

بہ نام یکتا پروردگار مہربان

جلسہ دوم آموزش الکترونیکی فیزیک الکتریسیته و مغناطیس

مدرس: عظیمہ ولایتی

بارم بندی :

حضور منظم در کلاس : ۲ نمره

حل تمرین : ۴ نمره

امتحان پایان ترم : ۱۴ نمره

آدرس وبسایت مدرس جهت دانلود PDF جزوات :

<http://velayati.professora.ir>

ارسال حل تمرین ها از طریق :

- وب سایت
- az.velayati1429@gmail.com
- @az_velayati

قانون کولن :

۱

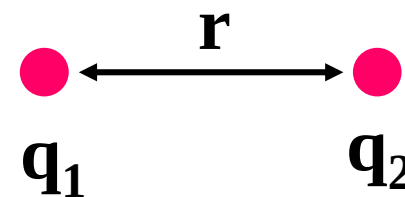
اگر دو بار نقطه ای (دو ذره ی باردار) در فاصله ی r از هم قرار داشته باشند، نیرویی به هم وارد می کنند که از رابطه ی زیر به دست می آید:

اندازه ی بارهای الکتریکی (C) ثابت کولن یا ثابت الکتروستاتیکی
(N.m²/C²)

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

نیرو (N) ← F ↑ k ↑ $|q_1|$ ↑ $|q_2|$

↓ r^2 ↓ فاصله ی دو ذره (m)



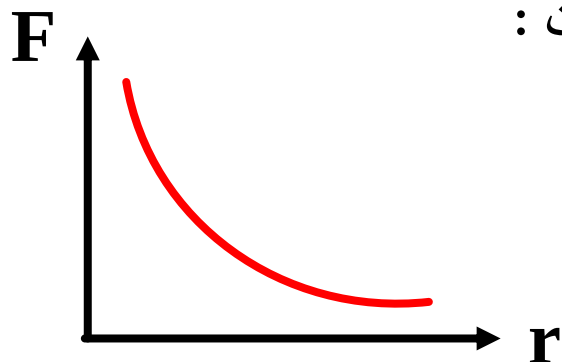
✓ ثابت الکتروستاتیکی برابر است با : $9 \times 10^9 \text{ (N.m}^2/\text{C}^2)$

✓ نیرو با اندازه ی بارها رابطه ی مستقیم دارد.

✓ نیرو با مربع فاصله ی بارها رابطه ی عکس دارد. یعنی اگر فاصله n برابر

شود نیرو $\frac{1}{n^2}$ برابر می شود. (مثلا اگر فاصله ۲ برابر شود نیرو $\frac{1}{4}$ می شود.)

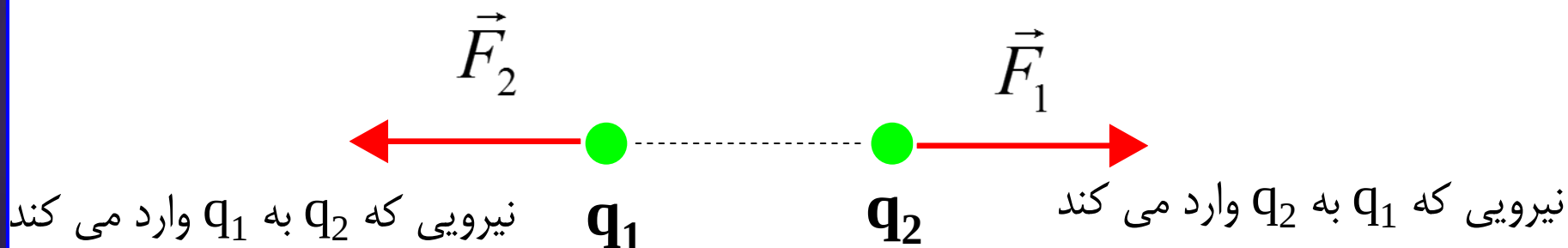
✓ نمودار نیرو بر حسب فاصله به شکل زیر است :



مشخص کردن جهت نیرو :

نیرو کمیتی برداری است پس علاوه بر اندازه جهت آن نیز باید معلوم شود. نیرو در راستای خط واصل دو بار است و جهت آن با توجه به علامت بارها بصورت زیر مشخص می شود :

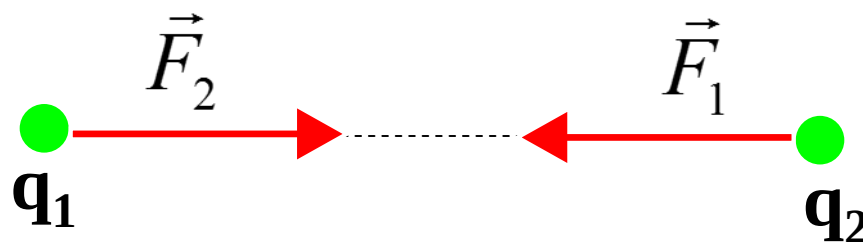
الف) دو بار هم علامت :



(ب) دو بار مختلف علامت :

نیرویی که q_2 به q_1 وارد می کند

نیرویی که q_1 به q_2 وارد می کند

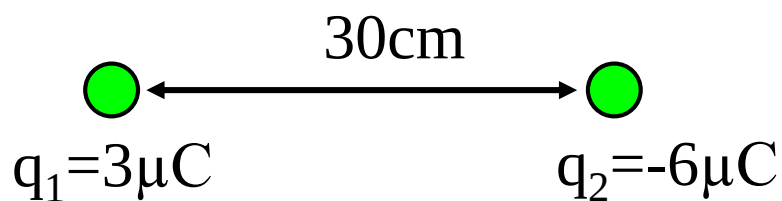


توجه کنیم که در هر دو حالت الف و ب نیروهای F_1 و F_2 طبق قانون سوم نیوتن، عمل و عکس العمل بوده، یعنی اندازه ی مساوی دارند اما در خلاف جهت یکدیگر هستند. عبارت دیگر :

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

مثال ۱ : در شکل زیر

الف) نیروی وارد از طرف q_1 به q_2 را به شکل برداری بنویسید.
ب) نیروی وارد از طرف q_2 به q_1 را به شکل برداری بنویسید.



حل :



$$F_1 = \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(3 \times 10^{-6})(6 \times 10^{-6})}{(30 \times 10^{-2})^2} = \frac{(9)(3)(6) \times 10^{-3}}{(900 \times 10^{-4})}$$

$$= \frac{18 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-4}} = \frac{18 \times 10^{-3}}{10^2 \times 10^{-4}} = 18 \times 10^{-1} = 1.8 \text{ N}$$

$$\vec{F}_1 = -1.8 \hat{i} \quad (\text{N}) \quad \Rightarrow \quad \vec{F}_2 = 1.8 \hat{i} \quad (\text{N})$$

نکته :

در محاسبه ی نیروی کولن، اگر بارها بر حسب میکروکولن و و فاصله بر حسب سانتی متر باشد، می توان این واحدها را تبدیل نکرد اما به جای آن ثابت k را 90 قرار داد. مثلاً در مثال قبل می توانستیم بنویسیم :

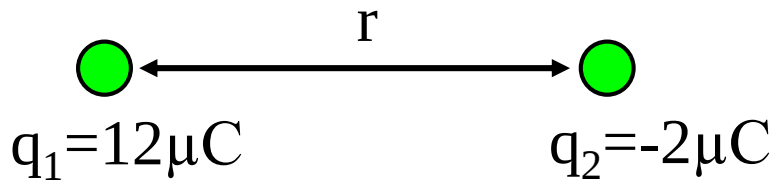
$$F_1 = \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2} = \frac{(90)(3)(6)}{(30)^2} = \frac{(90)(3)(6)}{(900)} = \frac{18}{10} = 1.8$$

سؤال امتیازدار

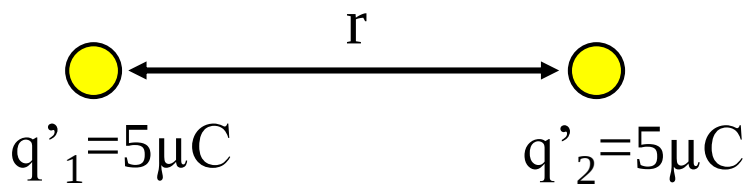
مثال ۲ :

دو کره ی فلزی یکسان دارای بارهای الکتریکی $q_1 = 12\mu\text{C}$ و $q_2 = -2\mu\text{C}$ هستند. اگر این دو کره را با هم تماس داده و جدا کنیم و در همان فاصله ی قبلی قرار دهیم، نیروی بین آن ها چند برابر می شود؟

حل :



$$F = \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2} = \frac{k (12)(2)}{r^2} = \frac{24k}{r^2}$$



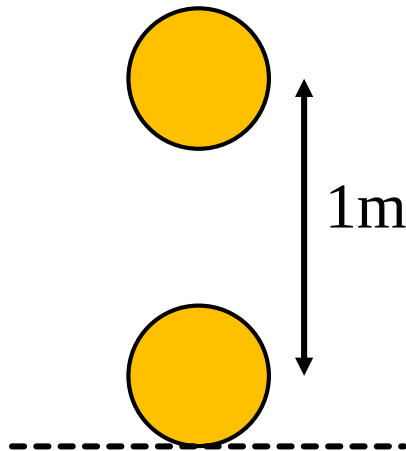
$$F' = \frac{k |q'_1| |q'_2|}{r^2} = \frac{k (5)(5)}{r^2} = \frac{25k}{r^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} F = \frac{24k}{r^2} \\ F' = \frac{25k}{r^2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{\frac{25k}{r^2}}{\frac{24k}{r^2}} = \frac{25}{24}$$

سؤال امتیازدار

مثال ۳:

دو کره ی رسانای بزرگ در فاصله ی 1 متری از هم قرار دارند. وبه هر کدام بار 1C داده ایم. برای این که کره ی بالایی در همان فاصله ی 1 متری باقی بماند، چند انسان 100 کیلوگرمی باید روی کره ی بالایی بایستند؟ (از وزن کره ها صرف نظر کنید)



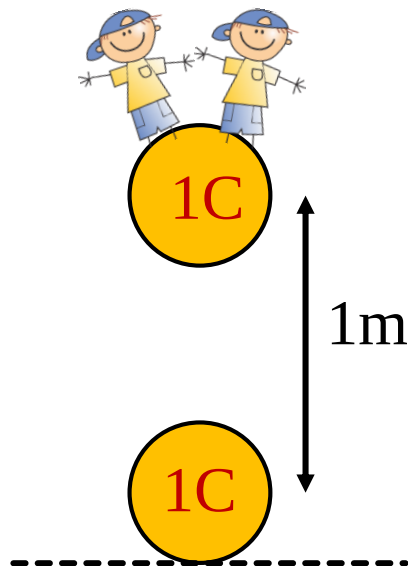
نیروی دافعه ی الکتریکی بین دو کره :

$$F = \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(1)(1)}{(1)^2} = 9 \times 10^9$$

نیروی وزن N انسان 100 کیلوگرمی :

$$W = N (mg) = N (100)(10) = 1000N$$

$$9 \times 10^9 = 1000N \Rightarrow N = \frac{9 \times 10^9}{10^3} = 9 \times 10^6 \quad \text{۹ میلیون نفر}$$

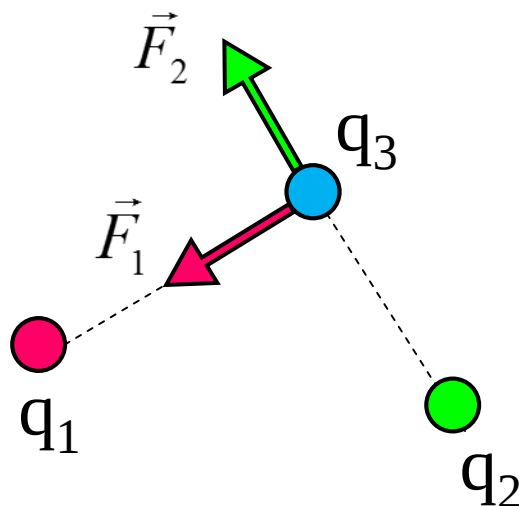


اصل برهم نهی :

اگر مجموعه ای از بارهای الکتریکی نقطه ای داشته باشیم و برآیند نیروهای وارد بر یکی از بارها را بخواهیم :

✓ نیروی وارد از طرف تک تک بارها به بار مورد نظر را محاسبه کرده و به صورت برداری می نویسیم.

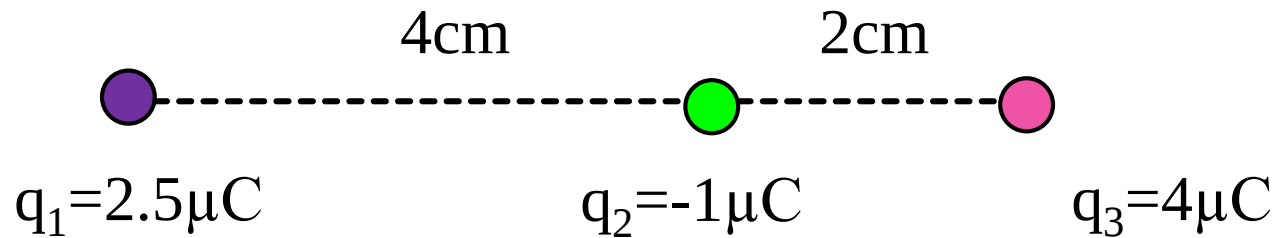
✓ این نیروها را به صورت برداری جمع می کنیم.

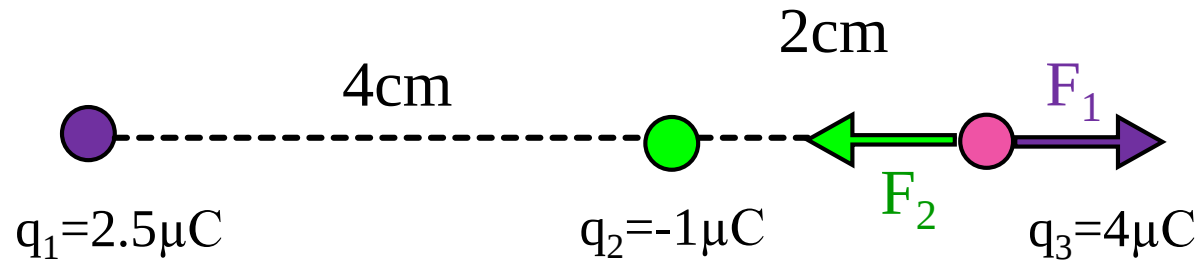


$$\vec{F}_t = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

مثال ۱ :

در شکل زیر نیروی وارد بر بار q_3 چند نیوتن و به کدام جهت است؟





$$F_1 = \frac{k |q_1| |q_3|}{r^2} = \frac{(90)(2.5)(4)}{(6)^2} = 25\text{N} \Rightarrow \vec{F}_1 = 25\hat{i}$$

$$F_2 = \frac{k |q_2| |q_3|}{r^2} = \frac{(90)(1)(4)}{(2)^2} = 90\text{N} \Rightarrow \vec{F}_2 = -90\hat{i}$$

$$\vec{F}_t = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 25\hat{i} - 90\hat{i} = -65\hat{i}$$