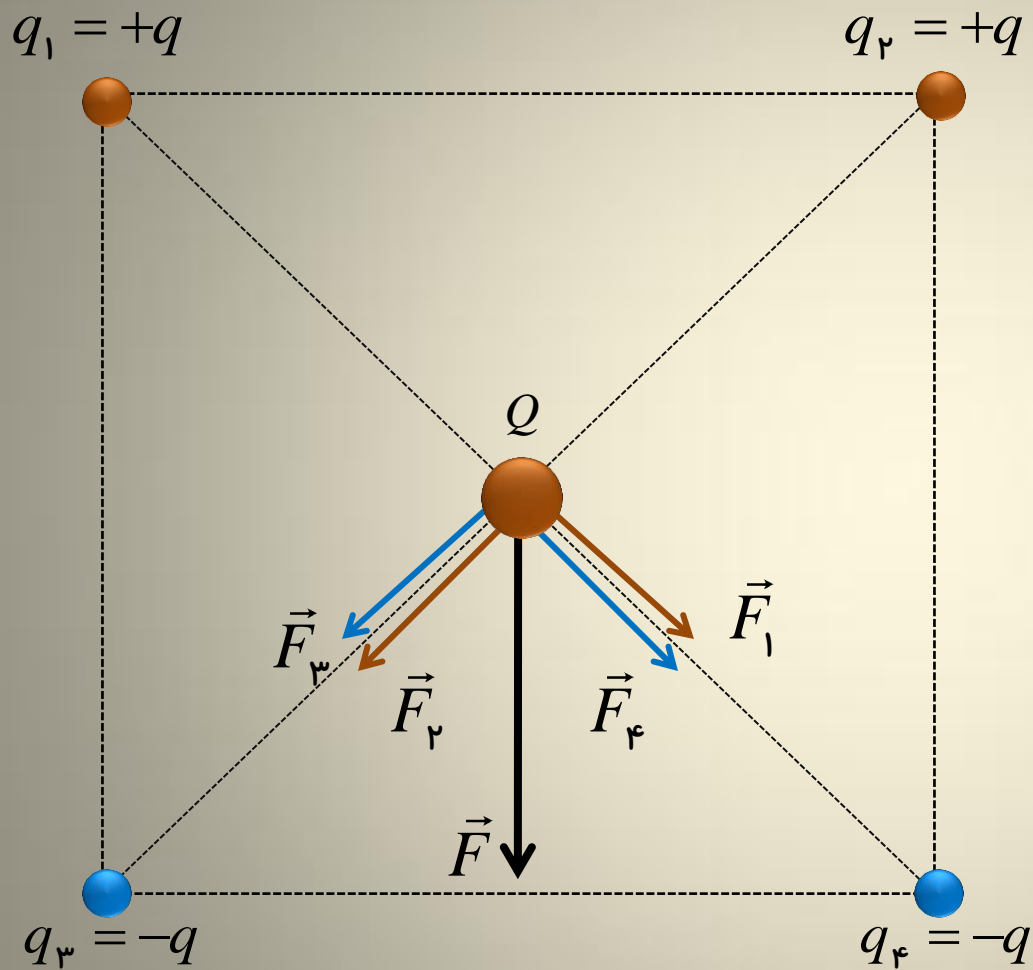


(۴) نیروهای الکتروستاتیک از اصل برهم نهی پیروی می کنند.



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

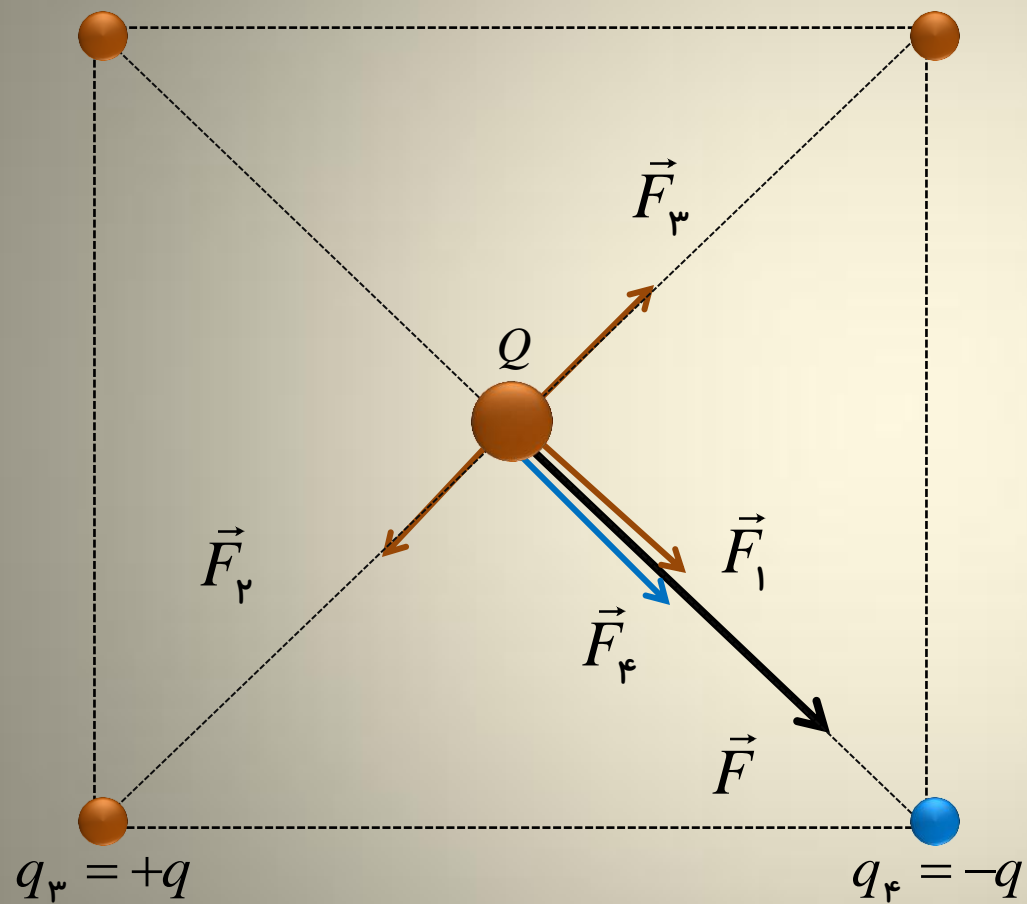
مثال کیفی



$$q_1 = +q$$

$$q_2 = +q$$

مثال کیفی



روش حل مسائل الکتروستاتیک

(۱) انتخاب یک دستگاه مختصات مناسب

(۲) مشخص کردن نیروهای وارد بر یک بار

(۳) به دست آوردن بزرگی نیروها و تجزیه آنها

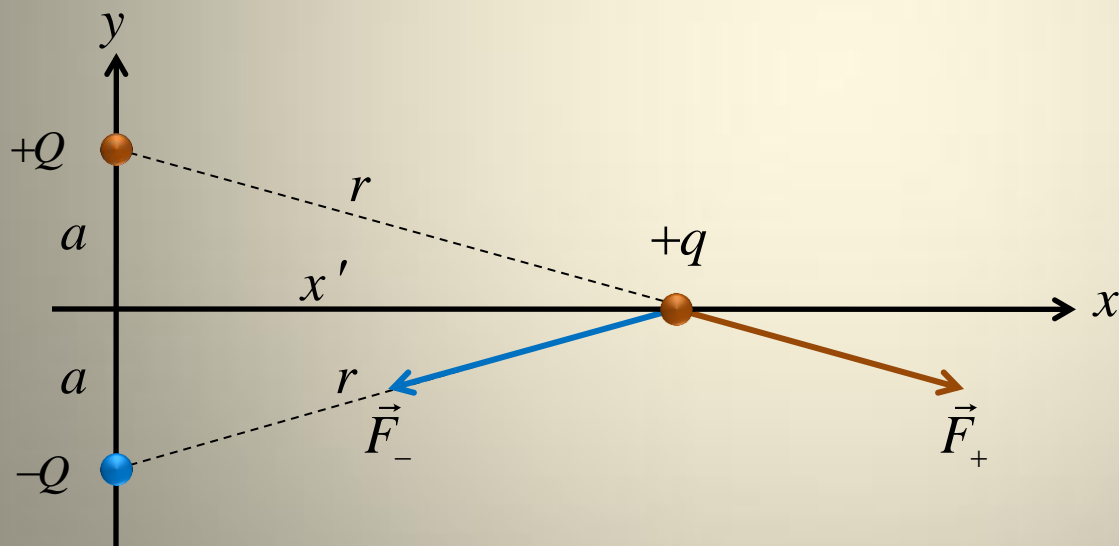
(۴) محاسبه برآیند نیروها

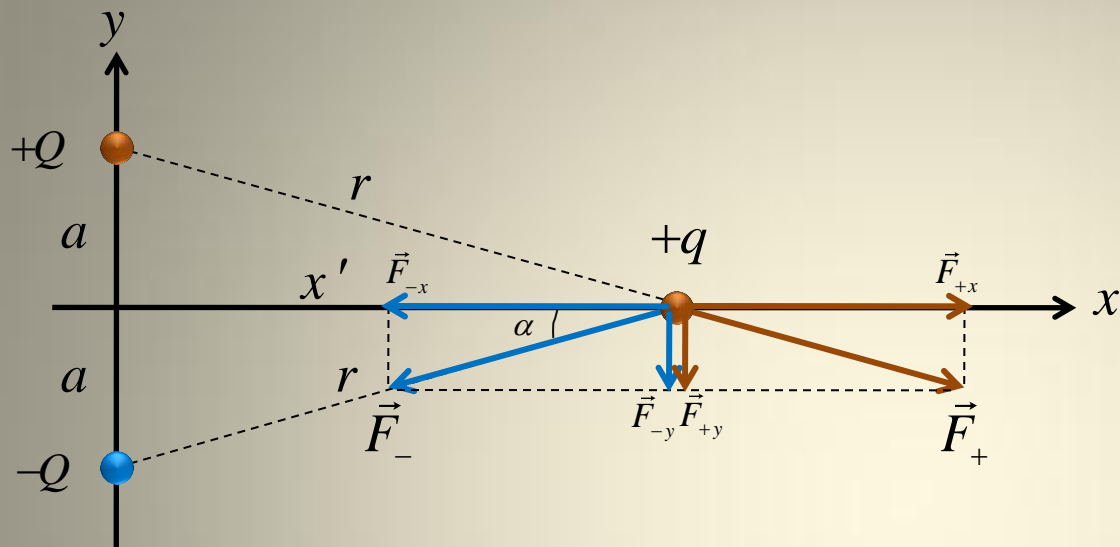
مثال: بار نقطه ای $-Q$ را در $(0, -a)$ و بار $+Q$ را در $(0, +a)$ قرار داده ایم. نیروی

وارد بر بار $+q$ را در نقطه $(x', 0)$ به دست آورید. در چه نقطه ای روی محور x

مقدار این نیرو بیشینه است؟

پاسخ:

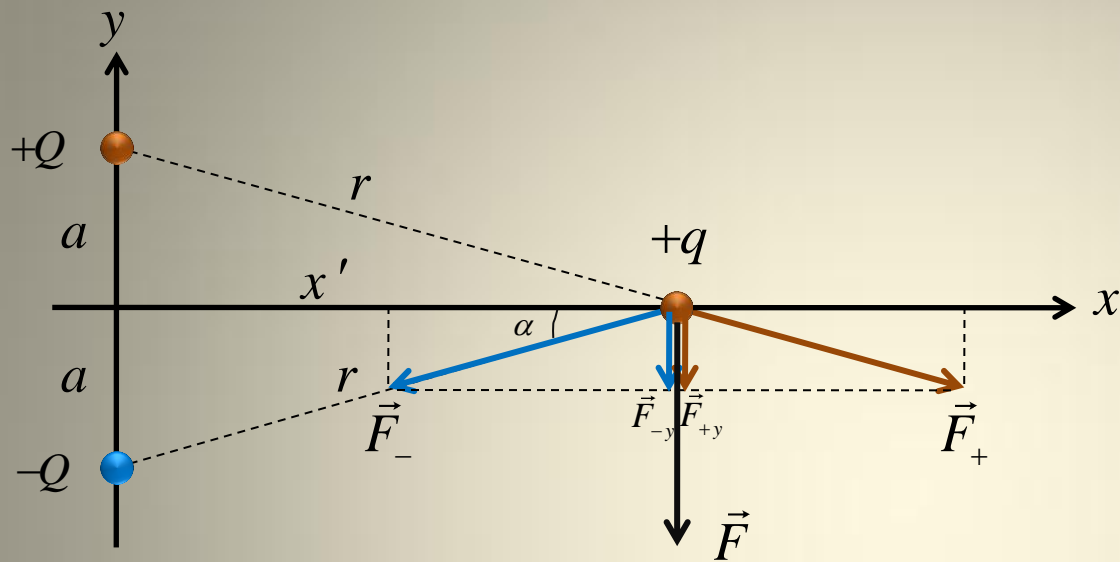




$$F_+ = F_- = k \frac{|Qq|}{r^2} = k \frac{Qq}{x^2 + a^2}$$

$$F_x = F_{+x} - F_{-x} = F_+ \cos \alpha - F_- \cos \alpha = 0$$

$$F_y = -F_{+y} - F_{-y} = -2F_+ \sin \alpha = -2 \left(\frac{kQq}{x^2 + a^2} \right) \left(\frac{a}{\sqrt{x^2 + a^2}} \right)$$



$$\vec{F} = -\frac{2kQqa}{(x'^2 + a^2)^{3/2}} \hat{j}$$

برای به دست آوردن مکان بیشینه نیرو کافست مشتق نیرو نسبت به x' را برابر صفر قرار دهیم:

$$\frac{dF}{dx'} = 0 \rightarrow (-2kQqa) \frac{d}{dx'} \left(\frac{1}{(x'^2 + a^2)^{3/2}} \right) = 0 \rightarrow (-2kQqa) \left(-\frac{3}{2} \frac{2x'}{(x'^2 + a^2)^{5/2}} \right) = 0$$

$$\rightarrow x' = 0$$