

قانون کولن

شخصی بنای کولن از مایه‌های طراحی و اجرا کرده نتیجه آن را می‌توان به صورت قانون کولن در زیر یک متن خلاصه کرد.

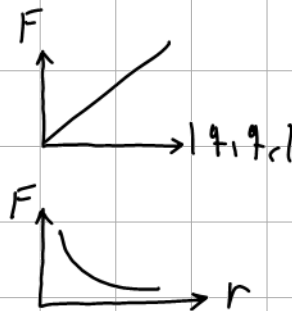
آن را می‌توان به این شکل بیان کرد که بین دوزره‌ها برابر اینها می‌باشد.

با آنکه این حاصل از یک بارها رابطه سیستم دارد

نتیجه آن را می‌توان به این شکل بیان کرد که بین دوزره‌ها برابر اینها می‌باشد با یکدیگر و حاصل از این دو بار رابطه می‌باشد.

$$F \propto |q_1 q_2|$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$



رابطه بین نیرو و فاصله

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

رابطه بین نیرو و فاصله

$$\frac{F'}{F} = \left| \frac{q_1' q_2'}{q_1 q_2} \right| \times \left(\frac{r}{r'} \right)^2$$

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

با آنکه این رابطه می‌تواند به صورت زیر بیان شود

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

رابطه اصلی قانون کولن

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

نیروی

نیروی

$K = 9 \times 10^9$ ثابت قانون کولن در هوا

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

نیروی

نیروی

$K = 9$

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

نیروی

نیروی

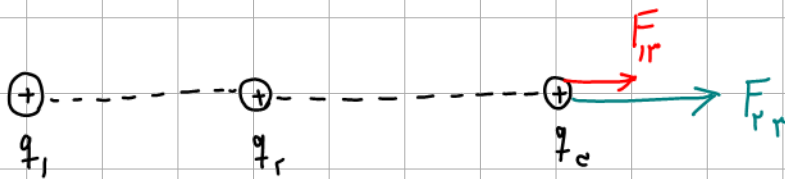
$K = 9 \times 10^9$

نیروی

(*) اگر بیش از دو بار الکتریکی داشته باشیم و نخواهیم نیروها را ترکیب سرچشمی از آن‌ها را محاسبه کنیم و سیم برآیند نیروی الکتریکی را به دست آوریم باید مراحل زیر را انجام دهیم

- ① روی بار مورد نظر بر اساس جاذبه یا دافعه نیروها را به صورت بردار رسم کنیم.
 - ② بعد از آنکه از نیروها بر اساس قانون کولن محاسبه کنیم.
 - ③ با توجه به جهت نیروها، نیروی الکتریکی برآیند (F_{Total}) را محاسبه کنیم
- مکان در مثال فقط اندازن نخواهد.
 مکان در مثال بردار نمودن نخواهد.

پیش فرض: بارها q_1, q_2, q_3 در یک خط قرار دارند. برای ترکیب الکتریکی با چه فرمولی محاسبه می‌کنیم؟



نیروی که بار q_1 به بار q_3 اثر می‌دهد $F_{13} = K \frac{|q_1 q_3|}{r_{13}^2}$

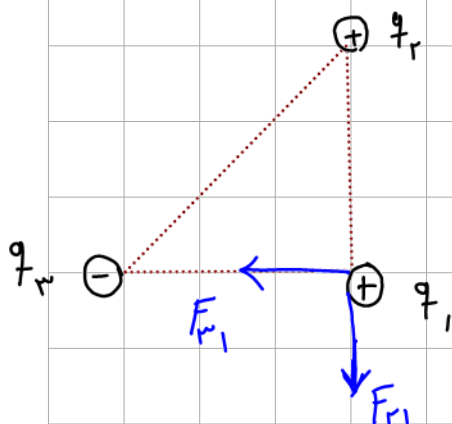
نیروی که بار q_2 به بار q_3 اثر می‌دهد $F_{23} = K \frac{|q_2 q_3|}{r_{23}^2}$

اندازه نیروی برآیند $\Rightarrow F_{Total} = F_{13} + F_{23}$ چون نیروها F_{13} و F_{23} هم جهت هستند

برای ترکیب بردار $\vec{F}_{Total} = (F_{13} + F_{23})\vec{i} + (0)\vec{j}$

بارها q_1, q_2, q_3 در یک خط قرار دارند. برای ترکیب الکتریکی اثر می‌دهند؟

$$F_{Total} = \sqrt{F_{r1}^2 + F_{r2}^2}$$



$\vec{F}_{Total} = (-F_{31})\vec{i} + (-F_{21})\vec{j}$

حل مثال های مانند کون از جزوه (ص ۱۵)

(d, 10/1)	24-1 JE
-----------	---------

$$\frac{q}{f_1} = v \cdot \mu_c = v \cdot x \cdot 10^{-4} c$$

$$q_r = -\epsilon \cdot \mu c = -\epsilon \cdot \lambda \cdot \nu c$$

$$r = r_{cm} = r \chi_{1.}^r m$$

$$F = ?$$

$$F = k \frac{(1717r)}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1700 \times 10^{-17})}{9 \times 10^{-2}} = 17000 N$$

(راه دوم) جاگزینی اعداد با دایره غیر استاندارد (مانند ۱۱) مناسب به هم

قانون كولوم

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

قوة التجاذب

$$F = q_0 \times \frac{1000}{9} = 1000 \text{ N}$$

✓✓✓)

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

$$\cdot f^{xy} = q \cdot x \cdot \frac{y_0}{r^r}$$

$$\frac{r_g}{100} = \frac{1100}{r^r} \Rightarrow r^r = \frac{10000}{r}$$

$$r = \frac{1.0}{\sqrt{5}} = \frac{1.0}{1.5} = 0.67 \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{15}, 2 \text{ mm}$$

۲۸-۱) رابطه تغییرات جاذبه گرانشی را بنویسید.

اطلاعات سؤال

$$\begin{cases} r_1 = 20 \text{ cm} \\ F_1 = 120 \text{ N} \\ r_2 = 15 \\ F_2 = ? \end{cases}$$

$$\frac{F'}{F} = \left| \frac{q_1' q_2'}{q_1 q_2} \right| \times \left(\frac{r}{r'} \right)^2$$

$$\frac{F_2}{120} = \left(\frac{20}{15} \right)^2$$

$$\frac{F_2}{120} = \left(\frac{4}{9} \right)^2 \quad \frac{F_2}{120} = \frac{16}{9}$$

$$F_2 = \frac{120 \times 16}{9} = 213,3 \text{ N}$$

۲۹-۱) ج

اطلاعات سؤال

$$\left. \begin{aligned} q_1' &= 1,2 q_1 \leftarrow \text{اندازه بار ۲۰٪ زیاد شود} \\ q_2' &= 0,2 q_2 \leftarrow \text{اندازه بار ۸۰٪ کم شود} \\ r' &= \frac{1}{2} r \leftarrow \text{فاصله نصف شود} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{F'}{F} = \left| \frac{q_1' q_2'}{q_1 q_2} \right| \times \left(\frac{r}{r'} \right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{1,2 q_1 \times 0,2 q_2}{q_1 \times q_2} \times \left(\frac{r}{\frac{1}{2} r} \right)^2$$

$$\frac{F'}{F} = 0,24 \times 4 = 0,96$$

$$F' = 0,96 F$$

⑤ $F' = 96\% F$ ⑥ $F' = 94\% F$

(راه دوم: بر هر حال این بیت سائل) هر چه در بارها تغییر کرده است را (۱) جایگزین کن
هر چه در بارها تغییر کرده است را (۲) جایگزین کن

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow F = 1 \times \frac{1,2 \times 0,2}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 0,96$$

۳۰-۱

حالت اول

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{---} r_1 \text{---} \\ (+q) \quad \quad (-q) \end{array} \right.$$

$$F_1 = k \frac{|q \times -q|}{r_1^2} \Rightarrow F_1 = \frac{k q^2}{r_1^2}$$

حالت دوم

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{---} r_r \text{---} \\ (+\frac{q}{r}) \quad \quad (-\frac{q}{r}) \end{array} \right.$$

$$F_r = k \times \frac{|\frac{q}{r} \times -\frac{q}{r}|}{r_r^2} \Rightarrow F_r = \frac{1}{r} \frac{k q^2}{r_r^2}$$

حالت سوم $\rightarrow F_1 = F_r \Rightarrow \frac{k q^2}{r_1^2} = \frac{1}{r} k \frac{q^2}{r_r^2} \Rightarrow \frac{1}{r_1^2} = \frac{1}{r r_r^2}$

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r r_r} \Rightarrow r r_r = r_1 \Rightarrow r_r = \frac{r_1}{r}$$

بین نامه نصف شود

۳۱-۱

هسته را تمهید و در یک مدار پرتون دارد $q_1 = 1.4 \times 10^{-19} \text{ C}$

هسته را تمهید و در یک مدار پرتون دارد $q_2 = 1.4 \times 10^{-19} \text{ C}$

$r = 2 f_m = 2 \times 10^{-15} \text{ m}$

منته

$F = ?$

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

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{1.4 \times 10^{-19} \times 1.4 \times 10^{-19}}{(2 \times 10^{-15})^2}$$

$$F = \frac{9 \times 2.54}{4} \times \frac{10^{-39}}{10^{-30}} = \frac{9 \times 2.54}{4}$$

$$F = 5.74 \text{ N}$$

حالت اول $\left\{ \begin{array}{l} q_1 = +10 \\ q_2 = -50 \end{array} \right.$

(۳-۲)

برای q_1 و q_2 انتقال می دهیم (۵٪ یعنی $\frac{1}{20}$) بر q_1 که مقدارش $20 \times 10 = 200$ می شه. بهر q_2 انتقال می دهیم.

حالت ثانویه $\left\{ \begin{array}{l} q'_1 = 40 \\ q'_2 = -30 \end{array} \right.$

$$\frac{F'}{F} = \left| \frac{q'_1 q'_2}{q_1 q_2} \right| \times \left(\frac{r}{r'} \right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left| \frac{40 \times -30}{10 \times -50} \right| \times 1 = \frac{12}{5}$$

$$\frac{F'}{F} = 2.4 \Rightarrow F' = 2.4 F$$

④ $F' = 2.4 F$

⑤

بردار اثر می ده که بزرگتر است.

(حالت اول)

① q_1 --- r --- q_2

$$F_1 = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

در حالتی که به هم
بر می خیزند و میانشین
بر او بر خواهد خیزد

(فیزیک + ریاضی + حوصله) (۳-۲)

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{10 + (-50)}{2} = -20$$

② q_1 --- $\sqrt{2}r$ --- q_2

$$F_r = k \frac{q_1 q_2}{(\sqrt{2}r)^2} = \frac{k \times 2}{r^2}$$

حالتی که صورتش $F_1 = F_r \Rightarrow k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{2}{r^2}$

$$q_1 q_r = 2 \Rightarrow q_1 = \frac{2}{q_r}$$

طبق صورت سوال

$$q_1 + q_r = 4 \Rightarrow \frac{2}{q_r} + q_r = 4$$

$$\frac{2 + q_r^2}{q_r} = 4 \Rightarrow 2 + q_r^2 = 4 q_r$$

$$q_r^2 - 4 q_r + 2 = 0$$

برای حل Δ جواب می‌دهد را می‌گیریم

$$\Delta = b^2 - 4ac = (-4)^2 - 4(1)(2) = 16 - 8 = 8$$

$$q_r = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{+4 \pm \sqrt{8}}{2} = \frac{4 \pm 2.8}{2} \Rightarrow \begin{cases} q_r = 3.4 \\ q_r = 0.6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_r = 3.4 \Rightarrow q_1 = 0.6 \\ q_r = 0.6 \Rightarrow q_1 = 3.4 \end{cases}$$

$$\frac{q_r}{q_1} = \frac{3.4}{0.6} = \frac{34}{6} = \frac{17}{3}$$

۳۴-۱) در صبح به هم نزدیک می‌شوند و همان لحظه از هم جدا می‌شوند. $\vec{F}_r = -\vec{F}_1$

ذرات در حال حرکت هستند و به هم نزدیک می‌شوند و از هم جدا می‌شوند.

$$m_r \vec{a}_r = -m_1 \vec{a}_1$$

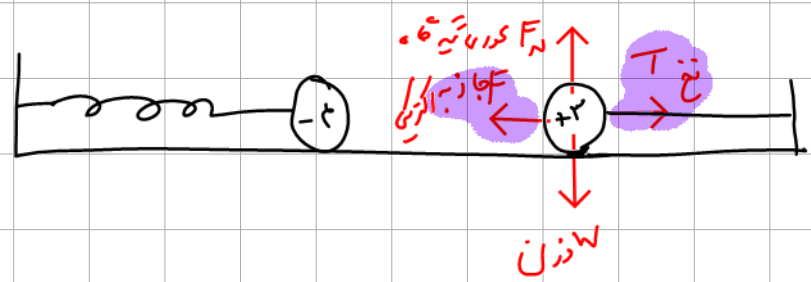
$$1 \times \vec{a}_r = -20 \times \vec{a}_1 \Rightarrow \vec{a}_1 = -\frac{1}{20} \vec{a}_r$$

$$|\vec{a}_1| = \frac{1}{20} |\vec{a}_r| \quad (\text{جهت متعکس در ذره مخالف هم است})$$

در حالتی که هم در حال حرکت باشند و به هم نزدیک می‌شوند و از هم جدا می‌شوند. $\Rightarrow q'_1 = q'_r = \frac{q_1 + q_r}{2} = \frac{4-1}{2} = 1.5 \mu\text{C}$

$$\frac{F'}{F} = \left| \frac{q'_1 q'_r}{q_1 q_r} \right| \times \left(\frac{r}{r'} \right)^2 = \left| \frac{1.5 \times 1.5}{2 \times 2} \right| \times 1 = \frac{1}{4}$$

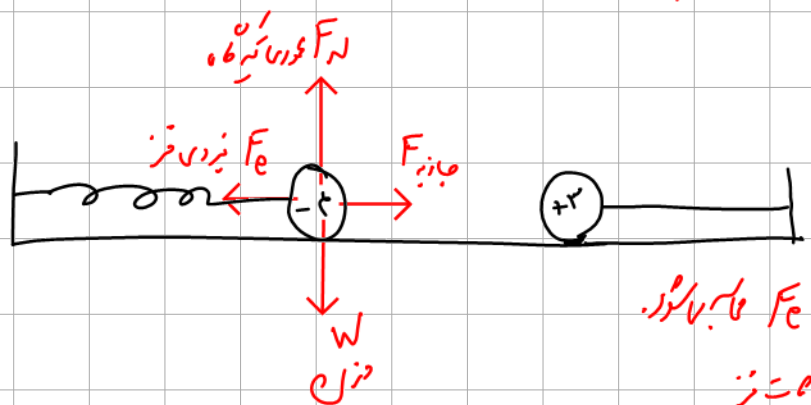
نمبر ۳۵ $\frac{1}{45}$ نبر اولیاس درصا ادیر نبر دو ذره جاذبه بویه اا درصا جیم نبر و انصا



حل ۱-۳۶

(الف) $F = T \Rightarrow F = 120 \text{ N}$

بم $F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow 120 = 90 \times \frac{12}{r^2} \Rightarrow r = 3 \text{ cm}$



یا درصا

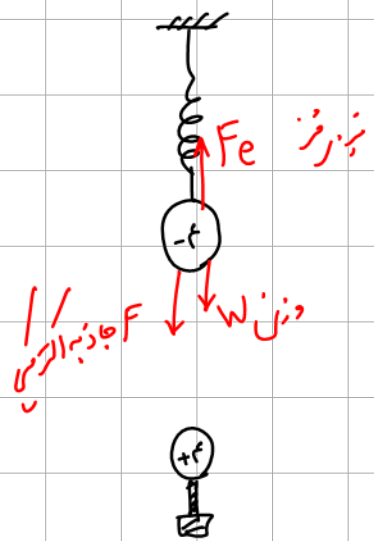
نبر نر (Fe) با نر $Fe = k \times x$ با جیم

$Fe = F_{\text{جاذبه الکتریکی}} \Rightarrow Fe = 120 \Rightarrow k \times x = 120$

$240 \times x = 120 \Rightarrow x = \frac{1}{2}$

۱-۳۷

(نبر دوم بگولسی اندرا از نر ارمه ما کیم)



$Fe = W + F = 2 + 120 = 122 \text{ N}$
 $kx = 122 \quad 2 \times x = 122 \Rightarrow \underline{x = 11}$

$W = mg = \frac{2}{1} \times 10 = 2 \text{ N}$

$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = 90 \times \frac{14}{9} = 140$

F نیروی دافعه الکتریکی



۳۸- (به عنوان یک لایه آبی در کنار دیواره سوراخ در یک کوزه)

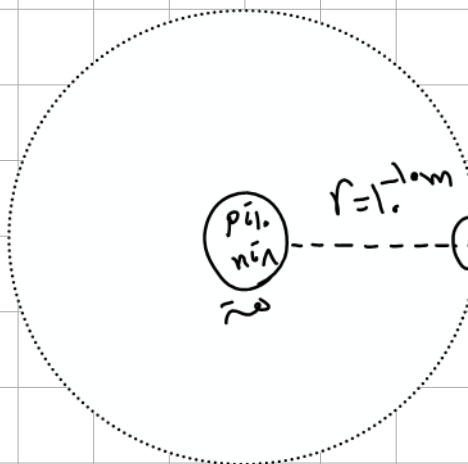
$$W = mg = \frac{90}{1000} \times 10 = \frac{9}{10}$$

چون ذره بالایی در حالت تعادل است
(چون ساکن است)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{9}{10} = 90 \times \frac{10 \times 10}{r^2} \Rightarrow 9r^2 = 10 \times 90 \times 10 \times 10$$

$$r^2 = 100$$

$$|r = 10 \text{ cm}|$$



۳۹-۱

توزین فضایی

برای محاسبه بار الکتریکی

$$q_r = 10 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-18}$$

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{|(-1.6 \times 10^{-19}) \times (1.6 \times 10^{-19})|}{(10^{-10})^2} = \frac{9 \times 256 \times 10^{-38}}{10^{-20}}$$

$$F = 230.4 \times 10^{-9} \text{ N} = 230.4 \text{ nN}$$

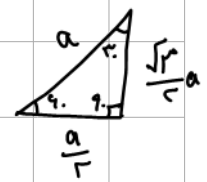
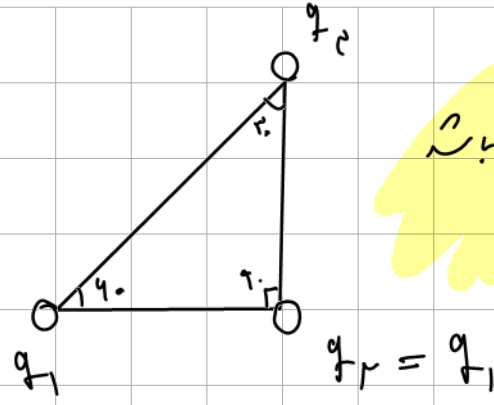
نیوتن

نانونیوتن

ضلع اردو زائیدہ ۹۰ درجہ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ وتر

۱- ۲

ضلع اردو زائیدہ ۳۰ درجہ نصف وتر ہے اگر $r_{12} = a$
 $r_{12} = \frac{a}{2}$, $r_{12} = \frac{\sqrt{3}a}{2}$

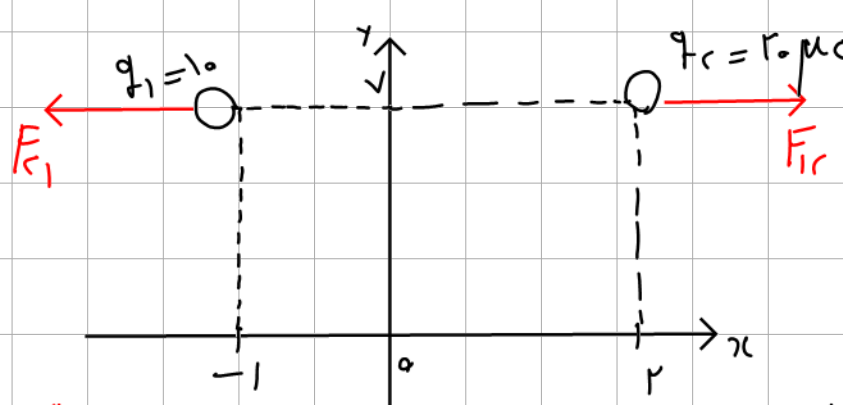


$F_r =$ نزدیک q_1 و q_2 اثرات $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} = k \frac{q_1 \times q_2}{(\frac{\sqrt{3}a}{2})^2} = \frac{4}{3} k \frac{q_1 q_2}{a^2}$

$F_1 =$ نزدیک q_1 و q_2 اثرات $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} = k \frac{q_1 \times q_1}{(\frac{a}{2})^2} = 4 \frac{k q_1^2}{a^2}$

موازنہ $F_1 = F_r \Rightarrow \frac{4}{3} \frac{k q_1 q_2}{a^2} = 4 \frac{k q_1^2}{a^2}$
 $\frac{q_2}{3} = q_1 \Rightarrow q_2 = 3 q_1$

نیز $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} = k \frac{q_1 \times 3 q_1}{a^2} = 3 \frac{k q_1^2}{a^2}$
 $\frac{F_r}{F_1} = \frac{3 \frac{k q_1^2}{a^2}}{4 \frac{k q_1^2}{a^2}} = \frac{3}{4}$



۱- ۴

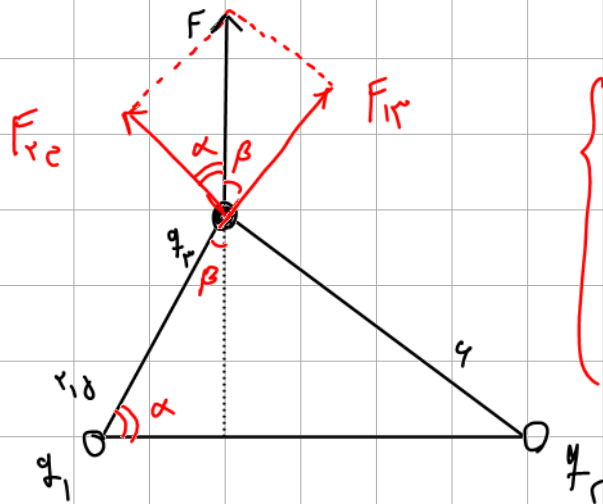
صورت مبادل را بخوان
 براساس آن شکل رسم کن

بعداً بنی بارها به هم چه نیروی اثر می‌دهند.

$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2.0 \times 10^{-9}}{9} = 2 \times 10^{-1} = 0.2$

$$\vec{F}_r = (9) \vec{i} + (0) \vec{j} \Rightarrow \vec{F}_r = 9 \vec{i}$$

$$\vec{F}_1 = -(9) \vec{i} + (0) \vec{j} \Rightarrow \vec{F}_1 = -9 \vec{i}$$



۴-۲

بگذاریم F را به دو بردار F_r و F_c تجزیه کنیم. این F برآیند F_r و F_c است. باید بر اساس بردار F خود را متعین کنیم. جهت F_c و F_r به یکدیگر است.

$$\Rightarrow \tan(\alpha) = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{r}{r_{10}}$$

$$\Rightarrow \tan(\alpha) = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} \Rightarrow \tan(\alpha) = \frac{F_c}{F_r}$$

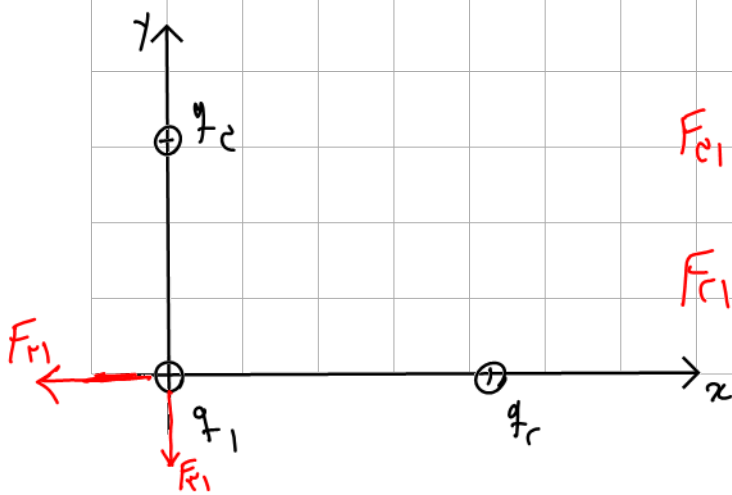
$$\frac{r}{r_{10}} = \frac{k q_1 q_r}{r_{10}^2} \Rightarrow \frac{r}{r_{10}} = \frac{\frac{\Delta}{(r_{10})^2}}{\frac{q_c q_r}{(r)^2}}$$

$$\frac{r}{r_{10}} = \frac{\Delta \times r^2}{r_{10} \times r_{10} \times q_r}$$

$$\frac{1}{1} = \frac{\Delta \times r}{r_{10} q_r}$$

$$r_{10} q_r = \Delta \rightarrow q_r = \frac{\Delta \times r}{r_{10}} = \frac{18}{10} = 1.8 \text{ nC}$$

۴-۳



$$F_{c1} = k \frac{q_c q_1}{r_{c1}^2} = 90 \times \frac{18}{14} = 11.57 \text{ nC}$$

$$F_{r1} = k \frac{q_r q_1}{r_{r1}^2} = 90 \times \frac{2}{9} = 20$$

چون دو نیرو به هم می‌زنند:

$$F_{Total} = \sqrt{F_{c1}^2 + F_{c1}^2}$$

$$F_{Total} = \sqrt{(۸۴,۴۷۵)^2 + (۲۰)^2} = \dots N$$

مثال این را خواسته است.

$$\vec{F}_{Total} = (-۲۰) \vec{i} + (-۸۴,۴۷۵) \vec{j}$$

$$\vec{F}_{Total} = -۲۰ \vec{i} - ۸۴,۴۷۵ \vec{j}$$

۱- ۴۴ چون مثال نیز مرتباً به هم را خواسته بنابراین به بیست و یکم q_1 به هم q_2 و q_3 به هم q_4 به هم را خواسته.



$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} = ۹۰ \times \frac{۲}{۹} = ۲۰ N$$

$$F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} = ۹۰ \times \frac{۳}{۴} = \frac{۲۷۰}{۴} = ۶۷,۵ N$$

نیروها هم جهت هستند پس به هم جمع می‌شوند، نیروی خالص به هم $F_{Total} = ۲۰ + ۶۷,۵ = ۸۷,۵ N$

مثال خواسته است.

$$\vec{F}_{Total} = (۸۷,۵) \vec{i} + (۰) \vec{j}$$

$$\vec{F}_{Total} = ۸۷,۵ \vec{i}$$

