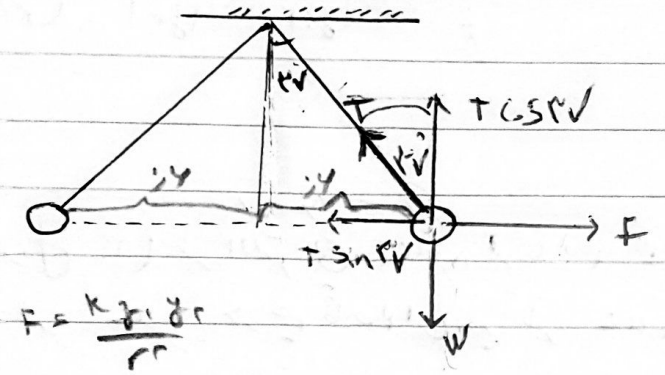
ادامه حل ۵

سوال ۲۳) در کلوله فلزی مشابه هر کدام دارای وزن ۲۰N دارای بار یکسان و هم نوع بوده و توسط دو نخ هم طول و برابر ۱m از یک نقطه آویزان و به حال تعادل هستند. بار هر کدام را تعیین کنید.



$T\cos 37 = W$

$T\sin 37 = F$

$\frac{F}{W} = \frac{0.6}{0.8} = \frac{3}{4}$

$F = \frac{18}{8} = 4$

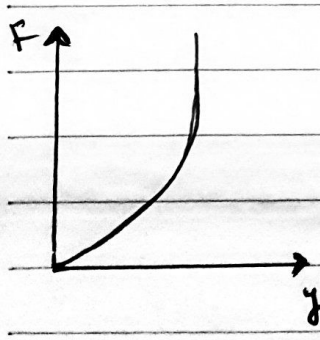
$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$

$\frac{9\times10^9 \times q^2}{(1.2)^2} = \frac{18}{8}$

$q^2 = \frac{9\times1.44\times10^{-2}}{8\times9\times10^9} = \frac{18\times1.44\times10^{-11}}{8}$

$q^2 = \frac{2\times1.44\times10^{-11}}{8} = \frac{2.88\times10^{-11}}{8} = 0.36\times10^{-11} = 3.6\times10^{-12} \Rightarrow q = 6\times10^{-6}$

بررسی چند نمودار

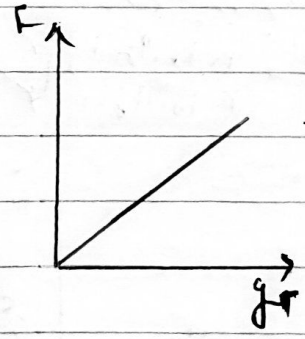


اگر صورت F و x^2 ثابت باشند، k ثابت است.

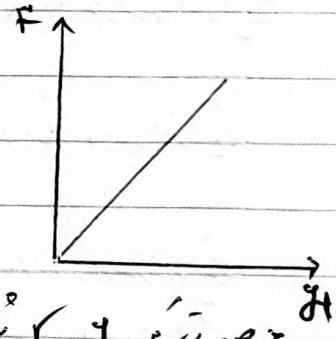
$F = \frac{k q^2}{r^2}$ ثابت

$y = ax^2$

$y = x^2$



اگر صورت F و q^2 ثابت هستند



اگر صورت F و x ثابت هستند

$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$ ثابت

$F = a\frac{1}{x^2}$

خاصه $y = a$

ابعاد ای سایه‌ای :

$$\frac{F'}{F} = \frac{|\beta'|}{|\beta|} \times \frac{|\beta'+1|}{|\beta+1|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

حالت دوم $F' = \frac{K\,|\beta'||\beta'+1|}{r'^2}$

حالت اول $F = \frac{K\,|\beta||\beta+1|}{r^2}$

سوال ۲۴) از الکترونی به فاصله r بر بار به بار شدن F وارد می‌شد.
از به r چه فاصله‌ای بر بار به بار شدن $\frac{4}{9}F$ وارد می‌شد.

$$\frac{F'}{F} = \frac{|\beta'|}{|\beta|} \times \frac{|\beta'+1|}{|\beta+1|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\frac{4}{9} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{4}{9}} = \frac{r}{r'} \Rightarrow r' = \frac{r}{\frac{2}{3}} = \frac{3}{2}r$$

درصد تغییر : $\frac{\Delta r}{r_1} \times 100$

درصد تغییر $= (|1 - \text{ثابت}|) \times 100$

فاصله چند برابر شود؟ ← فاصله ۲۰ درصد افزایش

$$\frac{F'}{F} = \frac{K\,|\beta'||\beta'+1|}{K\,|\beta||\beta+1|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$r_2 = r_1 + \frac{20}{100}r_1 = \frac{120}{100}r_1$ ، $r_2 = 1{,}2r_1$

← فاصله ۴۰ درصد افزایش

$r_2 = r_1 + \frac{40}{100}r_1 = 1{,}4r_1$

فاصله ۶۰ درصد افزایش $r_2 = 1{,}6r_1$

فاصله ۹۰ درصد افزایش $r_2 = 1{,}9r_1$

فاصله ۱۰۰ درصد افزایش $r_2 = r_1 + \frac{100}{100}r_1 = 2r_1$

فاصله ۲۰۰ درصد افزایش $r_2 = 3r_1$

$r_2 = r_1 - \frac{20}{100}r_1 = 0{,}8r_1$

۲۰ درصد کاهش $r_2 = 0{,}8r_1$

۴۰ درصد کاهش $r_2 = 0{,}6r_1$

۶۰ درصد کاهش $r_2 = 0{,}4r_1$

۹۰ درصد کاهش $r_2 = 0{,}1r_1$

$\frac{r_2 - r_1}{r_1} \times 100 = -90\%$ ← ۹۰ درصد کاهش ؟ = فاصله چند برابر شد

$\frac{r_2 - r_1}{r_1} \times 100 = -75\%$ ← ۷۵ درصد کاهش ؟ = فاصله چند برابر شد

$\frac{r_2 - r_1}{r_1} \times 100 = -60\%$ ← ۶۰ درصد کاهش ؟ = فاصله چند برابر شد

$\frac{r_2 - r_1}{r_1} \times 100 = 100\%$ ← ۱۰۰ درصد افزایش ؟ = فاصله چند برابر شد

$\frac{r_2 - r_1}{r_1} \times 100 = 300\%$ ← ۳۰۰ درصد افزایش ؟ = فاصله چند برابر شد

ادامه حل مسئله ۵ فیزیک ۲

سوال ۲۵) در صورتی که فاصله دو بار نقطه‌ای را ۲۵ درصد کاهش دهیم نیروی بین آن‌ها چند درصد تغییر می‌کند؟

با ۲۵ کاهش

$r_2 = r_1 - \frac{25}{100} r_1 = \frac{75}{100} r_1 = 0.75 r_1 \qquad r_2' = 0.75 r_2 \Rightarrow \frac{r_2'}{r_2} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{r_2}{r_2'} = \frac{4}{3}$

$\frac{F'}{F} = \left(\frac{r_2}{r_2'}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{4}{3}\right)^2 = \frac{16}{9} \Rightarrow F' = \frac{16}{9} F$

$\text{درصد تغییر} = \frac{\frac{16}{9}F - F}{F} \times 100 = \frac{7}{9} \times 100 = +77.8$

سوال ۲۶) دو بار الکتریکی همنام و مساوی، فاصله r از یکدیگر قرار گرفته‌اند و با نیروی F یکدیگر را می‌رانند. این دو بار را در چه فاصله‌ای از یکدیگر (برحسب r) قرار دهیم تا نیروی بین آن‌ها ۱۹ درصد کاهش یابد.

$F' = 0.81 F$

$F' = F - \frac{19}{100} F = 0.81 F \qquad \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 = \frac{81}{100} = \left(\frac{9}{10}\right)^2$

$\frac{9}{10} = \frac{r}{r'} \Rightarrow r' = \frac{10}{9} r$

حل مسئله ۶ فیزیک ۲

سوال ۲۷) دو بار نقطه‌ای یکسان در فاصله ۲ سانتی‌متر را با نیروی $16\,N$ می‌رانند. اگر فاصله دو بار را $6\,cm$ بیشتر کنیم نیروی رانش را با چه نیروی N می‌رانند؟

$r' = r + 6$

$\frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2$

$\frac{1}{16} = \left(\frac{r}{r+6}\right)^2 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{1}{4} = \frac{r}{r+6} \qquad \frac{0.01}{0.16} = \left(\frac{r}{r+6}\right)^2$

$4r = r + 6$

$3r = 6 \Rightarrow r = 2\,cm$

$q_1' = +4\mu C$ $\quad q_2' = +4\mu C$

سوال ۲۸) دو کره فلزی مشابه دارای بار الکتریکی $q_1 = -4\mu C$ و $q_2 = +12\mu C$ در فاصله d از یکدیگر قرار دارند. این دو کره را به هم تماس می‌دهیم و سپس در فاصله $2d$ از هم قرار می‌دهیم.

الف) نیرو در حالت دوم چند برابر شده است؟

ب) نیرو در حالت دوم چند درصد تغییر کرده است؟

ج) هنگام تماس چه تعداد الکترون جابجا شده؟ کره دوم مثبت شده است؟

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-4+12}{2} = +4\mu C$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q_1'|}{|q_1|} \times \frac{|q_2'|}{|q_2|} \times \left(\frac{r}{2r}\right)^2 \qquad \frac{F'}{F} = \frac{4}{12} \times \frac{4}{12} \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{12}$$

ب) $\frac{\Delta F}{F} \times 100 = \frac{\frac{1}{12} - 1}{1} \times 100 = -\frac{11}{12} \times 100 = -91.7\%$

91.7% کاهش $= 100 \times (1 - \frac{1}{12}) = 100 \times (1 - \text{نسبت}) =$ درصد تغییر

ج) $q_{\text{منتقل شده}} = 8\mu C = ne \Rightarrow n = \frac{8\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}} = 5\times10^{13}$

سوال ۲۹) دو کلوله فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی هستند از فاصله ۳۰ سانتی متری نیروی جاذبه $4N$ به یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو کلوله را با هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+3\mu C$ شده است. بار اولیه کلوله‌ها را حساب کنید. ($k = 9\times10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

$$|q_1||q_2| = \frac{4\times(0.3)^2}{9\times10^9} = 4\times10^{-12} = (2\mu C)^2$$

$$\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = k \Rightarrow \frac{|q_1||q_2|}{(0.3)^2} = 9\times10^9 \Rightarrow |q_1||q_2| = 4\times10^{-12}$$

چون بعد از تماس بار هر دو مثبت شده پس بار اولیه یکی مثبت و دیگری منفی بوده است.

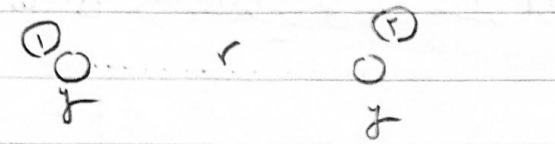
$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = 3\mu C$$

$$q_1 + q_2 = 6\mu C$$

$+10$ و -4

ادامه جلسه ۶ فیزیک ۲

سوال ۳۰) دو بار الکتریکی نقطه‌ای برابر در فاصله‌ی ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی را کم کرده و همان مقدار بر بار دیگر اضافه کنیم نیروی به هم وارد می‌کنند چند F می‌شود.



$$q_1' = q - \frac{25}{100}q = q - \frac{1}{4}q = \frac{3}{4}q$$

$$q_2' = q + \frac{25}{100}q = q + \frac{1}{4}q = \frac{5}{4}q$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q_1'||q_2'|}{|q_1||q_2|} = \frac{\frac{3}{4}q \times \frac{5}{4}q}{q \times q} = \frac{15}{16} \Rightarrow F' = \frac{15}{16}F$$

بررسی یک مدل سوال

(برداشتن مقداری بار از یک جسم و اضافه کردن به دیگری)

۱) اگر هم‌نام باشند

$q_1 = +8\mu C$ $\xrightarrow{-4\mu C}$ $q_1' = +4\mu C$

$q_2 = -3\mu C$ $\xrightarrow{-4\mu C}$ $q_2' = -7\mu C$

۲) اگر غیر هم‌نام باشند

$q_1 = +8\mu C$ $\xrightarrow{-4\mu C}$ $q_1' = +4\mu C$

$q_2 = -3\mu C$ $\xrightarrow{-4\mu C}$ $q_2' = -7\mu C$

سوال ۳۱) دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = +2\mu C$ و $q_2 = -2\mu C$ به فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند. اگر نصف یکی از بارها را برداریم و به دیگری اضافه کنیم و دو بار را به فاصله‌ی $\frac{r}{3}$ از هم قرار دهیم، اندازه‌ی نیرویی که دو بار به یکدیگر وارد می‌کنند، در مقایسه با حالت قبل چند برابر می‌شود؟

$q_1 = +2\mu C$ $\xrightarrow{-1\mu C}$ $q_1' = +1\mu C$

$q_2 = -2\mu C$ $\xrightarrow{+1\mu C}$ $q_2' = -1\mu C$

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q_1'|}{|q_1|} \times \frac{|q_2'|}{|q_2|} \times \left(\frac{r}{\frac{r}{3}}\right)^2$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \left(\frac{3}{1}\right)^2 = \frac{1}{4} \times 9 = \frac{9}{4}$$

سوال ۳۲) دو بار الکتریکی همنام $q_1=8\mu C$ و q_2 هر فاصله ۲ متری F بر هم وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار q_2 را برداشته و به q_1 اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله بارها نیروی متقابل بین آن‌ها ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مقدار اولیه بار q_2 چند میکروکولن بوده است؟

$q_1' = q_1 + \frac{25}{100}q_2 = 8+\frac{1}{4}q_2$

$q_2' = q_2 - \frac{25}{100}q_2 = \frac{3}{4}q_2$

$F' = F + \frac{50}{100}F = \frac{150}{100}F$

$F' = 1.5F = \frac{3}{2}F$

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

$\frac{3}{2} = \frac{8+\frac{1}{4}q_2}{8} \times \frac{\frac{3}{4}q_2}{q_2}$

$\frac{3}{2} = \frac{8+\frac{1}{4}q_2}{8} \times \frac{3}{4}$

$\frac{8+\frac{1}{4}q_2}{8} = 2 \Rightarrow 8+\frac{1}{4}q_2 = 16 \Rightarrow \frac{1}{4}q_2 = 8 \Rightarrow q_2 = 32\mu C$

سوال ۳۳) فرض می‌کنیم دو بار مثبت Q و xQ در یک فاصله معین قرار دارند، نیروی بار Q بر بار xQ وارد می‌کند. چند درصد بار xQ را برداشته و به دیگری اضافه کنیم تا در همان فاصله نیروی آن‌ها بر هم $\frac{15}{16}$ برابر شود؟

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

$\frac{\frac{15}{16}F}{F} = \frac{|Q-xQ|}{Q} \times \frac{|Q+xQ|}{Q} \Rightarrow \frac{15}{16} = (1-x)(1+x)$

$\frac{15}{16} = 1-x^2 \quad x^2 = \frac{1}{16} \quad x = \frac{1}{4} \longrightarrow 25\%$

یعنی بیت را پیدا کرده و چهارم آن را به بار دیگر می‌دهیم.

سوال ۳۴) دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2=2q_1$ در فاصله ۲ متری از هم قرار دارند و به هم نیروی جاذبه وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله نیروی جاذبه بین بارها الکتریکی نصف شود؟

$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$ (۲ ثابت)

$q_1' = q_1 + xq_2 = q_1 + 2xq_1$

$q_2' = q_2 - xq_2 = 2q_1 - 2xq_1$

$\frac{F'}{F} = \frac{|q_1'||q_2'|}{|q_1||q_2|} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{|q_1+2xq_1||2q_1-2xq_1|}{2q_1^2}$

$q_1 + 2xq_1 = 2q_1 - 2xq_1$

$4xq_1 = q_1$

$x = \frac{1}{4}$

$\frac{1}{4} \times 100 = 25\%$ حالت اول

$\frac{2q_1 - 2xq_1}{2q_1} \times 100 = \frac{2q_1 - \frac{1}{2}q_1}{2q_1} \times 100 = \frac{1.5q_1}{2q_1}$

وقتی جمع دو عبارت ثابت باشد ضرب آن‌ها در حالتی بیشینه می‌شود که دو عبارت برابر باشند.

$x + y = \text{ثابت} = 8$

$xy = \text{بیشینه} = 16$

$x = y$

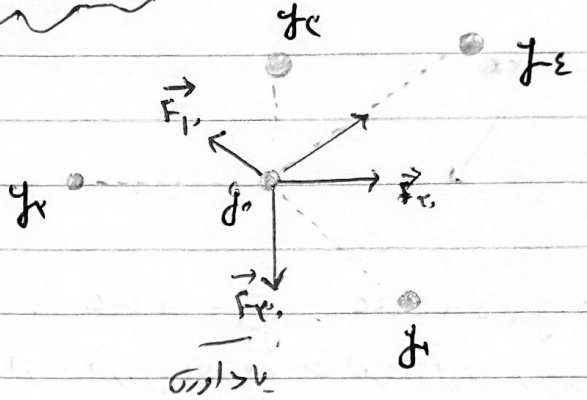
Taj Duncah

فصل ۷ فیزیک ۲

نقره: نشان می دهد که میدان الکتریکی وارد بر هر ذره برابر نیروهایی است که هر یک از ذره‌ها دیگر در غیاب سایر ذره‌ها، بر آن وارد می کند.

این موضوع که این آزمایش نشان داده است را اصل برهم‌نهی نیروهای الکتریکی می گوییم.

$$\vec{F}_{T_0} = \vec{F}_{1_0} + \vec{F}_{2_0} + \vec{F}_{3_0} + \cdots + \vec{F}_{n_0}$$



یادآوری

برآیند بردارها

۵N ⟶ ۱۲N ⟶

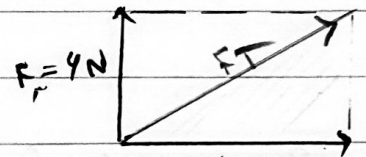
$F_T = 5 + 12 = 17\,N$

$\vec{F}_1 = 5\vec{i}$, $\vec{F}_2 = 12\vec{i}$ $\Big\} \rightarrow \vec{F}_T = 17\vec{i}$

۴N ⟵ ⟶ ۲۰N

$F_T = 16\,N$ $\qquad 20 - 4 = 16\,N$

$\vec{F}_1 = 20\vec{i}$, $\vec{F}_2 = -4\vec{i}$ $\Big\} \rightarrow \vec{F}_T = 16\vec{i}$



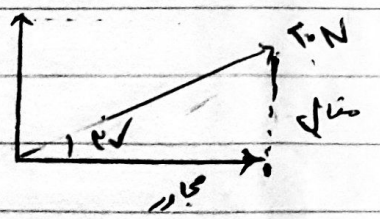
$\vec{F}_1 = 8\vec{i} + 0$

$F_2 = 0 + 6\vec{j}$

$\vec{F}_T = 8\vec{i} + 6\vec{j}$ $\qquad \vec{F}_T$ اندازه $= \sqrt{6^2 + 8^2} = 10$

بیان بردارها به صورت اندازه در بردار

$F_T = \sqrt{(\text{ضریب } \vec{j})^2 + (\text{ضریب } \vec{i})^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10$



$\sin 37 = 0.6$

$\cos 37 = 0.8$

$\cos 37 = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}} \rightarrow$ مجاور $= \cos 37 \times$ وتر

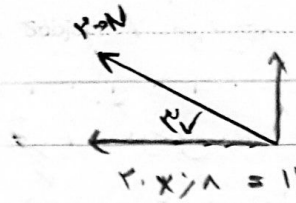
$= 0.8 \times 20 = 16\,N$

$\sin 37 = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} \rightarrow$ مقابل $= \sin 37 \times$ وتر

$= 0.6 \times 20 = 12\,N$

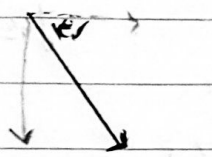
$12\vec{j} + 16\vec{i}$

Toji Danesh



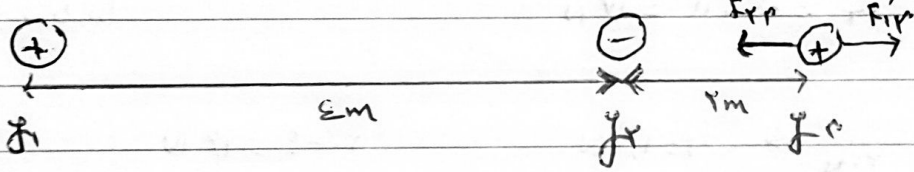
$\vec{F_T} = -16\vec{i} + 12\vec{j}$

$\vec{F_T} = -16\vec{i} - 12\vec{j}$



$\vec{F_T} = 16\vec{i} - 12\vec{j}$

مثال ۲۵) سه ذره با بارهای $q_1 = 2{,}5\mu C$ ، $q_2 = -1\mu C$ ، $q_3 = +4\mu C$ روی نقطه‌ها
A، B و C مطابق شکل روبرو ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3
را محاسبه کنید.



$$F_{23} = \frac{k|q_2||q_3|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 5\times10^{-6} \times 4\times10^{-6}}{4} = 9\times10^{-3}\ N$$

$$F_{13} = \frac{k|q_1||q_3|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 2{,}5\times10^{-6} \times 4\times10^{-6}}{16} = 2{,}5\times10^{-3}\ N$$

$$F_T = (9+2{,}5)\times10^{-3} = 6{,}5\times10^{-3}\ N$$

$\vec{F_{23}} = 9\times10^{-3}\ N$ ←

$\vec{F_{13}} = 2{,}5\times10^{-3}\ N$ →

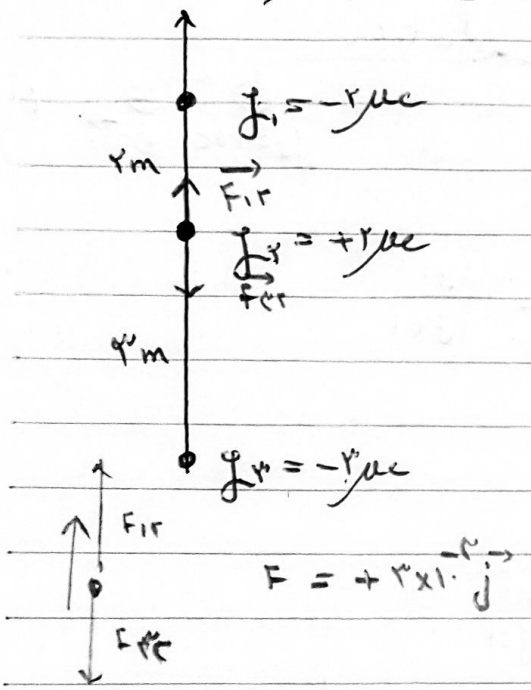
$\vec{F_T} = 6{,}5\times10^{-3}\ N$ ←

$$\vec{F_{13}} = 2{,}5\times10^{-3}\,\vec{j}$$

$$\vec{F_{23}} = -9\times10^{-3}\,\vec{i}$$

$$\vec{F_T} = -6{,}5\times10^{-3}\,\vec{i}$$

سوال ۳۶) سه ذره باردار روی محور y ها مطابق شکل روبرو قرار دارند برایند نیروهای وارد بر بار q_2 را (در SI) برحسب بردارهای یکه محاسبه کنید.



$$F_{12} = \frac{K|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6} \times 2\times10^{-6}}{4} = 9\times10^{-3}\,N$$

$$F_{2C} = \frac{K|q_C||q_2|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6} \times 2\times10^{-6}}{9} = 4\times10^{-3}\,N$$

$$\vec{F}_T = (9+4)\times10^{-3} = 13\times10^{-3}\,N$$

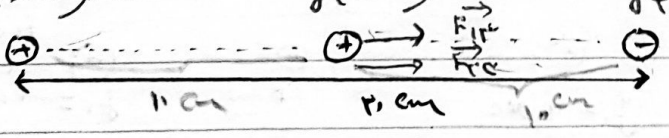
$$\vec{F} = +3\times10^{-3}\,\vec{j}$$

$$\vec{F}_{12} = 9\times10^{-3}\,\vec{j}$$

$$\vec{F}_{2C} = -4\times10^{-3}\,\vec{j}$$

$$\vec{F}_T = 13\times10^{-3}\,\vec{j}$$

سوال ۳۷) سه ذره با بارهای $q_1 = +4\mu C$ ، $q_2 = -2\mu C$ ، $q_3 = +1\mu C$ مطابق شکل روبرو ثابت شده‌اند نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 در وسط خط واصل دو بار قرار دارد را محاسبه کنید.



$$\vec{F}_{12} = \frac{K|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$\vec{F}_{12} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6} \times 1\times10^{-6}}{100\times10^{-4}} = 3{,}6\,N$$

$$\frac{1}{-}\ \frac{90\times4\times1}{100} = 0{,}72\,N$$

$$\vec{F}_{2C} = \frac{90\times2\times1}{100} = 0{,}4\,N$$

$$\vec{F}_T = 3{,}6\,N + 0{,}4\,N = 9\,N$$

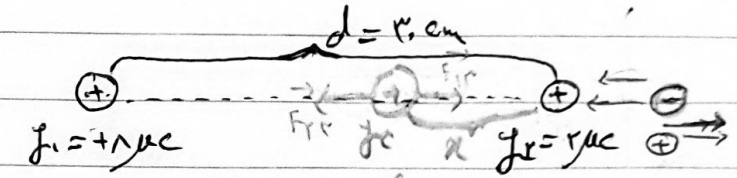
$$\vec{F}_{12} = 3{,}6\,\vec{i}$$

$$\vec{F}_{2C} = 0{,}4\,\vec{i}$$

$$\vec{F}_T = 9\,\vec{i}$$

سوال ۲۸) در کدام یک از شکل‌های زیر بار q_3 را در کجا قرار دهیم تا برایند نیروهای وارد بر آن صفر شود؟

۱)



$\vec{F_{13}} = \vec{F_{23}}$

$\frac{k|q_1||q_3|}{x^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{(d-x)^2}$ ← q_3 ها حذف شد

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

$\left(\frac{d-x}{x}\right)^2 = \frac{8}{2} = 4$ $\quad \frac{d-x}{x} = 2$ $\quad 30 - x = 2x$

$3x = 30$

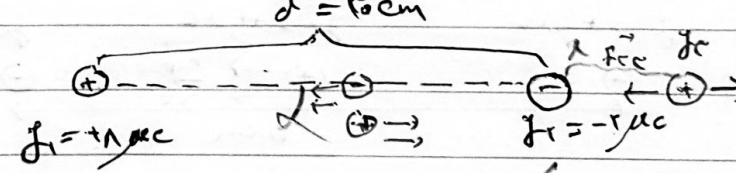
$x = 10$ cm

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

$\frac{d}{x} - 1 = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} \longrightarrow \frac{d}{x} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} + 1$

$x = \frac{d}{\sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} + 1}$ ← فاصله تا بار کوچیکتر

۲)



این نقطه نزدیک بار کوچیکتر انتخاب شده

$\vec{F_{23}} = \vec{F_{13}}$

$\frac{k|q_2||q_3|}{x^2} = \frac{k|q_1||q_3|}{(d+x)^2}$ $\quad \left(\frac{d+x}{x}\right)^2 = \frac{|q_1|}{|q_2|} = 4$

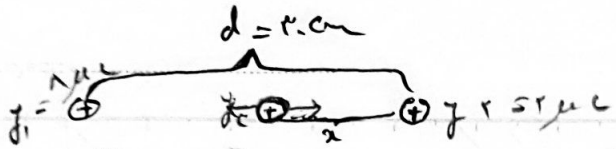
$\frac{d+x}{x} = 2$ $\quad 30 + x = 2x$ $\quad \Rightarrow x = 30$ cm

$\frac{d}{x} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} - 1$ $\quad \frac{d}{x} + 1 = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}}$ $\quad \frac{d+x}{x} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}}$

$x = \frac{d}{\sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} + 1}$

$x = \frac{d}{\sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} \pm 1}$ ← هم قابل قبول غیرفیزیکی

ادامه جلسه ۸ فیزیک



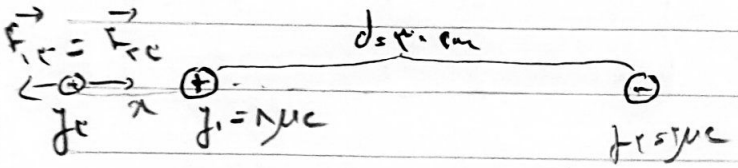
$F_{۲۱} = F_{۱۲}$

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

چون q_1 از q_2 بزرگ‌تر است پس حتماً $(d-x)^2$ نیز باید از x^2 بزرگ‌تر باشد

$$d-x > x \qquad d > ۲x \qquad \frac{d}{۲} > x$$

درست ۲ چرا نزدیک بار کوچک‌تر اتفاق می‌افتد



چون q_1 بزرگ‌تر است پس حتماً $(x)^2$ نیز باید بزرگ‌تر باشد

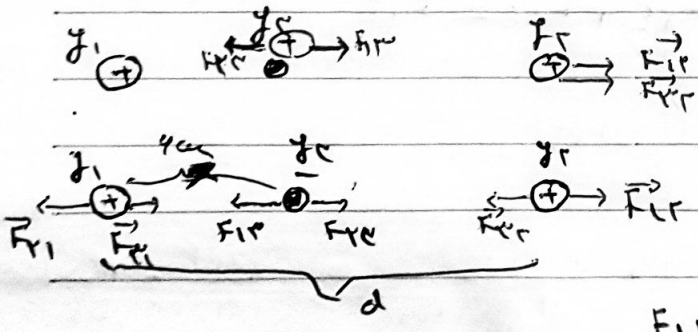
$\Rightarrow$ یعنی x می‌تواند از $d+x$ بزرگ‌تر باشد.

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

مثال ۱۴۹ در شکل زیر، اگر $q_1 = +۹\mu C$، $q_2 = +۴\mu C$ و q_3 متغیر باشد،

الف) علامت بار q_3 چه باشد تا هر سه بار در حال تعادل باشند؟

ب) مقادیر x و d چقدر باشند؟



$$F_{۱۳} = F_{۲۳}$$

$$\frac{K|q_1||q_3|}{x^2} = \frac{K|q_2||q_3|}{(d-۴)^2} \qquad \left(\frac{d-۴}{x}\right)^2 = \frac{۹}{۴} \Rightarrow \frac{d-۴}{x} = \frac{۳}{۲}$$

$$d-۴ = ۱۲ \qquad d = ۱۶\,cm$$

$$x = ۱۲\,cm$$

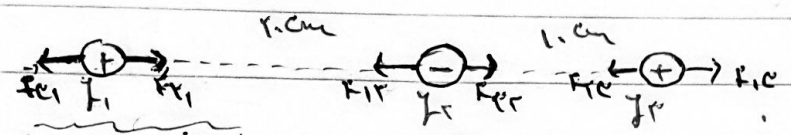
$$\frac{d}{x} = ۱+۲ \Rightarrow d = ۱۶\,cm$$

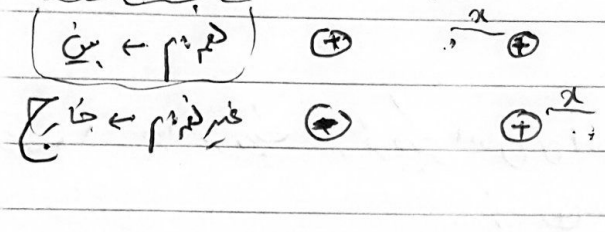
$$x = \frac{d}{۱+\sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}}}$$

← از بزرگتر

← از کوچکتر

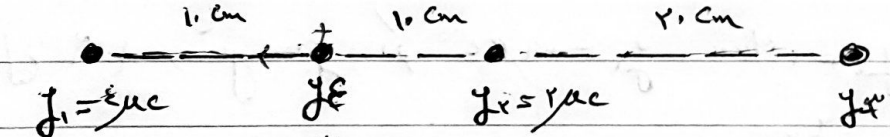
سوال ۱۴۱ در شکل مقابل، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای نقطه‌ای صفر است. نسبت $\frac{q_2}{q_3}$ را به دست آورید؟

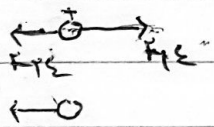




$$\frac{F_{31}}{F_{21}} = \frac{\frac{k|q_3||q_1|}{r_{31}^2}}{\frac{k|q_2||q_1|}{r_{21}^2}} \quad \frac{|q_3|}{|q_2|} = \frac{900}{400} = \frac{9}{4} \rightarrow \frac{q_3}{q_2} = -\frac{9}{4}$$

سوال ۱۴۱ در شکل مقابل برایند نیروهای الکتریکی وارد بر q_4 برابر صفر است. بار q_3 چند میکروکولن است؟



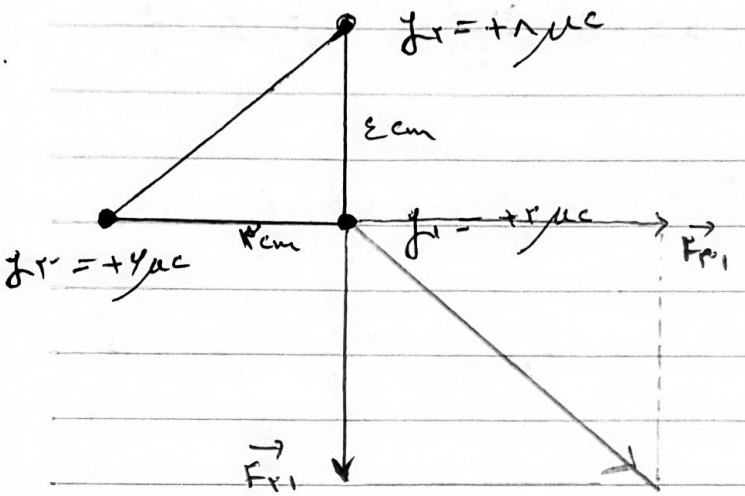


$$\vec{F}_{14} + \vec{F}_{34} = \vec{F}_{24}$$

$$\frac{k|q_3||q_4|}{0.1} + \frac{k|q_1||q_4|}{0.09} = \frac{k|q_2||q_4|}{0.1}$$

$$\frac{|q_3|}{0.1} + \frac{|q_1|}{0.09} = \frac{|q_2|}{0.1} \qquad \frac{|q_3|}{9} + 4 = 2 \qquad |q_3| = 18\mu C$$

سوال ۴۲) مطابق شکل سه ذرهٔ باردار در سه راس مثلث قائم الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. جهت و اندازهٔ میدان الکتریکی وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یکه محاسبه کنید. $K = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$



$$\vec{F}_{31} = \frac{K|q_3||q_1|}{r_{31}^2}\hat{j} = \frac{9\times10^9 \times 8\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{(4\times10^{-2})^2}\hat{j} = 135\hat{j}\ N$$

$$\vec{F}_{21} = \frac{K|q_2||q_1|}{r_{21}^2}(-\hat{i}) = \frac{9\times10^9 \times 6\times10^{-6}\times3\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2}(-\hat{i}) = -180\hat{i}\ N$$

$$\vec{F}_T = -180\hat{i} + 135\hat{j}\ N$$

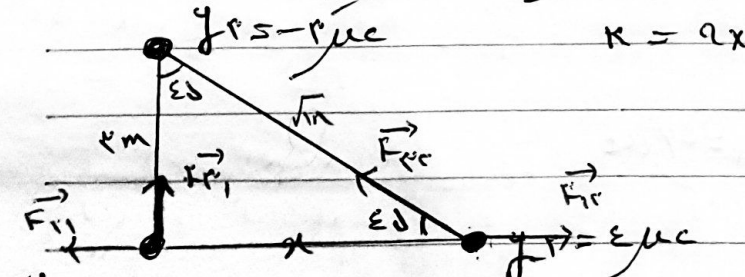
$$F_T = \sqrt{180^2 + 135^2} = 225\ N$$

سوال ۴۳) سه ذرهٔ باردار مطابق شکل زیر در سه راس مثلث قائم الزاویه‌ای ثابت شده‌اند.

الف) میدان الکتریکی وارد بر ذرهٔ واقع بر راس قائم را برحسب بردارهای یکه به دست آورید.

ب) میدان الکتریکی وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یکه به دست آورید.

$K = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ ، $\sqrt{2} = 1.4$



$$\vec{F}_{41} = \frac{K|q_4||q_1|}{r_{41}^2}\hat{j} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(4\times10^{-2})^2}\hat{j} = 4.5\times10^{-3}\hat{j}\ N$$

$$\vec{F}_{21} = \frac{K|q_2||q_1|}{r_{21}^2}(-\hat{i}) = \frac{9\times10^9 \times 6\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(3\times10^{-2})^2}(-\hat{i}) = -1.2\times10^{-2}\hat{i}\ N$$

$$\vec{F}_{31} = \frac{K|q_3||q_1|}{r_{31}^2}\hat{j} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(4\times10^{-2})^2}\hat{j} = 4.5\times10^{-3}\hat{j}\ N$$

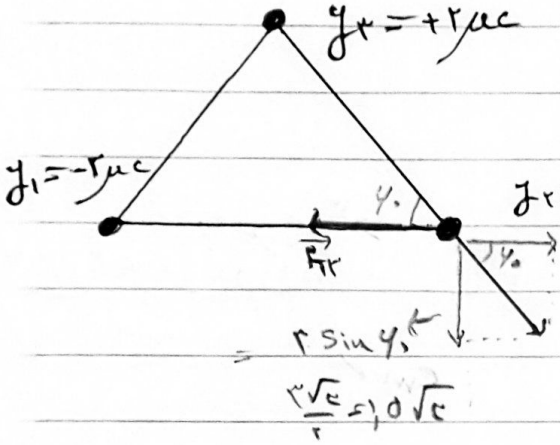
$$\vec{F}_T = -1.2\times10^{-2}\hat{i} + 9\times10^{-3}\hat{j}\ N$$

$$F_T = \sqrt{(1.2\times10^{-2})^2 + (9\times10^{-3})^2} = 1.5\times10^{-2}\ N$$

$$\tan\theta = \frac{9\times10^{-3}}{1.2\times10^{-2}} = \frac{3}{4} \Rightarrow \theta = 37°$$

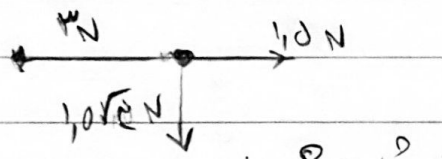
سوال ۴۴) سه ذره باردار در سه راس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع $2cm$ ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی برایند وارد بر بار q_2 را به تفکیک بردارهای یکه به دست آورید.

$K = 9\times10^9 \frac{N m^2}{C^2}$ ، $\cos\frac{\gamma_0}{2} = \frac{1}{2}$



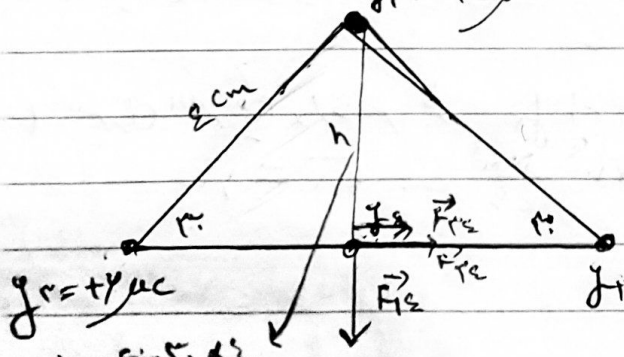
$\vec{F}_{12} = \frac{9\times2\times2}{4} = 18\ N$

$\vec{F}_{32} = \frac{9\times2\times1.4}{4} = 3\ N$



$\vec{F}_T = -1.0\,i - 1.0\sqrt{2}\,j$

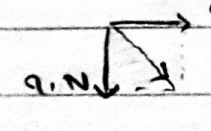
سوال ۴۵) سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در سه راس یک مثلث ثابت شده‌اند. نیروی وارد بر بار $q_4 = 1\mu C$ واقع در نقطه O، در وسط خط واصل دو بار q_1 و q_2 چند نیوتون است؟ این نیرو را به حسب بردارهای یکه بنویسید.



$\vec{F}_{14} = \frac{K|q_1||q_4|}{r_{14}^2} = \frac{9\times4\times1}{4} = 9N$

$\vec{F}_{24} = \frac{9\times2\times1}{(4\times\cos30^\circ)^2} = \frac{9\times4\times1}{(2\sqrt{3})^2} = 5N$

$\vec{F}_{34} = \frac{9\times4\times1}{(2\sqrt{3})^2} = 5N$

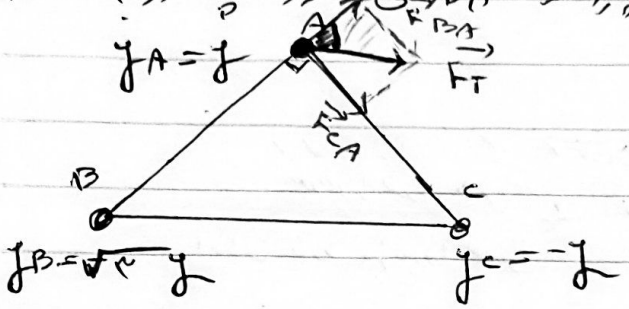


$\vec{F}_T = 90\,i - 90\,j$

F_T اندازه $= \sqrt{90^2 + 90^2} = \sqrt{2\times90^2} = 90\sqrt{2}\ N$

Tej Dawesh

سوال ۴۶) در شکل روبرو، مثلث ABC متساوی‌الساقین و قائم‌الزاویه است و بارها q_A، q_B، q_C به ترتیب q، $\sqrt{2}q$، $-q$ است. زاویه‌ای که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره‌خط BA می‌سازد چند درجه است؟



$$\vec{F}_{BA} = \frac{K \times q \times \sqrt{2}q}{a^2} = \frac{\sqrt{2}Kq^2}{a^2}$$

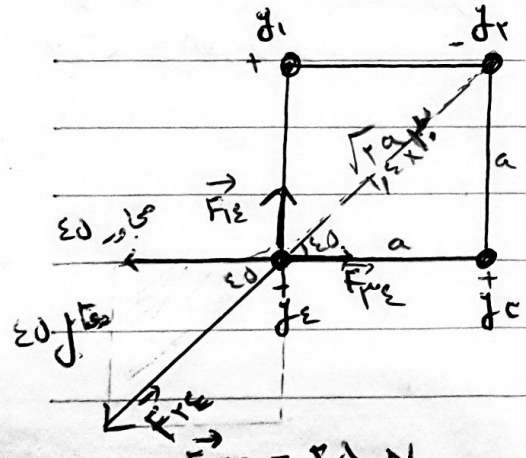
$$\vec{F}_{CA} = \frac{K q \cdot q}{a^2} = \frac{Kq^2}{a^2}$$

$$\tan\theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{\frac{Kq^2}{a^2}}{\sqrt{2}\frac{Kq^2}{a^2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \longrightarrow \theta = 30^\circ$$

حل ۱۰ تمرین

سوال ۴۷) چهار ذره باردار در چهار رأس مربعی به ضلع ۳۰ سانتی‌متر قرار دارند. برایند نیروهای وارد بر q_4 را به دست آورید. ($K = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ ، $\sqrt{2} = 1.4$)

$$q_1 = q_3 = 4\mu C \qquad q_2 = q_4 = -8\mu C$$



$$r = \sqrt{a^2+a^2} = \sqrt{2a^2}$$

$$r = \sqrt{2}a$$

$$\vec{F}_{14} = \frac{9\cdot\times4\times8}{9\cdot} = 3,2\,N$$

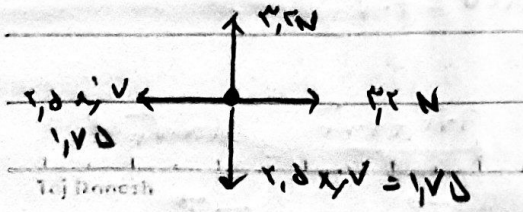
$$\vec{F}_{34} = \frac{9\cdot\times4\times8}{9\cdot} = 3,2\,N$$

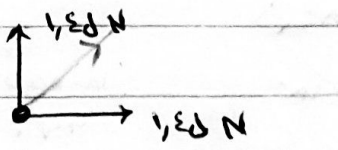
$$\vec{F}_{24} = \frac{9\cdot\times8\times8}{\frac{3}{2}\times9} = 2,5\,N$$

$$\vec{F}_{24} = 2,5\,N$$

$$\text{مجاور } 45^\circ = 2,5\times\cos45^\circ = 2,5\times0,7$$

$$\text{مقابل } 45^\circ = 2,5\times\sin45^\circ = 2,5\times0,7$$





$$\vec{F}_T = 1,75\vec{i} + 1,75\vec{j}$$

$$F_T = \sqrt{(1,75)^2+(1,75)^2} = 2,5\,N$$