

استادبانک



نمونه سوالات همراه با جواب و

گام به گام کتاب‌های درسی

به طور کامل رایگان در

اپلیکیشن استادبانک

به جمع ده‌ها هزار کاربر اپلیکیشن رایگان استادبانک پیوندید.

[لینک دریافت اپلیکیشن نمونه سوالات استادبانک \(کلیک کنید\)](#)

* برای مشاهده نمونه سوالات دانلود شده به صفحه بعد مراجعه کنید.

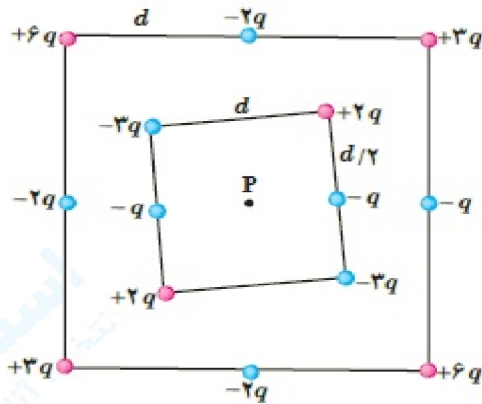
۱- بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده‌ایم. توضیح دهید چرا آب به جای این‌که به طور قائم فرو ریزد، خمیده می‌شود؟



« پاسخ »

وقتی دی‌الکتریکی قطبی مانند آب در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، مولکول‌های دو قطبی می‌کوشند در جهت میدان الکتریکی هم‌ردیف شوند، به طوری که سر منفی مولکول‌ها در جهت مقابل پیکانه‌ی خطوط میدان الکتریکی، و سر مثبت مولکول‌ها در همان جهت پیکانه‌ی خطوط میدان الکتریکی قرار گیرند. بنابراین وقتی آب در میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرد، مولکول‌های دو قطبی با میدان هم‌سو می‌شوند و مثلاً اگر بادکنک بار منفی پیدا کرده باشد، سر مثبت مولکول‌های دو قطبی در برابر آن قرار می‌گیرند. بادکنک منفی، سر مثبت هر مولکول را جذب و سر منفی همان مولکول را دفع می‌کند. با توجه به مقایسه‌ی فاصله‌ی سرهای مثبت و منفی هر مولکول تا بادکنک، نیروی جاذبه قوی‌تر از نیروی دافعه و این باعث جذب آن به طرف بادکنک می‌شود.

۲- شکل زیر دو آرایه‌ی مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطه P هم‌مرکزند، هم‌ردیف نیستند. ذره‌ها روی محیط مربع به فاصله‌ی d یا $d/2$ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی P چیست؟



« پاسخ »

از تقارن شکل واضح است که همگی میدان‌های حاصل از بارهای روی دو مربع هم‌دیگر را دوه‌دو خنثی می‌کند، به‌جز دو باری که در وسط دو ضلع سمت چپ و راست مربع بزرگ قرار دارند. در این صورت، میدان الکتریکی در نقطه‌ی P، برآیند میدان‌های حاصل از میدان این دو بار می‌شود. توجه کنید برای بررسی جهت میدان، باید بار آزمون (مثبت) را در نقطه‌ی P قرار دهیم. بار آزمون توسط هر دو بار جذب می‌شود، اما چون بار سمت چپ بزرگ‌تر است، جهت میدان برآیند به سوی آن است. بنابراین، خواهیم داشت:

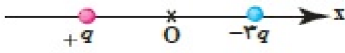
$$\vec{E}_P = k \frac{2q}{d^2} (-\vec{i}) + k \frac{q}{d^2} (\vec{i}) = \frac{kq}{d^2} (-\vec{i})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطه‌ی P برابر با $E_P = k \frac{q}{d^2}$ و جهت رو به سمت چپ است.

۳- شکل زیر، دو ذره باردار را نشان می‌دهد که در جای خود روی محور X ثابت شده‌اند. بارها در فاصله یکسان a از مبدأ مختصات (نقطه O) قرار دارند.

الف) در کجای این محور (غیر از بی‌نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برابری با صفر است؟

ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برابری در مبدأ مختصات را بیاید.



« پاسخ »

الف) وقتی دو بار ناهمنام باشند، خارج از دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر برابری میدان الکتریکی صفر است و فاصله نقطه O تا بار q از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{x}{a+x} = \sqrt{\frac{q}{3q}} \Rightarrow x = a + x = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow x = \frac{a}{\sqrt{3}-1}$$

$$E_q = K \frac{q}{\left(\frac{q}{2}\right)^2} \Rightarrow E = K \frac{3q}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} - \frac{Kq}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} = K \frac{2q}{a^2}$$

$$E_{3q} = K \frac{3q}{\left(\frac{a}{2}\right)^2}$$

ب) راستای میدان الکتریکی در جهت ۳q- (سمت راست می‌باشد).

۴- هسته اتم آهن شعاعی در حدود $m \cdot 10^{-15} \times 4/0$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است.

الف) بزرگی نیروی دافعه بین دو پروتون این هسته با فاصله $m \cdot 10^{-15} \times 4/0$ از هم قرار دارند چقدر است؟

ب) اندازه میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله $m \cdot 10^{-10} \times 1/0$ از مرکز هسته چقدر است؟

« پاسخ »

الف) بار هر پروتون، $q_p = e = 1/6 \times 10^{-19}$ است. بنابراین بزرگی نیروی الکتریکی بین دو پروتون برابر است با:

$$F_E = K \frac{q_p q_p}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{\left(1/6 \times 10^{-19}\right)^2}{\left(4 \times 10^{-15}\right)^2} = 1/44 \times 10 = 14/4 N$$

به دلیل همنام بودن بارها، نیرویی که بین دو بار وارد می‌شود، از نوع دافعه می‌باشد.

ب) میدان الکتریکی برای یک پروتون:

$$E = K \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{1/6 \times 10^{-19}}{\left(10 \times 10^{-10}\right)^2} = 144 \times 10^7$$

میدان الکتریکی برای ۲۶ پروتون:

$$E = 144 \times 10^7 \times 26 = 3744 \times 10^7$$



۵- در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $2/5g$ و بار یکسان مثبت q در فاصله $1/0\text{cm}$ از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.
الف) اندازه‌ی بار q را به دست آورید.
ب) تعداد الکترون‌های کنده شده از هر گوی چقدر است؟

« پاسخ »

$$m_1 = m_2 = 2/5gr = 2/5 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$r = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

الف) برای آنکه گوی بالا در تعادل باشد، باید وزنشان با نیروی رانشی الکتریکی گوی‌ها برابر شود. در این صورت خواهیم داشت:

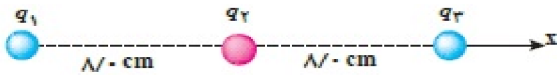
$$F = mg \Rightarrow k \frac{q^2}{r^2} = mg \Rightarrow q^2 = \frac{mgr^2}{k}$$

$$\Rightarrow q = r \sqrt{\frac{mg}{k}} = 10^{-2} \sqrt{\frac{2/5 \times 10^{-3} \times 10}{9 \times 10^9}} = 10^{-2} \sqrt{\frac{25 \times 10^{-12}}{9}} = \frac{5}{3} \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$= \frac{5}{3} \times 10^{-8} \times 10^6 = \frac{5}{3} \times 10^{-2} \mu\text{C}$$

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{\frac{5}{3} \times 10^{-8}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{5}{48} \times 10^{12} \approx 10^{11}$$

۶- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -4/0 \text{ nC}$ ، $q_2 = +5/0 \text{ nC}$ و $q_3 = -4/0 \text{ nC}$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هریک از بارهای q_2 و q_3 را محاسبه کنید.



« پاسخ »

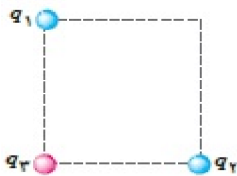
$$q_1 = q_3, r_1 = r_2$$

$$F_{32} = F_{12} = F = .$$

$$F_{13} = K \frac{q_1 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(-4 \times 10^{-9})(-4 \times 10^{-9})}{(16 \times 10^{-2})^2} = \frac{9}{16} \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F_{23} = K \frac{q_2 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(5 \times 10^{-9})(-4 \times 10^{-9})}{(11 \times 10^{-2})^2} = -\frac{45}{16} \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$F = F_{23} - F_{13} = \frac{45}{16} \times 10^{-5} - \frac{9}{16} \times 10^{-5} = \frac{36}{16} \times 10^{-5} = 2/25 \times 10^{-5} \text{ N}$$



۷- سه ذره‌ی باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع 3 m ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_2 = -5 \mu\text{C}$ و $q_3 = +0/2 \mu\text{C}$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_3 را برحسب بردارهای یکه‌ی \vec{i} و \vec{j} تعیین کنید.

« پاسخ »

$$F_{13} = F_{23} = K \frac{q_1 q_3}{a^2} = 9 \times 10^9 \frac{(-5 \times 10^{-6})(0/2 \times 10^{-6})}{(3 \times 10^{-2})^2} = -10 \text{ N}$$

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{23} + \vec{F}_{13} = 10 \vec{i} + 10 \vec{j}$$

۸- دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = 4 \cdot 10^{-9} \text{C}$ و $q_2 = -6 \cdot 10^{-9} \text{C}$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصله‌ی $r = 30 \text{cm}$ را از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم‌کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ربایشی؟

« پاسخ »

چون گوی‌ها به هم متصل شده‌اند:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \Rightarrow \begin{cases} q_1 = 6 \text{ nC} \\ q_2 = -6 \text{ nC} \end{cases}$$

$$4 + (-6) = q'_1 + q'_2 = 2q'_2$$

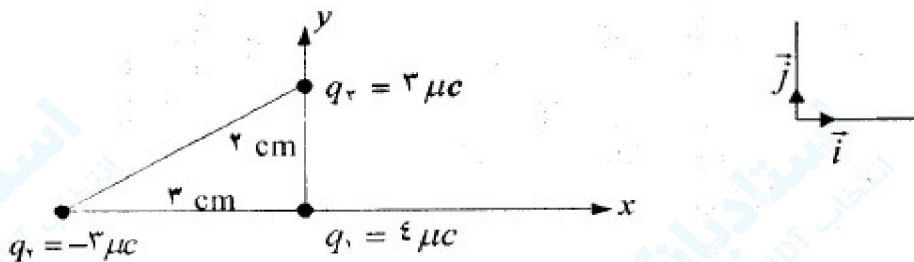
$$q'_1 = q'_2 = \frac{-2}{2} = -1 \text{ nC}$$

$$F = K \frac{q'_1 q'_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(-1 \times 10^{-9})(-1 \times 10^{-9})}{(3 \times 10^{-2})^2} = \frac{10^{-9}}{10^{-4}} = 10^{-5} \text{ (N)}$$

نیروی بین دو بار به دلیل هم‌نام بودن آنها رانشی است.

۹- مطابق شکل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یگانه \vec{i} و \vec{j} دستگاه مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید.

$$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$



« پاسخ »

$$F_{21} = K \frac{|q_1||q_2|}{r_{21}^2} \quad (0/25) \quad F_{21} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 3 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} \quad (0/5) \Rightarrow F_{21} = 120 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F_{31} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{31} = 270 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} \quad (0/25) \Rightarrow \vec{F}_T = 120 \vec{i} - 270 \vec{j} \quad (0/25)$$

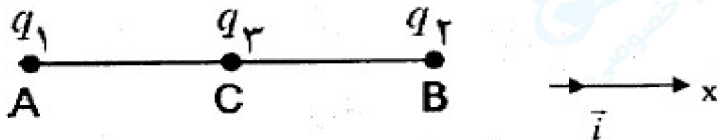
مشابه مثال ص ۷ کتاب

- ۱۰- در جمله‌های زیر کلمه‌های مناسب را از پرانتز انتخاب نمایید.
- (آ) موتور هواپیماهای ملخ‌دار از نوع ماشین‌های گرمایی (درون‌سوز - برون‌سوز) می‌باشد.
- (ب) در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی اتم (بر هم منطبق - جدا از هم) هستند.
- (پ) نیروهای الکتریکی که دو ذره باردار به یک‌دیگر وارد می‌کنند، (هم‌جهت - خلاف جهت یک‌دیگر) هستند.
- (ت) با ثابت نگه‌داشتن دما و طول یک سیم رسانای اهمی، اگر شعاع مقطع آن $\sqrt{2}$ برابر شود، مقاومتش (دو برابر - نصف) می‌شود.

« پاسخ »

- (آ) درون‌سوز (۰/۲۵) ص ۲۲
 (ب) جدا از هم (۰/۲۵) ص ۶۵
 (پ) خلاف جهت یک‌دیگر (۰/۲۵) ص ۳۷
 (ت) نصف (۰/۲۵) ص ۸۶

- ۱۱- مطابق شکل، سه ذره باردار q_1 ، q_2 و q_3 در نقطه‌های A، B و C ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 را برحسب بردار یکه دستگاه مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید.



$$K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2, \quad q_1 = q_2 = 2 \mu\text{C}, \quad q_3 = -4 \mu\text{C} \quad AC = CB = 30 \text{ cm}$$

« پاسخ »

$$F_{12} = K \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} \quad (0/25) \Rightarrow F_{12} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 2 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-2}} \quad (0/5) \Rightarrow F_{12} = 0/1 \text{ N} \quad (0/25)$$

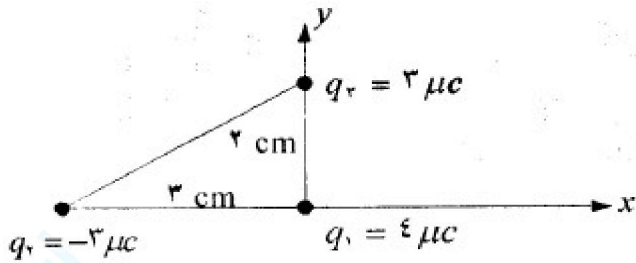
$$F_{32} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow F_{32} = 0/8 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} \quad (0/25) \quad \vec{F}_T = 0/1 \vec{i} - 0/8 \vec{i} \quad \vec{F}_T = -0/7 \vec{i} \quad (0/25)$$

مشابه تمرین‌های حل شده ص ۶

۱۲- مطابق شکل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یگانه \vec{i} و \vec{j} دستگاه مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید.

$$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$



« پاسخ »

$$F_{21} = K \frac{|q_1||q_2|}{r_{21}^2} \quad (0/25) \quad F_{21} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 3 \times 10^{-12}}{(9 \times 10^{-4})^2} \quad (0/5) \Rightarrow F_{21} = 120 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F_{31} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 7 \times 10^{-12}}{(4 \times 10^{-4})^2} \Rightarrow F_{31} = 270 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} \quad (0/25) \Rightarrow \vec{F}_T = 120 \vec{i} - 270 \vec{j} \quad (0/25)$$

مشابه مثال ص ۷ کتاب

۱۳- قانون کولن را بنویسید.

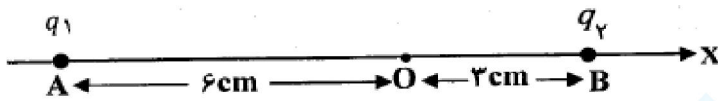
« پاسخ »

بزرگی نیروی الکتریکی ربایشی یا رانشی بین دو ذره با بارهای q_1 و q_2 که در فاصله r از یکدیگر قرار دارند، با حاصل ضرب اندازه ی بار دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله ی دو ذره از هم نسبت عکس دارد. (۰/۵)

۱۴- دو ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +4\mu\text{C}$ و $q_2 = +2\mu\text{C}$ در نقطه‌های A و B روی محور x مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند.

الف) میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ی O مبدأ مختصات را، (در SI) محاسبه کنید و آن را برحسب بردارهای یکه بنویسید.

ب) اگر در نقطه‌ی O ذره‌ای با بار الکتریکی، $-5\mu\text{C}$ قرار دهیم، نیروی الکتریکی وارد بر ذره را (در SI) برحسب بردارهای یکه محاسبه کنید.



$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

« پاسخ »

$$\text{الف) } E_1 = K \frac{q_1}{r_1^2} \quad \text{○/۲۵} \rightarrow E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} \quad \text{○/۲۵} \quad \vec{E}_1 = (-2 \times 10^7) \hat{i} \quad \text{○/۲۵}$$

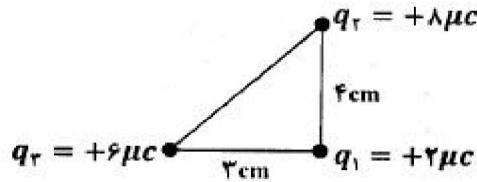
$$E_2 = K \frac{q_2}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} \quad \text{○/۲۵} \quad E_2 = (-2 \times 10^7) \hat{i} \quad \text{○/۲۵}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (10^7) \hat{i} = (-10^7) \hat{i} \quad \text{○/۲۵}$$

$$\text{ب) } \vec{F}_O = q\vec{E}_T \quad \text{○/۲۵} \quad \vec{F}_O = -5 \times 10^{-6} \times (-10^7) \hat{i} = (50) \hat{i} \quad \text{○/۲۵}$$

۱۵- مطابق شکل، سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 را برحسب بردارهای یک‌محاسبه کنید.

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$



« پاسخ »

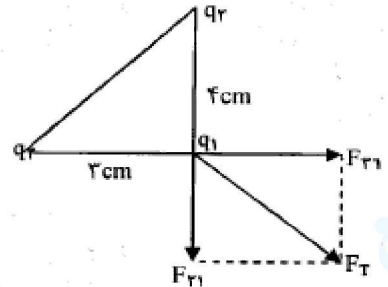
$$F_{31} = K \frac{q_3 q_1}{r_{31}^2} \rightarrow 9 \times 10^9 \times 6 \times \frac{10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$\rightarrow \vec{F}_{31} = (120 \text{ N}) \hat{i}$$

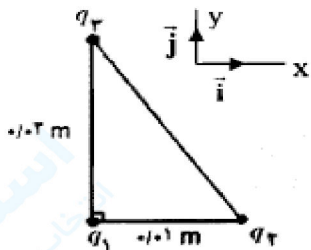
$$F_{21} = K \frac{q_2 q_1}{r_{21}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2}$$

$$\rightarrow \vec{F}_{21} = (-90 \text{ N}) \hat{j}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{21} = (120 \text{ N}) \hat{i} - (90 \text{ N}) \hat{j}$$



(به رسم شکل بارم تعلق نمی‌گیرد.)



۱۶- مطابق شکل سه ذره باردار، در سه رأس مثلث قائم الزاویه‌ای قرار دارند. الف) نیروی الکتریکی وارد بر q_1 را برحسب بردارهای یک‌محاسبه کنید. مختصات نشان داده شده در شکل بنویسید. ب) بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر q_1 را تعیین کنید.

$$K = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}, \quad q_1 = 4 \mu\text{C}, \quad q_2 = -1 \mu\text{C}, \quad q_3 = 4 \mu\text{C}$$

« پاسخ »

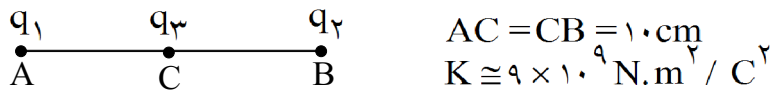
$$\text{الف) } F_{31} = K \left| \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} \right| \Rightarrow F_{31} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 4 \times 10^{-12}}{4 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{31} = 360 \text{ N}$$

$$F_{21} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 4 \times 10^{-12}}{1 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{21} = 360 \text{ N}$$

$$\vec{F}_T = F_x (\hat{i}) + F_y (\hat{j}) \Rightarrow \vec{F}_T = 360 \hat{i} - 360 \hat{j}$$

$$\text{ب) } F_T = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \Rightarrow F_T = 360 \sqrt{2} \text{ N}$$

۱۷- در شکل زیر، سه ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +4\mu\text{C}$ ، $q_2 = +9\mu\text{C}$ ، $q_3 = +1\mu\text{C}$ در نقطه‌های A و B و C ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید.



« پاسخ »

$$F_{13} = K \frac{q_1 q_2}{r_{13}^2} \Rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 1 \times 10^{-12}}{100 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{13} = 3/6 \text{ N}$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 1 \times 10^{-12}}{100 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{23} = 8/1 \text{ N}$$

$$F_T = |F_{23} - F_{13}| = 8/1 - 3/6 \Rightarrow F_T = 4/5 \text{ N}$$

۱۸- دو ذره با بارهای $q_1 = 5q_2$ در فاصله‌ی ۳ سانتی‌متر از یکدیگر ثابت شده‌اند. اندازه‌ی نیرویی که دو ذره به

یکدیگر وارد می‌کنند، 50 N است. اندازه‌ی q_1 و q_2 را حساب کنید.

« پاسخ »

$$F = \frac{Kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow 50 = \frac{9 \times 10^9 \times 5q_1^2}{9 \times 10^{-4}}$$

$$q_1 = 10^{-6} \text{ C} \quad q_2 = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

۱۹- دو ذره با بارهای $q_1 = 2\mu\text{C}$ ، $q_2 = 5\mu\text{C}$ در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از یکدیگر ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی که

دو ذره به یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$

« پاسخ »

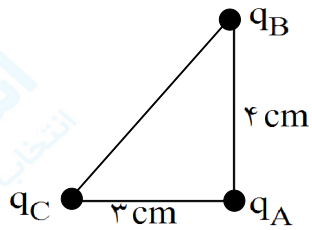
$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow F = 1 \text{ N}$$

۲۰- در جمله‌ی زیر، جای خالی را با عبارتهای مناسب کامل کنید.
هرگاه فاصله‌ی دوبار نقطه‌ای از یکدیگر دو برابر شود، بزرگی نیروی کولنی نیروی اولیه می‌شود.

« پاسخ »

$$\frac{1}{4}$$



۲۱- در شکل مقابل، بزرگی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A را حساب کنید و جهت نیروی برآیند را با رسم شکل تعیین کنید.

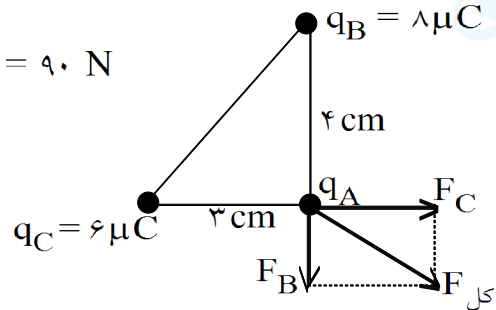
$$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \text{ و } q_A = 2 \mu C \text{ و } q_B = 8 \mu C \text{ و } q_C = 6 \mu C \right)$$

« پاسخ »

$$F_B = \frac{k q_B q_A}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{16 \times 10^{-4}} = 9 \times 10^1 = 90 \text{ N}$$

$$F_C = \frac{k q_C q_A}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 120 \text{ N}$$

$$F = \sqrt{F_B^2 + F_C^2} = \sqrt{90^2 + 120^2} = 150 \text{ N}$$



۲۲- بار نقطه‌ای $q' = 5 \mu C$ را در نقطه‌ی O قرار می‌دهیم. بزرگی نیروی وارد بر آن چند نیوتن است؟

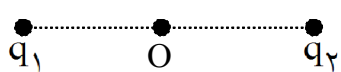
« پاسخ »

$$F = Eq \Rightarrow F = 3 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-6} \Rightarrow F = 15 \text{ N}$$

$$\left(K = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right) \text{ بزرگی میدان الکتریکی برآیند را در نقطه‌ی O محاسبه کنید.}$$

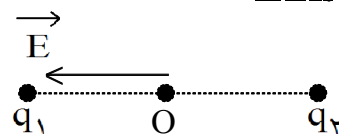
« پاسخ »

$$E = E_1 + E_2 = K \frac{q_1}{r_1^2} + K \frac{q_2}{r_2^2} \Rightarrow E = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6}}{(0.3)^2} (10 + 20) = 3 \times 10^6 \frac{N}{C}$$



مانند شکل، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -10\mu\text{C}$ و $q_2 = 20\mu\text{C}$ در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متر از هم قرار دارند. به ۳ سؤال بعدی پاسخ دهید.
 ۲۴- جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه‌ی O (وسط خط واصل دو بار) نشان دهید.

« پاسخ »



۲۵- دو بار الکتریکی نقطه‌ای و مساوی، در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند و نیروی ۰/۴ نیوتن را بر هم وارد

می‌کنند. اندازه‌ی بار هر کدام چند میکروکولن است؟ $\left(K = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2} \right)$

« پاسخ »

$$q_1 = q = ?$$

$$q_2 = q = ?$$

$$r = 0.3 \text{ متر}$$

$$F = 0.4 \text{ N}$$

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

$$0.4 = 9 \times 10^9 \times \frac{q^2}{(0.3)^2}$$

$$\sqrt{\frac{0.4 \times 0.3^2}{9 \times 10^9}} = q \Rightarrow q = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-10} \times (0.3)^2}{9}}$$

$$q = \frac{2 \times 10^{-5} \times 0.3}{3} \Rightarrow q = 2 \times 10^{-6} \text{ C} = 2\mu\text{C}$$

۲۶- در عبارت زیر جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید.
 نیروهای الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار با فاصله‌ی آنها از یکدیگر، نسبت دارد.

« پاسخ »

مجذور (مربع) - عکس

۲۷- جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید:
 اگر بارهای الکتریکی دو جسم نابرابر باشند، نیروی الکتریکی وارد شده بر هر یک از جسم‌ها، می‌باشد.

« پاسخ »

هم‌اندازه

۲۸- جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید:

نیروی الکتریکی بین دو بار، با حاصل ضرب نسبت دارد.

« پاسخ »

اندازه‌ی بار آن‌ها - مستقیم

۲۹- نیروی الکتریکی بین دو ذره‌ی باردار $+0.4\mu\text{C}$ و $-0.8\mu\text{C}$ برابر 0.2N است. فاصله‌ی میان دو بار را حساب کنید.

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$

« پاسخ »

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

$$r = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 0.4 \times 10^{-6} \times 0.8 \times 10^{-6}}{0.2}} = \sqrt{9 \times 0.16 \times 10^{-2}} = 0.12\text{m} = 12\text{cm}$$

۳۰- دو بار الکتریکی $q_1 = 4\mu\text{C}$ و $q_2 = -16\mu\text{C}$ در فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند. نوع و اندازه‌ی

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$

نیروی که هر کدام از این بارها بر دیگری وارد می‌کند، مشخص کنید.

« پاسخ »

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times (16) \times 10^{-6}}{10^{-2}}$$

$$F = 57.6\text{N} \quad \text{ربایشی}$$

برای محاسبه‌ی کمیت‌های برداری نیروی الکتریکی علامت منفی بار را در رابطه قرار نمی‌دهیم و هنگام رسم با توجه به نوع بار جهت بردار نیروی الکتریکی و بردار میدان الکتریکی را مشخص می‌کنیم.

۳۱- جای خالی را با کلمه‌ی مناسب پر کنید.

اگر بارهای الکتریکی دو جسم باشد، نیروی بین دو جسم، رانشی و اگر بارهای الکتریکی دو جسم، باشند، نیروی بین دو جسم ربایشی خواهد بود.

« پاسخ »

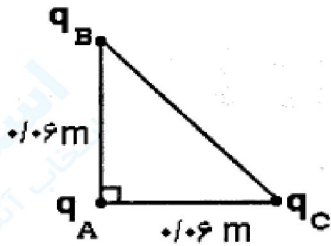
هم‌نام - غیرهم‌نام

۳۲- نیرویی که بارهای الکتریکی هم نوع بر یکدیگر وارد می کنند و نیرویی که بارهای الکتریکی غیرهم نوع بر یکدیگر وارد می کنند است.

« پاسخ »

رانش، ربایش

۳۳- مطابق شکل زیر، سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم الزاویه ABC ثابت شده اند. اندازهی نیروی الکتریکی وارد بر ذره q_A چند نیوتون است؟



$$q_A = 4\mu C \quad q_B = q_C = +3\mu C$$

$$AB = AC = 0.3\text{ m}$$

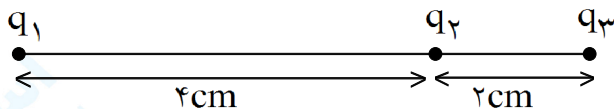
$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

« پاسخ »

$$F_{AB} = K \frac{q_A q_B}{r^2} \quad F_{AB} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 3 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(0.3)^2} \quad F_{AB} = 30\text{ N}$$

$$F_{CA} = F_{AB} = 30\text{ N} \quad F_T = \sqrt{(F_{AB})^2 + (F_{CA})^2}$$

$$F_T = \sqrt{(30)^2 + (30)^2} \quad F_T = 30\sqrt{2}\text{ N}$$



۳۴- در شکل روبه‌رو:

بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر ذره باردار q_3 چند نیوتون است؟

$$q_1 = 4\mu C, \quad q_2 = q_3 = -2\mu C, \quad K \cong 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

« پاسخ »

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

$$F_{13} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{3^2 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{13} = 20\text{ N}$$

$$F_{23} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{23} = 90\text{ N}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} \quad F_T = 90 - 20 \Rightarrow F_T = 70\text{ N}$$

۳۵- درستی یا نادرستی جمله‌ی زیر را با حرف (د) یا (ن) مشخص کنید:
نیروهای الکتریکی که دو ذره‌ی باردار به یکدیگر وارد می‌کنند، هم اندازه و هم جهت هستند.

« پاسخ »

نادرست (۰/۲۵)

۳۶- قانون کولن را بنویسید.

« پاسخ »

نیروی الکتریکی ربایشی یا رانشی بین دو ذره‌ی باردار q_1 و q_2 که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، با حاصلضرب بار دو ذره نسبت مستقیم (۰/۲۵) و با مربع فاصله‌ی دو ذره از یکدیگر نسبت وارون دارد. (۰/۲۵)

۳۷- قانون کولن را بنویسید.

« پاسخ »

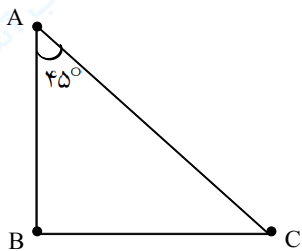
نیروی ربایشی یا رانشی بین دو ذره‌ی باردار که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند با حاصل ضرب بار دو ذره رابطه‌ی مستقیم و با مجذور فاصله‌ی دو ذره نسبت وارون دارد. (۰/۵)

۳۸- اگر اندازه‌ی یکی از دو ذره‌ی بارداری که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار گرفته‌اند نصف شود، نیروی الکتریکی بین آنها می‌شود.

« پاسخ »

$\frac{1}{4}$ برابر یا نصف (۰/۲۵)

۳۹- سه ذره‌ی باردار مطابق شکل روبه‌رو در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه ثابت شده‌اند. بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر بار q_B را محاسبه کنید.



$$AB=BC=2\text{cm}, \quad q_A=q_B=q_C=2\mu\text{C}$$

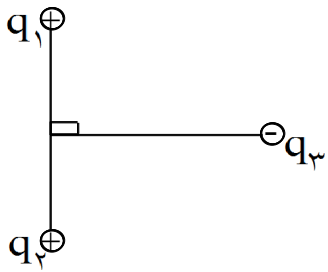
$$K=9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

« پاسخ »

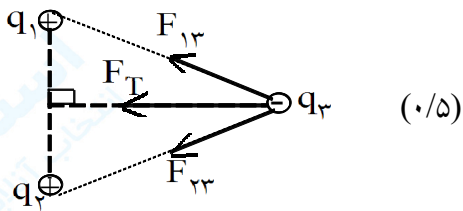
$$F_{AB} = K \frac{q_A q_B}{AB^2} \quad (۰/۲۵) \quad F_{AB} = F_{CB} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-4}} \quad (۰/۵)$$

$$F_{AB} = F_{CB} = 90 \text{ (N)} \quad (۰/۲۵) \quad F_B = \sqrt{90^2 + 90^2} = 90\sqrt{2} \text{ (N)} \quad (۰/۵)$$

۴۰- مطابق شکل روبه‌رو بار نقطه‌ای q_3 روی عمود منصف خط واصل دو ذره‌ی باردار مساوی q_1 و q_2 قرار دارد. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر q_3 را رسم کنید.

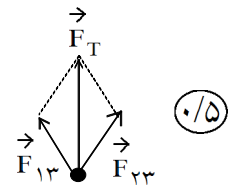


« پاسخ »

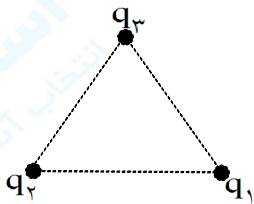


۴۱- جهت نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3 را با رسم شکل نشان دهید.

« پاسخ »



سه ذره‌ی باردار مطابق شکل در سه رأس مثلث متساوی‌الاضلاعی به ضلع ۶ سانتی‌متر ثابت شده‌اند.



$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \quad q_3 = 0.4 \mu\text{C} \quad q_1 = q_2 = 2 \mu\text{C}$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2} \quad \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

۴۲- نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3 چند نیوتن است؟

« پاسخ »

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (0/25) \rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 0.4 \times 10^{-12}}{(6 \times 10^{-2})^2} \quad (0/5) \Rightarrow F_{13} = 2 \text{ N} \quad (0/25)$$

$$F_{13} = F_{23} = 2 \text{ N} \quad (0/25)$$

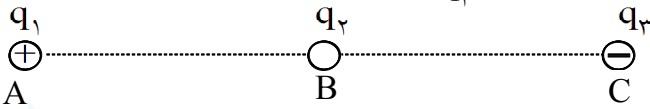
$$F_T = 2F \cos \frac{\alpha}{2} \quad (0/25) \rightarrow F_T = 2 \times 2 \cos 30^\circ \Rightarrow F_T = 2\sqrt{3} \text{ N} \quad (0/25)$$

۴۳- مقادیر $|q_1|$ و $|q_2|$ را مقایسه کنید.

« پاسخ »

$$\textcircled{0/25} |q_1| > |q_2|$$

دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 مطابق شکل در نقطه‌های A و B ثابت شده‌اند، و q_3 در نقطه‌ی C در راستای AB، در حال تعادل است.



۴۴- نوع بار q_3 مثبت است یا منفی؟

« پاسخ »

منفی $\textcircled{0/25}$

۴۵- جمله‌ی زیر را کامل کنید.

نیرویی که بارهای الکتریکی هم‌نوع بر یک‌دیگر وارد می‌کنند و نیرویی که بارهای الکتریکی غیرهم‌نوع بر یک‌دیگر وارد می‌کنند است.

« پاسخ »

رانشی - ربایشی

۴۶- از داخل پرانتز عبارت درست را انتخاب نمایید.

نیرویی که دو بار الکتریکی بر هم وارد می‌کنند، با (فاصله‌ی ، مربع فاصله‌ی) بارها از یک‌دیگر نسبت وارون دارد.

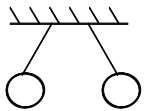
« پاسخ »

مربع فاصله‌ی $\textcircled{0/25}$

۴۷- یک آزمایش طراحی کنید که بر هم کنش بارهای الکتریکی هم‌نام را نشان دهد.

« پاسخ »

طراحی و توضیح آزمایش $\textcircled{0/5}$



دو کره‌ی رسانا را با نخ طوری می‌بندیم که در تماس باشند. آن‌ها را به روش تماس باردار می‌کنیم، چون بار دو کره هم‌نام می‌شوند، دافعه‌ی بین آن‌ها سبب دور شدن آن‌ها از هم می‌شود.

۴۸- معین کنید هر یک از عبارتهای موجود در جدول سمت راست، به کدام تعریف در جدول سمت چپ مربوط می‌باشند:

نیروی محرکه‌ی القایی	۱
شدت میدان الکتریکی	۲
خودالقایی	۳
یکای ضریب گذردهی الکتریکی خلا (ϵ_0)	۴
القاگر	۵
یکای ضریب قانون کولن (k)	۶

الف	ولت بر متر (V/m) یا نیوتن بر کولن (N/C)
ب	کولن به توان دو تقسیم بر نیوتن متر مربع (C^2/Nm^2)
پ	تغییر میدان مغناطیسی عبوری از پیچه ایجاد می‌کند
ت	تغییر جریان عبوری از سیموله ایجاد می‌کند

« پاسخ »

الف) شدت میدان الکتریکی $E = \frac{F}{q} = \frac{\Delta V}{d}$ (۰/۲۵)
 ب) یکای ضریب گذردهی الکتریکی خلا (ϵ_0) (۰/۲۵)
 پ) نیروی محرکه‌ی القایی (۰/۲۵)
 ت) خود القایی (۰/۲۵)

۴۹- جمله زیر را کامل کنید.

اگر فاصله‌ی دو بار نقطه‌ای از یکدیگر نصف شود، نیروی الکتریکی بین دو بار برابر می‌شود.

« پاسخ »

چهار (۰/۲۵)

۵۰- جمله زیر را کامل کنید.

نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار با حاصل ضرب اندازه‌ی بار الکتریکی دو ذره نسبت دارد.

« پاسخ »

مستقیم (۰/۲۵)

۵۱- جمله زیر را کامل کنید.

نیروی الکتریکی که دو ذره‌ی باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند و در جهت مخالف یکدیگرند.

« پاسخ »

هم اندازه (۰/۲۵)

۵۲- جمله زیر را کامل کنید.

نیرویی که دو جسم باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند نام دارد.

« پاسخ »

نیروی الکتریکی (۰/۲۵)



لوله ی شیشه ای قائم

۵۳- مانند شکل، دو گلوله با بارهای هم نام و مساوی هر کدام به جرم ۱۰ گرم را در یک لوله شیشه ای قائم با بدنه ی نارسانا و بدون اصطکاک رها می کنیم. در حالت تعادل گلوله ها در فاصله ی ۴۰ سانتی متری از هم قرار می گیرند. بار الکتریکی هر گلوله را محاسبه کنید.

$$\left(g = ۱۰ \frac{N}{kg} , K = ۹ \times ۱۰^9 \frac{N.m^2}{C^2} \right)$$

« پاسخ »

$$F = K \frac{Q^2}{r^2} \quad mg = K \frac{Q^2}{r^2}$$

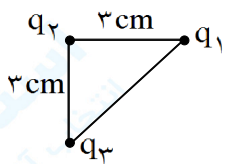
$$۰/۱ = ۹ \times ۱۰^9 \times \frac{Q^2}{۱۶ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow Q^2 = \frac{۱۶}{۹} \times ۱۰^{-۱۲} \Rightarrow Q = \frac{۴}{۳} \times ۱۰^{-۶} C$$

۵۴- قانون کولن را تعریف کنید.

« پاسخ »

نیروی ربایشی یا رانشی بین دو ذره ی باردار، با حاصل ضرب مقدار بار آن ها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله ی آن ها نسبت معکوس دارد.

۵۵- اندازه و جهت برآیند نیروهای وارد بر بار الکتریکی q_3 را در شکل مقابل تعیین کنید؟



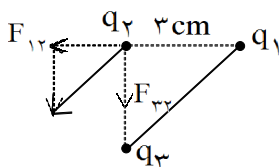
$$q_1 = q_2 = +10^{-6} C, q_3 = -10^{-6} C$$

$$\left(K = ۹ \times ۱۰^9 \frac{N.m^2}{C^2} \right)$$

« پاسخ »

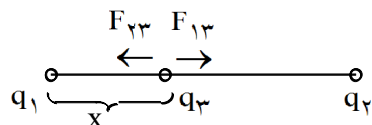
$$F = k \frac{qq'}{r^2} \Rightarrow F_{12} = F_{32} = ۹ \times ۱۰^9 \times \frac{۱۰^{-۶} \times ۱۰^{-۶}}{(۳ \times ۱۰^{-۲})^2} = ۱۰ N$$

$$F = \sqrt{|F_{12}|^2 + |F_{32}|^2} = \sqrt{2} |F_{12}| = \sqrt{2} \times ۱۰ N$$



۵۶- دو بار الکتریکی $q_1 = 2\mu\text{C}$, $q_2 = 8\mu\text{C}$ به فاصله‌ی 3cm از یکدیگر قرار دارند. بار الکتریکی $q_3 = 1\mu\text{C}$ را در چه فاصله‌ای از بار q_1 قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن از طرف بارهای q_1 و q_2 ، صفر شود؟ (شکل رسم کنید.)

« پاسخ »



$$\vec{F}_{13} = -\vec{F}_{23} \Rightarrow F_{13} = F_{23}$$

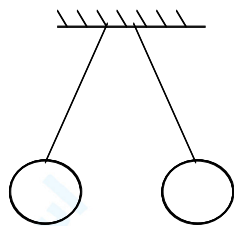
$$\frac{Kq_2q_3}{r_{23}^2} = \frac{Kq_1q_3}{r_{13}^2}$$

$$\frac{8 \times 10^{-6}}{(0.03 - x)^2} = \frac{2 \times 10^{-6}}{x^2} \Rightarrow x = 0.01\text{m} \text{ یا } 1\text{cm}$$

۵۷- آزمایشی طراحی کنید که بتوان به وسیله‌ی آن نیروی جاذبه‌ی کولنی را تجربه کرد.

« پاسخ »

دو کره‌ی رسانا را با نخ طوری می‌بندیم که در تماس باشند. آن‌ها را به روش تماس باردار می‌کنیم. بار دو کره هم‌نام شده دافعه‌ی بین آن‌ها سبب دور شدن آن‌ها از هم می‌شود.

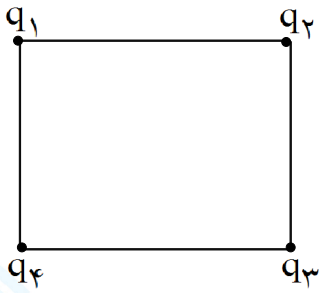


۵۸- جای خای جمله زیر را با کلمه مناسب کامل کنید.
نیروی کولنی میان دو بار الکتریکی رانشی است.

« پاسخ »

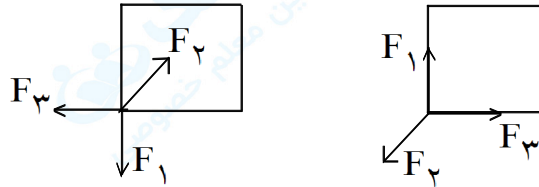
هم‌نام

۵۹- چهار بار الکتریکی q_1 و q_2 و q_3 و q_4 مطابق شکل زیر در چهار راس مربعی قرار دارند. q_1 و q_3 هم نام و q_2 و q_4 مخالف با بار q_1 هستند. چه رابطه‌ای بین اندازه‌ی بارها برقرار باشد تا برآیند نیروهای وارد بر بار q_4 صفر باشد؟



« پاسخ »

با توجه به نوع بار q_4 به صورت یکی از دو حالت موجود در شکل زیر به بار q_4 نیرو وارد می‌شود.



نیروهای F_1 و F_3 بر هم عمود هستند و برآیند آن باید در خلاف جهت F_2 و هم‌اندازه با آن باشد. می‌دانیم F_2 در راستای قطر مربع است و در نتیجه در راستای نیم‌ساز F_1 و F_3 قرار دارد. بنابراین F_1 و F_3 باید هم‌اندازه باشند تا برآیند آن‌ها بتواند در راستای F_2 و خلاف جهت آن قرار بگیرد.

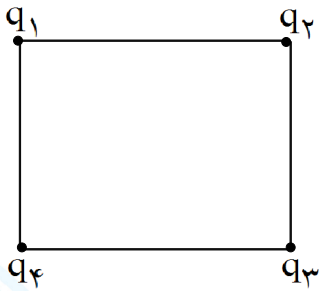
$$F_1 = F_3 \Rightarrow \frac{k|q_1 q_4|}{a^2} = \frac{k|q_3 q_4|}{a^2} \Rightarrow |q_1| = |q_3| \Rightarrow q_1 = q_3$$

$$F_2^2 = F_1^2 + F_3^2 \Rightarrow F_2^2 = F_1^2 + F_1^2 = 2F_1^2$$

$$\Rightarrow F_2 = \sqrt{2} F_1 \Rightarrow K \frac{|q_2 q_4|}{(\sqrt{2}a)^2} = \sqrt{2} K \frac{|q_1 q_4|}{a^2}$$

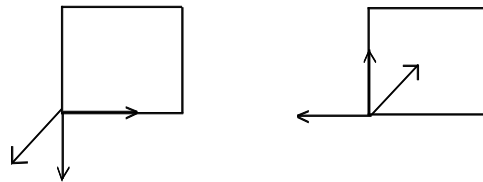
$$\Rightarrow |q_2| = 2\sqrt{2} |q_1| \Rightarrow q_2 = -2\sqrt{2} q_1 = -2\sqrt{2} q_3$$

۶۰- چهار بار الکتریکی q_1 و q_2 و q_3 و q_4 مطابق شکل زیر در چهار راس مربعی قرار دارند. علامت بارها چگونه باشد تا برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 بتواند صفر باشد؟

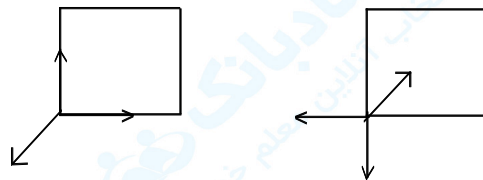


« پاسخ »

اگر در هر شرایطی بار q_4 قرینه شود برابند نیروهای وارد بر آن نیز قرینه می شود یعنی علامت بار q_4 نمی تواند نقشی در صفر شدن یا صفر نشدن برابند نیروهای وارد بر آن داشته باشد. بدیهی است که اگر هر سه بار q_1 و q_2 و q_3 هم علامت باشند، یا هر سه بار q_4 را جذب می کنند و یا هر سه بار q_4 را دفع می کنند. بنابراین برابند نیروهای وارد بر بار q_4 نمی تواند صفر شود. اگر q_1 و q_2 هم نام و مخالف با q_3 باشند، به صورت یکی از دو حالت موجود در شکل زیر به بار q_4 نیرو وارد می کنند و در نتیجه برابند نیروهای وارد بر q_4 نمی تواند صفر شود.

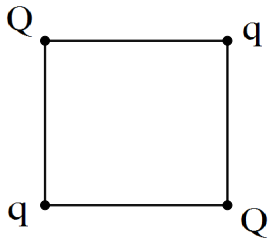


اگر q_3 و q_2 هم نام و مخالف با q_1 باشند، شرایط قسمت قبل تکرار می شود. تنها در صورتی که q_1 و q_3 هم نام و مخالف با q_2 باشند، مطابق شکل های زیر به بار q_4 نیرو وارد می کنند و برابند نیروهای وارد بر بار q_4 می تواند صفر باشد.



بنابراین q_1 و q_3 باید هم نام و مخالف با q_2 باشند و علامت q_4 نقشی ندارد.

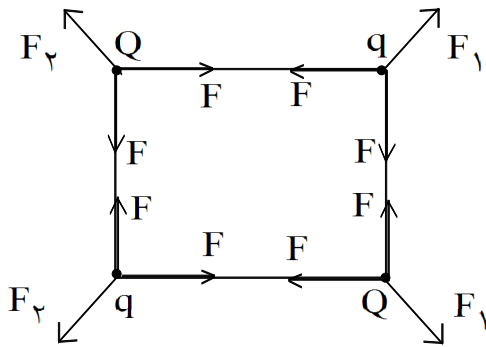
۶۱- مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی Q و دو بار الکتریکی q در چهار راس مربعی قرار دارند. چه رابطه‌ای بین بارها برقرار باشد تا براینده نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q برابر صفر باشد؟



« پاسخ »

بدیهی است در صورت هم‌نام بودن بارهای Q و q این کار امکان‌پذیر نیست. بنابراین بارهای Q و q باید ناهم‌نام باشند و در این صورت مطابق شکل زیر به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند.

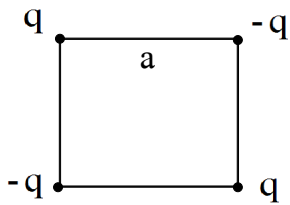
برای این‌که براینده نیروهای وارد بر هر بار q صفر باشد باید دو نیروی عمود برهم F که هم‌اندازه با $\sqrt{2}F$ می‌شود و در خلاف جهت F_1 قرار دارد با F_1 هم‌اندازه شود.



$$F_1 = \sqrt{2} F \Rightarrow k \frac{|q|q|}{(\sqrt{2}a)^2} = \sqrt{2} \frac{k|q|Q|}{a^2} \Rightarrow k \frac{q^2}{2a^2} = \sqrt{2} \frac{k|q|Q|}{a^2}$$

$$\Rightarrow \left| \frac{q}{Q} \right| = 2\sqrt{2} \Rightarrow \frac{q}{Q} = -2\sqrt{2}$$

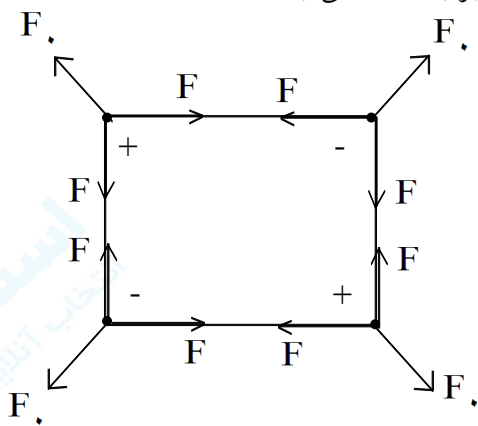
۶۲- در شکل زیر چهار بار الکتریکی $+q$ ، $-q$ ، $+q$ ، $-q$ در چهار راس مربعی به ضلع a قرار دارند. اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر بار را به دست آورید.



« پاسخ »

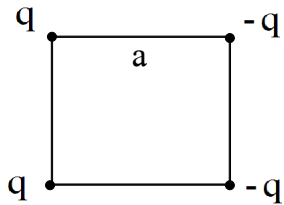
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نیروی متقابل دو بار مجاور} \\ F = \frac{kqq}{a^2} = \frac{kq^2}{a^2} \\ \text{نیروی متقابل دو بار غیر مجاور} \\ F_1 = \frac{kqq}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{1}{2} \frac{kq^2}{a^2} \end{array} \right. \Rightarrow F = 2F_1$$

به هر بار الکتریکی یک نیروی F_1 و دو نیروی $F = 2F_1$ مطابق شکل وارد می‌شود. دو نیروی $F = 2F_1$ بر هم عمود هستند و برآیند آنها هم‌اندازه با $2\sqrt{2}F_1$ می‌شود و در راستای نیروی F_1 و در خلاف جهت آن قرار می‌گیرد. بنابراین اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر هر بار الکتریکی به صورت زیر به دست می‌آید.



$$\Rightarrow |\Sigma F| = 2\sqrt{2}F_1 - F_1 = (2\sqrt{2} - 1) F_1 = \frac{2\sqrt{2} - 1}{2} \frac{kq^2}{a^2}$$

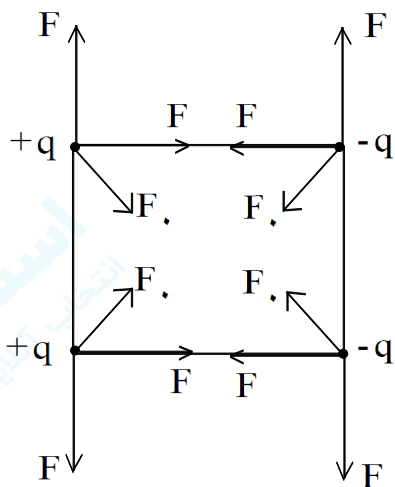
۶۳- در شکل زیر چهار بار الکتریکی $+q$ ، $+q$ ، $-q$ ، $-q$ در چهار راس مربعی به ضلع a قرار دارند. اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر بار را به دست آورید.



« پاسخ »

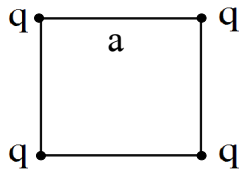
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نیروی متقابل دو بار مجاور} \\ F = \frac{kqq}{a^2} = \frac{kq^2}{a^2} \\ \text{نیروی متقابل دو بار غیرمجاور} \\ F_1 = \frac{kqq}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{1}{2} \frac{kq^2}{a^2} \end{array} \right. \Rightarrow F = 2F_1$$

به هر بار الکتریکی یک نیروی F_1 و دو نیروی $F = 2F_1$ مطابق شکل وارد می‌شود. دو نیروی $F = 2F_1$ برهم عمود هستند و برآیند آنها هم‌اندازه با $2\sqrt{2}F_1$ می‌شود و در راستای عمود بر نیروی F_1 قرار می‌گیرد. بنابراین اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر هر بار الکتریکی به صورت زیر به دست می‌آید.



$$\Rightarrow |\Sigma F| = \sqrt{(2\sqrt{2}F_1)^2 + (F_1)^2} = \sqrt{8F_1^2 + F_1^2} = \sqrt{9F_1^2} = 3F_1 = \frac{3}{2} \frac{kq^2}{a^2}$$

۶۴- در شکل زیر چهار بار الکتریکی یکسان q در چهار راس مربعی به ضلع a قرار دارند. اندازه‌ی نیروهای الکتریکی وارد بر هر بار را به دست آورید.



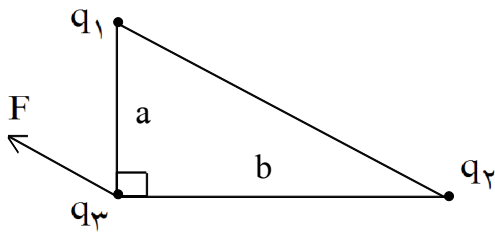
« پاسخ »

$$\left\{ \begin{array}{l} F = \frac{kqq}{a^2} = \frac{kq^2}{a^2} \text{ نیروی متقابل دو بار مجاور} \\ F_1 = \frac{kqq}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{1}{2} \frac{kq^2}{a^2} \text{ نیروی متقابل دو بار غیرمجاور} \end{array} \right. \Rightarrow F = 2F_1$$

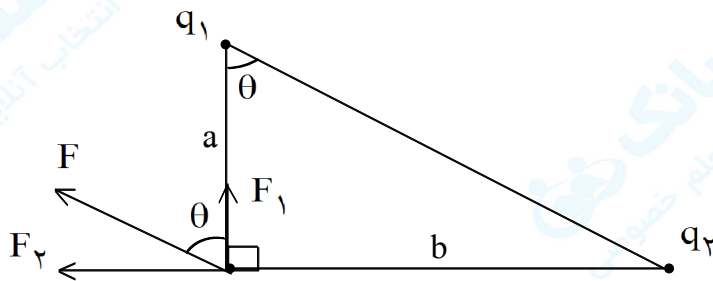
به هر بار الکتریکی یک نیروی F_1 و دو نیروی $F = 2F_1$ مطابق شکل زیر وارد می‌شود. نیروی F_1 روی نیم‌ساز نیروها قرار دارد. برآیند دو نیروی $F = 2F_1$ هم‌اندازه با $2\sqrt{2}F_1$ و هم‌جهت با نیروی F_1 می‌شود. بنابراین اندازه برآیند نیروهای وارد بر هر بار الکتریکی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\Rightarrow |\Sigma F| = F_1 + 2\sqrt{2}F_1 = (1 + 2\sqrt{2})F_1 = \frac{1 + 2\sqrt{2}}{2} \frac{kq^2}{a^2}$$

۶۵- در شکل زیر سه بار الکتریکی q_1 و q_2 و q_3 در سه راس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند. چه رابطه‌ای بین بارها برقرار باشد تا امتداد برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 مطابق شکل با امتداد وتر مثلث موازی باشد؟



« پاسخ »



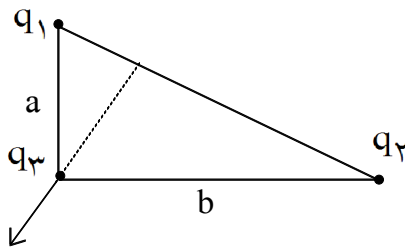
با توجه به شکل مقابل داریم: $\frac{F_2}{F_1} = \tan \theta = \frac{b}{a}$

$$\begin{cases} F_2 = k \frac{|q_2 q_3|}{b^2} \\ F_1 = k \frac{|q_1 q_3|}{a^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \cdot \frac{a^2}{b^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|} \cdot \frac{a^2}{b^2} = \frac{b}{a} \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{b^3}{a^3}$$

با توجه به این که امتداد F با وتر مثلث موازی است، یکی از دو بار q_1 و q_2 باید q_3 را جذب کند و دیگری باید آن را دفع کند. بنابراین بارهای q_1 و q_2 ناهم‌نام هستند.

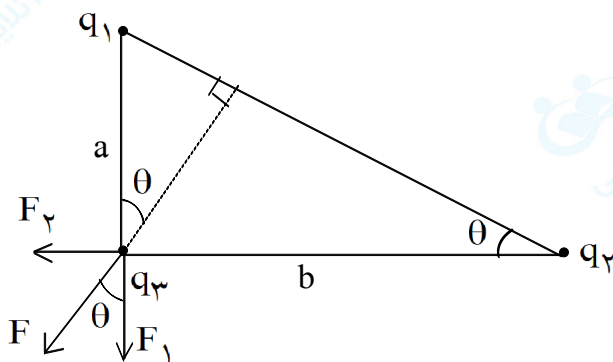
$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = -\frac{b^3}{a^3}$$

۶۶- در شکل زیر سه بار الکتریکی q_1 و q_2 و q_3 در سه راس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند. چه رابطه‌ای بین بارها برقرار باشد تا امتداد بر ایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 مطابق شکل بر امتداد وتر مثلث عمود باشد؟



F

« پاسخ »



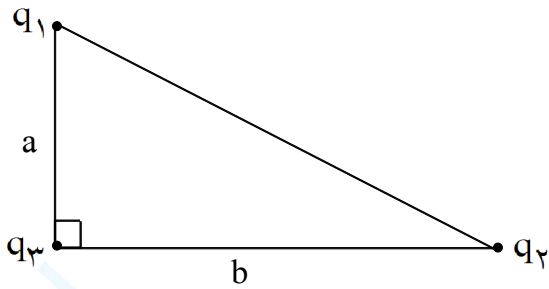
با استفاده از شکل مقابل داریم: $\frac{F_2}{F_1} = \tan \theta = \frac{a}{b}$

$$\begin{cases} F_2 = k \left| \frac{q_2 q_3}{b^2} \right| \\ F_1 = k \left| \frac{q_1 q_3}{a^2} \right| \end{cases} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \left| \frac{q_2}{q_1} \right| \cdot \frac{a^2}{b^2} \Rightarrow \left| \frac{q_2}{q_1} \right| \cdot \frac{a^2}{b^2} = \frac{a}{b} \Rightarrow \left| \frac{q_2}{q_1} \right| = \frac{b}{a}$$

با توجه به شکل و این که امتداد F بر وتر عمود است، یا هردو بار q_1 و q_2 باید q_3 را دفع کنند و یا هردو بار q_1 و q_2 باید q_3 را جذب کنند. بنابراین بارهای q_1 و q_2 باید هم‌نام باشند.

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = +\frac{b}{a}$$

۶۷- در شکل زیر سه بار الکتریکی q_1 و q_2 و q_3 در سه راس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند. چه رابطه‌ای بین بارها برقرار باشد تا نیرویی که بارهای q_1 و q_2 به بار q_3 وارد می‌کنند هم‌اندازه باشند؟

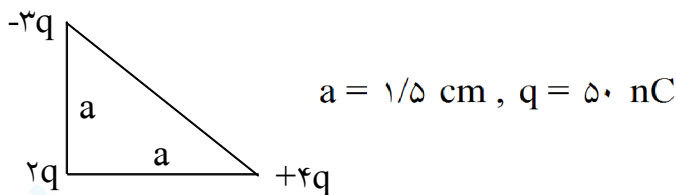


« پاسخ »

$$F_{32} = F_{31} \Rightarrow \frac{k|q_3q_2|}{b^2} = \frac{k|q_3q_1|}{a^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{b^2} = \frac{|q_1|}{a^2} \Rightarrow \left| \frac{q_1}{q_2} \right| = \frac{a^2}{b^2}$$

اندازه و علامت بار q_3 هم اهمیتی ندارد.

۶۸- در شکل زیر بارهای الکتریکی هم‌اندازه‌ی $2q$ ، $3q$ و $4q$ روی سه راس یک مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه قرار دارند که طول ضلع‌های قائمه این مثلث a است. برآیند نیروی الکتریکی وارد بر بار موجود در راس قائمه را به دست آورید.



« پاسخ »

$$F_1 = \frac{k(2q)(3q)}{a^2} = 6 \frac{kq^2}{a^2}$$

نیروی متقابل $2q$ و $3q$

$$F_2 = \frac{k(2q)(4q)}{a^2} = 8 \frac{kq^2}{a^2}$$

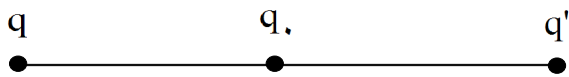
نیروی متقابل $2q$ و $4q$

به بار $2q$ نیروهای متعامد (عمود بر هم) F_1 و F_2 وارد می‌شود.

$$\Sigma F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{\left(6 \frac{kq^2}{a^2}\right)^2 + \left(8 \frac{kq^2}{a^2}\right)^2} = 10 \frac{kq^2}{a^2}$$

$$\Rightarrow \Sigma F = 10 \frac{(9 \times 10^{-9})(50 \times 10^{-9})^2}{(1/5 \times 10^{-2})^2} = \Sigma F = 1 \text{ N}$$

۶۹- در شکل زیر بار q ، وسط بارهای ناهم نام q و q' قرار دارد. اگر بار q' حذف شود، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q ، $\frac{1}{\sqrt{2}}$ برابر می شود. اگر بار q حذف می شود، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q ، چند برابر می شد؟



« پاسخ »

بارهای q و q' به بار q در یک جهت نیرو وارد می کنند. اگر نیروهایی که q و q' به q وارد می کنند به ترتیب F و F' باشد، برایند نیروهای وارد بر بار q برابر $F + F'$ می شود.

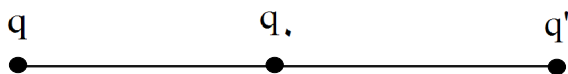
اگر بار q' حذف شود، برایند نیروهای وارد بر q ، α برابر می شود که: $\alpha = \frac{F}{F + F'}$

اگر بار q حذف شود، برایند نیروهای وارد بر q ، β برابر می شود که: $\beta = \frac{F'}{F + F'}$

برای α و β داریم: $\alpha + \beta = \frac{F}{F + F'} + \frac{F'}{F + F'} = \frac{F + F'}{F + F'} = 1$

بنابراین با حذف q برایند نیروهای وارد بر بار q ، $\frac{1}{3}$ برابر می شود.

۷۰- در شکل زیر بار q ، وسط بارهای ناهم نام q و q' قرار دارد. اگر بار q' نصف شود، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q ، $\frac{1}{8}$ برابر می شود. نسبت بار q به بار q' را به دست آورید.



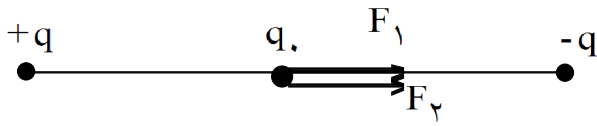
« پاسخ »

بارهای q و q' به بار q در یک جهت نیرو وارد می کنند. اگر نیروهایی که q و q' به q وارد می کنند به ترتیب F و F' باشد، برایند نیروهای وارد بر بار q برابر $F + F'$ است. اگر q' نصف شود، نیروی وارد از طرف آن به بار q ،

نیز نصف می شود و برایند نیروهای وارد بر بار q برابر $F + \frac{1}{2}F'$ می شود.

$$\Rightarrow F + \frac{1}{2}F' = \frac{1}{8}(F + F') \Rightarrow \frac{1}{2}F = \frac{1}{8}F' \Rightarrow \frac{F}{F'} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{q}{q'} = \frac{1}{4}$$

۷۱- در شکل زیر بار q وسط بارهای $+q$ و $-q$ قرار دارد. اگر یکی از دو بار $-q$ و $+q$ سه برابر شود، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q چند برابر می‌شود؟



« پاسخ »

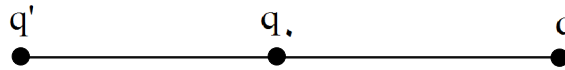
بارهای $+q$ و $-q$ به بار q نیروهای هم‌اندازه و هم‌جهت وارد می‌کنند که اگر اندازه‌ی هرکدام را F فرض کنیم، برآیند نیروهای وارد بر q برابر $2F$ می‌شود.

اگر یکی از بارهای $+q$ یا $-q$ سه برابر شود نیروی وارد از طرف آن به بار q نیز 3 برابر می‌شود. بنابراین به بار q نیروهای F و $3F$ در یک جهت وارد می‌شود و برآیند نیروهای وارد بر بار q برابر $4F$ می‌شود.

$$\Rightarrow \frac{\sum F'}{\sum F} = \frac{4F}{2F} = 2$$

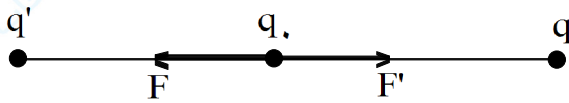
برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q دو برابر می‌شود.

۷۲- در شکل زیر بار q_1 وسط بارهای q و q' قرار دارد. اگر بار q' چهار برابر شود، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 برابر صفر می‌شود. بار q' چند برابر شود تا اندازه‌ی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 تغییر نکند؟



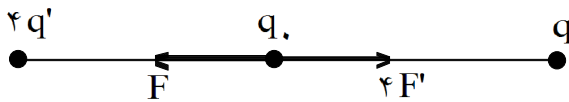
« پاسخ »

در صورتی برایند نیروهای وارد بر بار q_1 صفر می‌شود که بارهای q و q' هم‌نام باشند. بنابراین بارهای q و q' به بار q_1 در خلاف جهت یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. نیروی وارد از طرف بارهای q و q' به q_1 را F و F' فرض می‌کنیم.



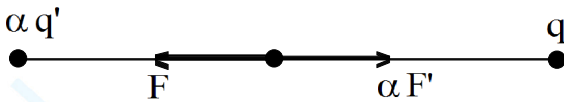
$$\Rightarrow |\Sigma F| = |F - F'|$$

اگر بار q' چهار برابر شود داریم:



$$\Rightarrow |\Sigma F'| = |F - 4F'| = 0 \Rightarrow F = 4F'$$

فرض می‌کنیم بار q' α برابر شود:



اگر اندازه‌ی برایند نیروهای وارد بر q_1 تغییر نکند:

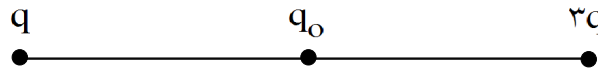
$$|\Sigma F''| = |\Sigma F| = |F - \alpha F'| = |F - F'|$$

$$|4F' - \alpha F'| = |4F' - F'| = 3F'$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 4F' - \alpha F' = +3F' \Rightarrow \alpha = 1 \Rightarrow \text{غیر قابل قبول} \\ 4F' - \alpha F' = -3F' \Rightarrow \alpha = 7 \end{cases}$$

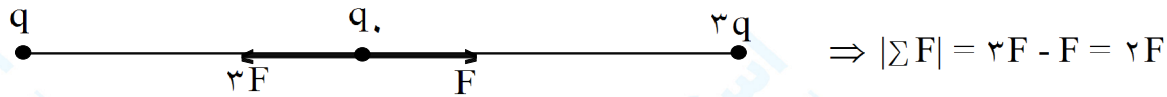
بار q' باید هفت برابر شود.

۷۳- در شکل زیر بار q ، وسط بارهای q و $3q$ قرار دارد. بار q چند برابر شود تا برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q ، نصف شود و جهت آن تغییر نکند؟



« پاسخ »

اگر بار q به بار q ، نیرویی به اندازه F وارد کند، بار $3q$ به بار q ، نیرویی به اندازه $3F$ وارد می‌کند و داریم:



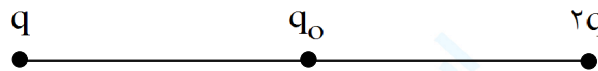
فرض می‌کنیم پس از تغییر q ، این بار نیروی F' به بار q ، وارد می‌کند. برای این که برآیند نیروها تغییر جهت ندهد F' باید از $3F$ کم‌تر باشد.



$$\Rightarrow |\Sigma F'| = \frac{1}{2} |\Sigma F| \Rightarrow 3F - F' = \frac{1}{2} \times 2F \Rightarrow F' = 2F$$

نیروی وارد از طرف بار q به بار q ، دو برابر شده است. پس این بار الکتریکی دو برابر شده است.

۷۴- در شکل زیر بار q ، وسط بارهای q و $2q$ قرار دارد. اگر بار $2q$ دو برابر شود، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q ، چند برابر می‌شود؟

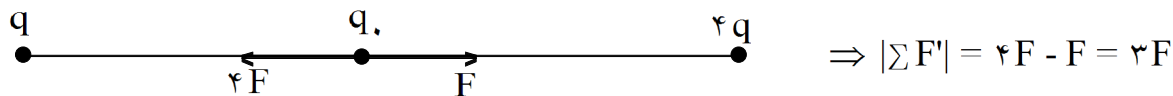


« پاسخ »

اگر بار q به بار q ، نیرویی به اندازه F وارد کند، بار $2q$ به بار q ، نیرویی به اندازه $2F$ وارد می‌کند داریم:

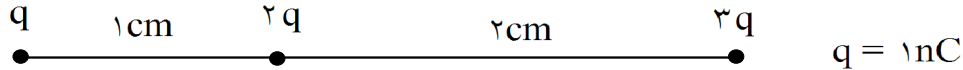


اگر بار $2q$ دو برابر شود، نیروی وارد از طرف آن به بار q ، دو برابر می‌شود و داریم:



برآیند نیروهای وارد بر بار q ، سه برابر می‌شود.

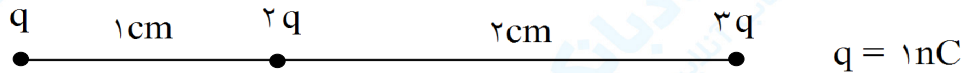
۷۵- در شکل زیر اگر بار الکتریکی $3q$ قرینه شود، نیروی الکتریکی وارد بر آن چند برابر می‌شود؟



« پاسخ »

در حالت کلی در شرایطی که تعدادی بار الکتریکی در فضا قرار دارند، اگر یکی از بارها قرینه شود تمام نیروهای وارد بر آن از طرف بارهای دیگر قرینه می‌شوند و در نتیجه برآیند نیروهای وارد بر آن قرینه می‌شود. بنابراین اندازه‌ی نیروی برآیند وارد بر $3q$ تغییر نمی‌کند و فقط جهت آن عکس می‌شود.

۷۶- در شکل زیر اگر بار الکتریکی $3q$ قرینه شود، نیروی الکتریکی وارد بر بار $2q$ چند برابر می‌شود؟



« پاسخ »

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نیروی متقابل } 2q \text{ و } q : F_{21} = \frac{(9 \times 10^{-9})(10^{-9})(2 \times 10^{-9})}{(10^{-2})^2} = 18 \times 10^{-5} \text{ N} \\ \text{نیروی متقابل } 2q \text{ و } 3q : F_{23} = \frac{(9 \times 10^{-9})(3 \times 10^{-9})(2 \times 10^{-9})}{(2 \times 10^{-2})^2} = 13/5 \times 10^{-5} \text{ N} \end{array} \right.$$

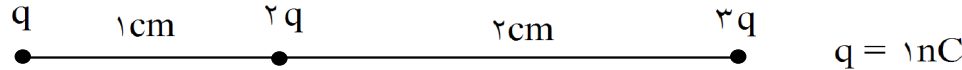
$$2q \text{ بر } 2q \text{ وارد می‌شود: } F = F_{21} - F_{23} = 4/5 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$2q \text{ پس از قرینه شدن } 3q \text{ وارد می‌شود: } F' = F_{21} + F_{23} = 31/5 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = 7$$

برآیند نیروهای وارد بر $2q$ ، ۷ برابر می‌شود و جهت آن تغییر نمی‌کند.

۷۷- در شکل زیر اگر بار الکتریکی $3q$ قرینه شود، نیروی الکتریکی وارد بر بار q چند برابر می‌شود؟



« پاسخ »

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نیروی متقابل } q \text{ و } 2q : F_{12} = \frac{(q \times 10^{-9})(2 \times 10^{-9})}{(10^{-2})^2} = 18 \times 10^{-5} \text{ N} \\ \text{نیروی متقابل } q \text{ و } 3q : F_{13} = \frac{(q \times 10^{-9})(3 \times 10^{-9})}{(3 \times 10^{-2})^2} = 3 \times 10^{-5} \text{ N} \end{array} \right.$$

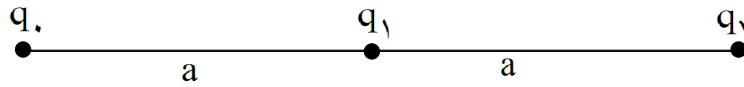
برایند نیروهای وارد بر q : $F = F_{12} + F_{13} = 21 \times 10^{-5} \text{ N}$

بعد از قرینه شدن $3q$ ، برایند نیروهای وارد بر q : $F' = F_{12} - F_{13} = 15 \times 10^{-5} \text{ N}$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{5}{7}$$

برایند نیروهای وارد بر q ، $\frac{5}{7}$ برابر می‌شود و جهت آن تغییر نمی‌کند.

۷۸- در شکل زیر اگر بار الکتریکی q_2 خنثی شود، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_1 چند برابر می‌شود؟



$$q_0 = 1 \text{ nC} \quad \text{و} \quad q_1 = +16 \text{ nC} \quad \text{و} \quad q_2 = -12 \text{ nC} \quad \text{و} \quad a = 3 \text{ cm}$$

« پاسخ »

$$F_1 = \frac{(9 \times 10^{-9})(10^{-9})(16 \times 10^{-9})}{(3 \times 10^{-2})^2} = 16 \times 10^{-5} \text{ N}$$

نیروی متقابل q_1 و q_0

$$F_2 = \frac{(9 \times 10^{-9})(10^{-9})(12 \times 10^{-9})}{(6 \times 10^{-2})^2} = 3 \times 10^{-5} \text{ N}$$

نیروی متقابل q_2 و q_1

$$F = F_1 - F_2 = 13 \times 10^{-5} \text{ N}$$

برایند نیروهای وارد بر q_1

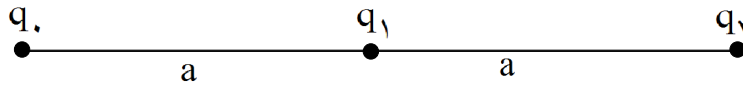
$$F' = F_1 = 16 \times 10^{-5} \text{ N}$$

بعد از خنثی شدن q_2 برایند نیروهای وارد بر q_1

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{16}{13}$$

برایند نیروهای وارد بر q_1 ، $\frac{16}{13}$ برابر می‌شود و جهت آن تغییر نمی‌کند.

۷۹- در شکل زیر اگر بار الکتریکی q_1 خنثی شود، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_0 چند برابر می‌شود؟



$$q_0 = +1 \text{ nC} \quad \text{و} \quad q_1 = +4 \text{ nC} \quad \text{و} \quad q_2 = -10 \text{ nC} \quad \text{و} \quad a = 3 \text{ cm}$$

« پاسخ »

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نیروی متقابل } q_1 \text{ و } q_0: F_1 = \frac{(4 \times 10^{-9})(1 \times 10^{-9})}{(3 \times 10^{-2})^2} = 4 \times 10^{-5} \text{ N} \\ \text{نیروی متقابل } q_2 \text{ و } q_0: F_2 = \frac{(10 \times 10^{-9})(1 \times 10^{-9})}{(6 \times 10^{-2})^2} = 2/5 \times 10^{-5} \text{ N} \end{array} \right.$$

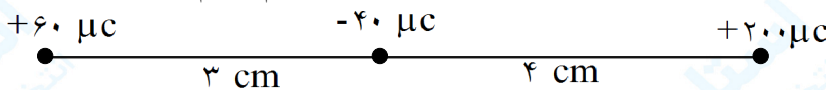
$$q_0 \text{ بر } q_1: F = F_1 - F_2 = 1/5 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$q_1 \text{ بعد از خنثی شدن } q_0 \text{ بر } q_2: F' = F_2 = 2/5 \times 10^{-5} \text{ N}$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{5}{3}$$

برایند نیروهای وارد بر q_0 ، $\frac{5}{3}$ برابر می‌شود و جهت آن نیز عکس می‌شود.

۸۰- در شکل زیر می‌خواهیم با گرفتن مقداری بار الکتریکی از یکی از دو بار $+200$ و -40 میکروکولن و دادن آن به دیگری برآیند نیروهای وارد بر بار $+60$ میکروکولن صفر شود. چگونه باید این کار را انجام دهیم؟



« پاسخ »

مقدار نهایی بارهای $+200$ و -40 میکروکولن را $+q_1$ و $-q_2$ فرض می‌کنیم.

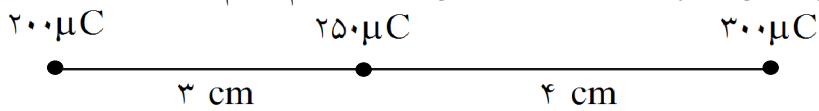
$$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{k q_1 q_0}{r_1^2} = k \frac{q_2 q_0}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{3+4}{3} \right)^2 = \frac{49}{9}$$

$$(+q_1) + (-q_2) = (+200) + (-40) = 160 \text{ } \mu\text{C}$$

$$\Rightarrow \frac{49}{9} q_2 - q_2 = 160 \Rightarrow \frac{40}{9} q_2 = 160 \Rightarrow q_2 = 36 \text{ } \mu\text{C} \Rightarrow q_1 = 196 \text{ } \mu\text{C}$$

بارهای $+200$ و -40 میکروکولن باید به بارهای $+196$ و -36 میکروکولن تبدیل شوند. بنابراین باید $+4 \text{ } \mu\text{C}$ از بار $+200 \text{ } \mu\text{C}$ گرفته شود و به بار $-40 \text{ } \mu\text{C}$ داده شود.

۸۱- در شکل زیر می‌خواهیم با گرفتن مقداری بار الکتریکی از یکی از دو بار نقطه‌ای ۳۰۰ و ۲۰۰ میکروکولن و دادن آن به دیگری برآیند نیروهای وارد بر بار ۲۵۰ میکروکولن صفرشود. چگونه باید این کار را انجام دهیم؟



« پاسخ »

مقدار نهایی بارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ میکروکولن را q_1 و q_2 فرض می‌کنیم.

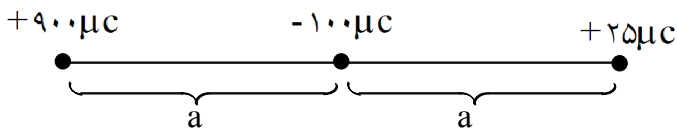


$$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{k q_1 q_0}{r_1^2} = k \frac{q_2 q_0}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{9}{16}$$

$$q_1 + q_2 = 500 \mu\text{C} \Rightarrow \frac{9}{16}q_2 + q_2 = 500 \Rightarrow q_2 = 320 \mu\text{C} \Rightarrow q_1 = 180 \mu\text{C}$$

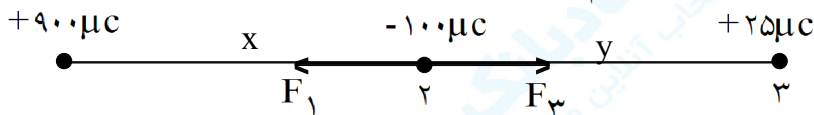
بنابراین باید $20 \mu\text{C}$ از بار $200 \mu\text{C}$ گرفته شود و به بار $300 \mu\text{C}$ داده شود.

۸۲- در شکل زیر می‌خواهیم با جا به جا کردن هرکدام از بارها برآیند نیروهای وارد بر بار $100 \mu\text{C}$ صفر شود. هر بار الکتریکی چه قدر و در چه جهتی باید جابه‌جا شود؟



« پاسخ »

اگر شرایط نهایی بارها به صورت شکل زیر باشد، داریم:



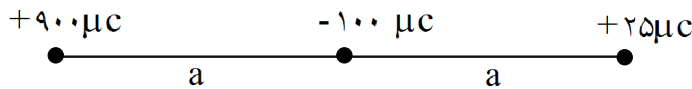
$$F_1 = F_3 \Rightarrow k \frac{900 \times 100}{x^2} = k \frac{25 \times 100}{y^2} \Rightarrow \frac{x^2}{y^2} = \frac{900}{25} = 36 \Rightarrow \frac{x}{y} = 6 \Rightarrow x = 6y$$

اگر بخواهیم بار $900 \mu\text{C}$ را جابه‌جا کنیم باید این بار به اندازه‌ی $5a$ به سمت چپ برود.

اگر بخواهیم بار $100 \mu\text{C}$ را جابه‌جا کنیم باید این بار به اندازه‌ی $\frac{5}{6}a$ به سمت راست برود.

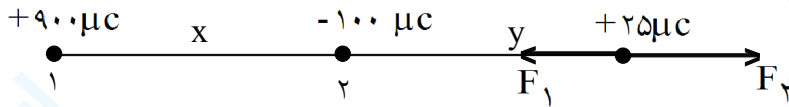
اگر بخواهیم بار $25 \mu\text{C}$ را جابه‌جا کنیم باید این بار به اندازه‌ی $\frac{5a}{6}$ به سمت چپ برود.

۸۳- در شکل زیر می‌خواهیم با جابه‌جا کردن هرکدام از بارها برآیند نیروهای وارد بر بار $+25\mu\text{C}$ صفر شود. هر بار الکتریکی چه قدر و در چه جهتی باید جا به جا شود؟



« پاسخ »

اگر شرایط نهایی به صورت شکل زیر باشد، داریم:



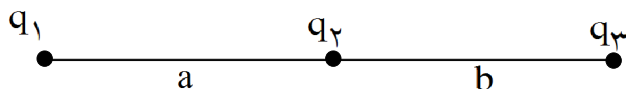
$$F_1 = F_2 \Rightarrow k \frac{900 \times 25}{(x+y)^2} = k \frac{100 \times 25}{y^2} \Rightarrow \frac{(x+y)^2}{y^2} = \frac{900}{100} = 9 \Rightarrow \frac{x+y}{y} = 3 \Rightarrow x = 2y$$

اگر بخواهیم بار $+900\mu\text{C}$ را جا به جا کنیم باید این بار به اندازه‌ی a به سمت چپ برود.

اگر بخواهیم بار $-100\mu\text{C}$ را جا به جا کنیم باید این بار به اندازه‌ی $\frac{a}{3}$ به سمت راست برود.

اگر بخواهیم بار $+25\mu\text{C}$ را جا به جا کنیم باید این بار به اندازه‌ی $\frac{a}{3}$ به سمت چپ برود.

۸۴- در شکل زیر علامت و اندازه‌ی بارها چه شرطی باید داشته باشند تا برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 صفر باشد؟



« پاسخ »

نیروهای وارد بر q_3 از طرف q_1 و q_2 باید قرینه باشند. یعنی یکی از بارهای q_1 و q_2 باید q_3 را جذب کند و یکی از بارهای q_1 و q_2 باید q_3 را دفع کند. پس یکی از دو بار q_1 و q_2 با q_3 هم‌نام و یکی از آنها با q_3 ناهم‌نام است. بنابراین بارهای q_1 و q_2 باید ناهم‌نام باشند.

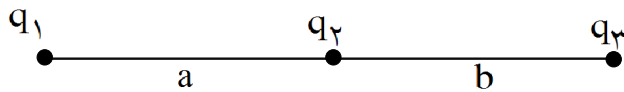
از طرفی اندازه‌ی نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 به q_3 وارد می‌کنند باید یکسان باشد.

$$F_{13} = F_{23} = k \frac{|q_1 q_3|}{(a+b)^2} = k \frac{|q_2 q_3|}{b^2} \Rightarrow \left| \frac{q_1}{q_2} \right| = \left(\frac{a+b}{b} \right)^2$$

با توجه به این که بارهای q_1 و q_2 ناهم‌نام هستند و $\frac{q_1}{q_2}$ منفی است داریم: $\frac{q_1}{q_2} = -\frac{(a+b)^2}{b^2}$

مشاهده می‌شود که اندازه و علامت q_3 هیچ نقشی در صفر شدن برآیند نیروهای وارد بر آن ندارد.

۸۵- در شکل زیر علامت و اندازه‌ی بارها چه شرطی باید داشته باشند تا برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 صفر باشد؟



« پاسخ »

نیروهای وارد بر q_2 از طرف q_1 و q_3 باید قرینه باشند. یعنی باید q_1 و q_3 هر دو بار q_2 را جذب کنند و یا q_1 و q_3 هر دو بار q_2 را دفع کنند یعنی بارهای q_1 و q_3 یا هر دو هم‌نام با بار q_2 هستند و یا هر دو ناهم‌نام با بار q_2 هستند. بنابراین بارهای q_1 و q_3 باید هم‌نام باشند.

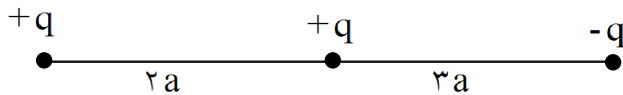
از طرفی اندازه‌ی نیروهایی که بارهای q_1 و q_3 به بار q_2 وارد می‌کنند باید یکسان باشد.

$$F_{12} = F_{32} = k \frac{|q_1 q_2|}{a^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{b^2} \Rightarrow \left| \frac{q_1}{q_3} \right| = \frac{a^2}{b^2}$$

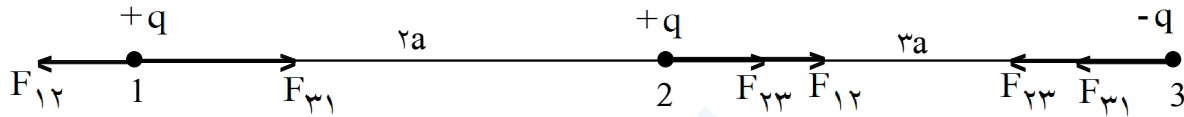
با توجه به این که بارهای q_1 و q_3 هم‌نام هستند و $\frac{q_1}{q_3}$ مثبت است داریم: $\frac{q_1}{q_3} = + \frac{a^2}{b^2}$

مشاهده می‌شود که اندازه و علامت q_2 هیچ نقشی در صفر شدن برآیند نیروهای وارد بر آن ندارد.

۸۶- در شکل مقابل نیروی الکتریکی وارد بر هر بار را به دست آورید و سپس برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بارها را حساب کنید.



« پاسخ »



$$F_{12} = \frac{kq_1q_2}{(2a)^2} = \frac{1}{4}k \frac{q^2}{a^2}$$

نیروی متقابل ۱ و ۲

$$F_{23} = \frac{kq_2q_3}{(3a)^2} = \frac{1}{9}k \frac{q^2}{a^2}$$

نیروی متقابل ۲ و ۳

$$F_{31} = \frac{kq_1q_3}{(5a)^2} = \frac{1}{25}k \frac{q^2}{a^2}$$

نیروی متقابل ۱ و ۳

$$F_1 = F_{12} - F_{31} = \frac{1}{4}k \frac{q^2}{a^2} - \frac{1}{25}k \frac{q^2}{a^2} = \frac{21}{100}k \frac{q^2}{a^2}$$

برآیند نیروهای وارد بر بار ۱

$$F_2 = F_{23} + F_{12} = \frac{1}{9}k \frac{q^2}{a^2} + \frac{1}{4}k \frac{q^2}{a^2} = \frac{13}{36}k \frac{q^2}{a^2}$$

برآیند نیروهای وارد بر بار ۲

$$F_3 = F_{23} + F_{31} = \frac{1}{9}k \frac{q^2}{a^2} + \frac{1}{25}k \frac{q^2}{a^2} = \frac{34}{225}k \frac{q^2}{a^2}$$

برآیند نیروهای وارد بر بار ۳

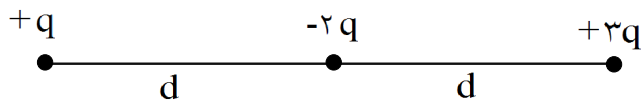
F_1 و F_3 به سمت چپ و F_2 به سمت راست است.

$$F_1 + F_3 = \frac{21}{100}k \frac{q^2}{a^2} + \frac{34}{225}k \frac{q^2}{a^2} = \frac{189 + 136}{900}k \frac{q^2}{a^2} = \frac{325}{900}k \frac{q^2}{a^2} = \frac{13}{36}k \frac{q^2}{a^2} = F_2$$

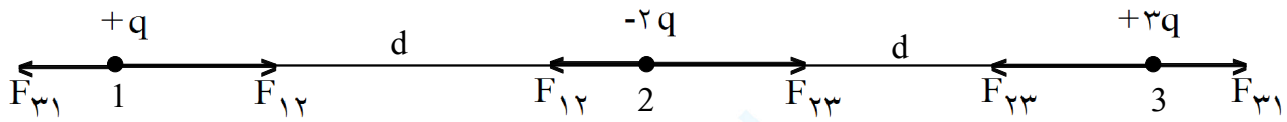
$$\Rightarrow F_1 + F_3 = F_2$$

برآیند F_1 و F_3 هم‌اندازه با F_2 و در خلاف جهت آن است. بنابراین برآیند نیروهای F_1 و F_3 و F_2 صفر است.

۸۷- در شکل زیر نیروی الکتریکی وارد بر هر بار را به دست آورید و سپس برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بارها را حساب کنید.



« پاسخ »



$$F_{12} = \frac{kq(2q)}{d^2} = 2k \frac{q^2}{d^2}$$

نیروی متقابل ۱ و ۲

$$F_{23} = \frac{k(2q)(3q)}{d^2} = 6k \frac{q^2}{d^2}$$

نیروی متقابل ۲ و ۳

$$F_{31} = \frac{k(3q)q}{(2d)^2} = \frac{3}{4}k \frac{q^2}{d^2}$$

نیروی متقابل ۱ و ۳

$$F_1 = F_{12} - F_{31} = 2k \frac{q^2}{d^2} - \frac{3}{4}k \frac{q^2}{d^2} = \frac{5}{4}k \frac{q^2}{d^2}$$

برآیند نیروهای وارد بر +q

$$F_2 = F_{23} - F_{12} = 6k \frac{q^2}{d^2} - 2k \frac{q^2}{d^2} = 4k \frac{q^2}{d^2}$$

برآیند نیروهای وارد بر -2q

$$F_3 = F_{23} - F_{31} = 6k \frac{q^2}{d^2} - \frac{3}{4}k \frac{q^2}{d^2} = \frac{21}{4}k \frac{q^2}{d^2}$$

برآیند نیروهای وارد بر +3q

F_1 و F_2 به سمت راست و F_3 به سمت چپ است.

$$F_1 + F_2 = \frac{5}{4}k \frac{q^2}{d^2} + 4k \frac{q^2}{d^2} = \frac{21}{4}k \frac{q^2}{d^2} = F_3$$

برآیند F_1 و F_2 هم‌اندازه با F_3 و در خلاف جهت آن است. بنابراین برآیند نیروهای F_1 و F_2 و F_3 صفر است.

۸۸- دو گلوله‌ی بسیار کوچک دارای بارهای الکتریکی $2q$ و $-5q$ هستند و در فاصله‌ی مشخصی از یکدیگر قرار دارند. بار الکتریکی q از گلوله با بار الکتریکی $2q$ گرفته می‌شود و به گلوله‌ی دیگر داده می‌شود. بزرگی نیروی الکتریکی متقابل گلوله‌ها $0/2$ برابر می‌شود. q را بر حسب q به دست آورید.

« پاسخ »

با توجه به علامت و اندازه‌ی q ، علامت بارهای ثانویه ممکن است یکسان و یا متفاوت باشد.

$$\begin{cases} F = \frac{k(2q)(5q)}{d^2} = 10 \frac{kq^2}{d^2} \\ F' = \frac{k|2q - q||-5q + q|}{d^2} = k \frac{|-10q^2 + 7qq, - q,^2|}{d^2} \end{cases}$$

$$F' = \frac{1}{5}F \Rightarrow |-10q^2 + 7qq, - q,^2| = 2q^2$$

$$\text{حالت ۱} \Rightarrow -10q^2 + 7qq, - q,^2 = +2q^2 \Rightarrow q,^2 - 7qq, + 12q^2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} q, = 3q \\ q, = 4q \end{cases}$$

$$\text{حالت ۲} \Rightarrow -10q^2 + 7qq, - q,^2 = -2q^2 \Rightarrow q,^2 - 7qq, + 8q^2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} q, = \frac{7 - \sqrt{17}}{2}q \\ q, = \frac{7 + \sqrt{17}}{2}q \end{cases}$$

در جواب‌های مربوط به حالت ۱ جهت نیروی متقابل بارها تغییر می‌کند (از جاذبه به دافعه تبدیل می‌شود) اما در جواب‌های مربوط به حالت ۲ جهت نیروی متقابل بارها تغییر نمی‌کند (جاذبه می‌ماند).

۸۹- دو گلوله‌ی بسیار کوچک دارای بارهای الکتریکی $+۱۰\text{nC}$ و $+۴۰\text{nC}$ هستند و در فاصله‌ی مشخصی از یکدیگر قرار دارند. چه مقدار بار الکتریکی از گلوله با بار کمتر گرفته شود و به گلوله‌ی دیگر داده شود تا بزرگی نیروی الکتریکی متقابل گلوله‌ها تغییر نکند؟

« پاسخ »

بار الکتریکی گرفته شده از گلوله‌ی اول ممکن است مثبت یا منفی باشد و همچنین ممکن است بیش‌تر یا کم‌تر از مقدار اولیه‌ی بار هریک از گلوله‌ها باشد. لذا ممکن است علامت هر کدام از بارها در حالت ثانویه تغییر کرده باشد.

$$\left\{ \begin{aligned} F &= \frac{kq_1q_2}{d^2} = \frac{k(10)(40)}{d^2} \\ F' &= \frac{kq'_1q'_2}{d^2} = \frac{k|10 - q_c||40 + q_c|}{d^2} \end{aligned} \right.$$

$$F' = F \Rightarrow |10 - q_c||40 + q_c| = 400 \Rightarrow |400 - 30q_c - q_c^2| = 400$$

$$\text{حالت ۱} \Rightarrow 400 - 30q_c - q_c^2 = 400 \Rightarrow q_c^2 + 30q_c = 0 \Rightarrow q_c = -30\text{nC}$$

$$\text{حالت ۲} \Rightarrow 400 - 30q_c - q_c^2 = -400$$

$$\Rightarrow q_c^2 + 30q_c - 800 = 0 \Rightarrow \begin{cases} q_c = 5(-3 + \sqrt{41})\text{nC} \\ q_c = 5(-3 - \sqrt{41})\text{nC} \end{cases}$$

در جواب مربوط به حالت ۱ نیروی متقابل بارها دافعه می‌ماند. اما در جواب‌های مربوط به حالت ۲ نیروی متقابل از دافعه به جاذبه تبدیل می‌شود.

۹۰- دو بار الکتریکی q و $5q$ در فاصله‌ی مشخصی از هم قرار دارند. بدون تغییر در فاصله‌ی بارها حداقل و حداکثر چه مقدار از بار الکتریکی $5q$ گرفته شود و به q داده شود تا نیروی الکتریکی متقابل بارها حداقل ۶۰ درصد افزایش یابد؟

« پاسخ »

$$\begin{cases} F = \frac{k (\Delta q) (q)}{d^2} = 5 \frac{kq^2}{d^2} \\ F' = \frac{k (\Delta q - q_1)(q + q_1)}{d^2} = k \frac{(\Delta q^2 + 4qq_1 - q_1^2)}{d^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow F' \geq F + \%60 \cdot F = F + \frac{60}{100} F = 1.6 F \Rightarrow F' \geq 1.6 F$$

$$\Rightarrow k \frac{(\Delta q^2 + 4qq_1 - q_1^2)}{d^2} \geq 1.6 \left(\frac{5kq^2}{d^2} \right) \Rightarrow \Delta q^2 + 4qq_1 - q_1^2 \geq 8q^2$$

$$\Rightarrow q_1^2 - 4qq_1 + 3q^2 \leq 0 \Rightarrow (q_1 - q)(q_1 - 3q) \leq 0 \Rightarrow q \leq q_1 \leq 3q$$

باید حداقل q و حداکثر $3q$ از بار الکتریکی $5q$ گرفته شود و به بار الکتریکی q داده شود.

۹۱- دو بار الکتریکی q و $8q$ در فاصله‌ی مشخصی از هم قرار دارند. بدون تغییر در فاصله‌ی بارها چه کسری از بار $8q$ را گرفته و به بار q بدهیم تا نیروی متقابل بارها $2/5$ برابر شود؟

« پاسخ »

مقدار باری را که از $8q$ گرفته می‌شود و به q داده می‌شود، q_1 فرض می‌کنیم.

$$\begin{cases} F = \frac{k (8q) (q)}{d^2} = 8 \frac{kq^2}{d^2} \\ F' = \frac{k (8q - q_1) (q + q_1)}{d^2} \end{cases}$$

$$F' = 2/5 F \Rightarrow \frac{k (8q - q_1) (q + q_1)}{d^2} = 2 \cdot \frac{kq^2}{d^2} \Rightarrow (8q - q_1) (q + q_1) = 2 \cdot q^2$$

$$\Rightarrow 8q^2 + 7qq_1 - q_1^2 = 2 \cdot q^2 \Rightarrow q_1^2 - 7qq_1 + 12q^2 = 0$$

$$\Rightarrow (q_1 - 3q)(q_1 - 4q) = 0 \Rightarrow q_1 = 3q \text{ یا } q_1 = 4q$$

یا $\frac{3}{8}$ و یا $\frac{1}{4}$ از بار $8q$ گرفته شده و به بار q داده شده است.

۹۲- دو بار الکتریکی هم نام q_1 و q_2 در فاصله‌ی مشخصی از هم قرار دارند. ثلث بار q_1 از آن گرفته می‌شود و به بار q_2 داده می‌شود. اندازه‌ی نیروی الکتریکی متقابل بارها حداقل چند برابر می‌شود؟

« پاسخ »

$$\begin{cases} F = \frac{kq_1q_2}{d^2} \\ F' = \frac{k\left(\frac{2}{3}q_1\right)\left(q_2 + \frac{q_1}{3}\right)}{d^2} = \frac{2kq_1(3q_2 + q_1)}{9d^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{2(3q_2 + q_1)}{9q_2} = 2\left(\frac{1}{3} + \frac{q_1}{9q_2}\right) \geq \frac{2}{3}$$

نیروی الکتریکی متقابل بارها حداقل $\frac{2}{3}$ برابر می‌شود.

۹۳- دو بار الکتریکی هم نام q_1 و q_2 در فاصله‌ی مشخصی از هم قرار دارند. بدون تغییر در فاصله‌ی بارها نصف بار q_1 را از آن کسر می‌کنیم و به بار q_2 اضافه می‌کنیم. اگر نیروی الکتریکی متقابل بارها تغییر نکند، نسبت بار q_1 به بار q_2 را به دست آورید.

« پاسخ »

$$\begin{cases} F = \frac{kq_1q_2}{r^2} \\ F' = \frac{kq'_1q'_2}{r^2} = \frac{k\frac{q_1}{2}\left(q_2 + \frac{q_1}{2}\right)}{r^2} \end{cases}$$

$$F' = F \Rightarrow \frac{q_1}{2}\left(q_2 + \frac{q_1}{2}\right) = q_1q_2 \Rightarrow \frac{1}{2}\left(q_2 + \frac{q_1}{2}\right) = q_2 \Rightarrow \frac{2q_2 + q_1}{4} = q_2$$

$$\Rightarrow q_1 = 2q_2 \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = 2$$

۹۴- دو بار الکتریکی یکسان در فاصله‌ی مشخصی از هم قرار دارند. بدون تغییر در فاصله‌ی بارها n درصد از مقدار یکی از بارها کسر می‌کنیم و به بار دیگر اضافه می‌کنیم. بزرگی نیروی الکتریکی متقابل بارها چند درصد کاهش می‌یابد؟

« پاسخ »

اندازه‌ی بارها را Q و فاصله‌ی آنها را d فرض می‌کنیم.

$$F = \frac{kQ_1Q_2}{d^2} = \frac{kQ^2}{d^2}$$

اندازه‌ی بارها را پس از تغییرات به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} Q_1 = Q - \frac{n}{100}Q = \left(1 - \frac{n}{100}\right)Q \\ Q_2 = Q + \frac{n}{100}Q = \left(1 + \frac{n}{100}\right)Q \end{cases}$$

$$F' = \frac{kQ_1Q_2}{d^2} = \frac{k\left(1 - \frac{n}{100}\right)Q\left(1 + \frac{n}{100}\right)Q}{d^2} = \left(1 - \frac{n^2}{10000}\right)\frac{kQ^2}{d^2}$$

$$\Rightarrow F' = \left(1 - \frac{n^2}{10000}\right)F \Rightarrow \Delta F = F' - F = -\frac{n^2}{10000}F \Rightarrow \frac{\Delta F}{F} = -\frac{n^2}{10000} = -\frac{n^2}{100}\%$$

بزرگی نیروی متقابل بارها $\frac{n^2}{100}$ درصد کاهش می‌یابد.

۹۵- دو بار الکتریکی یکسان Q در فاصله‌ی مشخصی از هم قرار دارند. چه کسری از یکی از بارها گرفته شود و به دیگری داده شود تا بدون تغییر در فاصله‌ی بارها نیروی الکتریکی متقابل بارها ۶۴ درصد کاهش یابد؟

« پاسخ »

$$\begin{cases} F' = \frac{kQ^2}{r^2} \\ F' = \frac{k(Q-q)(Q+q)}{r^2} = \frac{k(Q^2 - q^2)}{r^2} \end{cases} \Rightarrow F' = 0.36F \Rightarrow \frac{k(Q^2 - q^2)}{r^2} = 0.36 \frac{kQ^2}{r^2}$$

$$Q^2 - q^2 = 0.36Q^2 \Rightarrow q^2 = 0.64Q^2 \Rightarrow q = 0.8Q = \frac{4}{5}Q$$

باید $\frac{4}{5}$ یکی از بارها گرفته شود و به دیگری داده شود.

۹۶- بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در فاصله d از یکدیگر قرار دارند. اگر فاصله‌ی بارها نصف شود، نیروی الکتریکی بارها ۲۷۰ نیوتن افزایش می‌یابد. اگر فاصله‌ی بارها دو برابر می‌شد، نیروی الکتریکی بارها چه قدر و چگونه تغییر می‌کرد؟

« پاسخ »

اگر فاصله‌ی بارها نصف شود نیروی متقابل بارها چهار برابر می‌شود.

$$\left. \begin{aligned} F' &= 4F \\ F' - F &= 270\text{N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 4F - F = 270\text{N} \Rightarrow F = 90\text{N}$$

اگر فاصله‌ی بارها دو برابر می‌شد نیروی متقابل بارها $\frac{1}{4}$ برابر می‌شد.

$$F'' = \frac{1}{4}F = 22.5\text{N} \Rightarrow F'' - F = -67.5\text{N}$$

در نتیجه نیروی متقابل بارها $67.5/5$ نیوتن کاهش پیدا می‌کرد.

۹۷- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $1\mu\text{C}$ و $4\mu\text{C}$ در فاصله d از هم قرار دارند. اگر فاصله‌ی بارها به اندازه‌ی d افزایش یابد، نیروی الکتریکی متقابل آن‌ها به اندازه‌ی ۳۰ نیوتن کاهش می‌یابد. d را به دست آورید.

« پاسخ »

فاصله‌ی بین بارها ۲ برابر شده است پس بزرگی نیروی متقابل آن‌ها $\frac{1}{4}$ برابر شده است.

$$\left. \begin{aligned} F' &= \frac{1}{4}F \\ F - F' &= 30\text{N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F - \frac{F}{4} = 30 \Rightarrow \frac{3}{4}F = 30 \Rightarrow F = 40\text{N}$$

$$F = \frac{kq_1q_2}{d^2} = \frac{(9 \times 10^9)(10^{-6})(4 \times 10^{-6})}{d^2} = \frac{36 \times 10^{-3}}{d^2} = 40$$

$$\Rightarrow d^2 = \frac{36 \times 10^{-3}}{40} = 9 \times 10^{-4} \Rightarrow d = 3 \times 10^{-2}\text{m} \Rightarrow d = 3\text{cm}$$

۹۸- دو بار الکتریکی نقطه‌ای در فاصله‌ی مشخصی از هم قرار دارند. اندازه‌ی یکی از بارها ۶۰ درصد افزایش می‌یابد و اندازه‌ی بار دیگر ۶۰ درصد کاهش می‌یابد. فاصله‌ی بین بارها چند درصد و چگونه تغییر کند تا نیروی الکتریکی متقابل بارها تغییر نکند؟

« پاسخ »

$$\begin{cases} q'_1 = q_1 + \frac{60}{100}q_1 = 1/6q_1 \\ q'_2 = q_2 - \frac{60}{100}q_2 = 0/4q_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F = \frac{kq_1q_2}{r^2} \\ F' = \frac{kq'_1q'_2}{r'^2} = \frac{k(1/6q_1)(0/4q_2)}{r'^2} = 0/64 \frac{kq_1q_2}{r'^2} \end{cases}$$

$$F' = F \Rightarrow 0/64 \frac{kq_1q_2}{r'^2} = \frac{kq_1q_2}{r^2} \Rightarrow r'^2 = 0/64r^2$$

$$\Rightarrow r' = 0/8r \Rightarrow \Delta r = r' - r = 0/2r = \frac{20}{100}r = 20\%r$$

فاصله‌ی بین بارها ۲۰ درصد کاهش یافته است.

۹۹- دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند و نیرویی به اندازه‌ی F به هم وارد می‌کنند. بار q_1 نصف می‌شود و به اندازه‌ی $2d$ از بار q_2 دور می‌شود. اگر نیرویی که بارها به هم وارد می‌کنند $\frac{1}{3}F$ شود، بار q_2 چند برابر شده است؟

« پاسخ »

$$\begin{cases} F = \frac{kq_1q_2}{d^2} \\ F' = \frac{kq'_1q'_2}{(d+2d)^2} = \frac{k\left(\frac{1}{2}q_1\right)q'_2}{3^2d^2} = \frac{1}{18} \frac{kq_1q'_2}{d^2} \end{cases}$$

$$F' = \frac{1}{3}F \Rightarrow \frac{1}{18} \frac{kq_1q'_2}{d^2} = \frac{1}{3} \frac{kq_1q_2}{d^2} \Rightarrow \frac{1}{18} q'_2 = \frac{1}{3} q_2 \Rightarrow q'_2 = 6q_2$$

اندازه‌ی بار الکتریکی q_2 شش برابر شده است.

۱۰۰- اگر فاصله را دو برابر کنیم، نیرو چه تغییری می کند؟

« پاسخ »

اگر فاصله دو برابر شود، نیروی الکتریکی متقابل آنها $\frac{1}{4}$ برابر می شود. یعنی: $N = \frac{1}{4}N$