

کد اجرا: نامشخص

تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۷/۱۳

نام و نام خانوادگی:

زمان برگزاری: ۱۰۰ دقیقه

نام آزمون: بی نام



پژوهندگان علم

۱- کره‌ای رسانا دارای بار الکتریکی مثبت است. اگر $10^{13} \times 5$ الکترون به کره بدهیم، بار آن منفی و اندازه بار، منفی $\frac{2}{3}$ اندازه بار اولیه‌اش می‌شود. با اتصال این کره به کره‌ای مشابه که دارای بار $19.2 \mu C$ است، چند میکروکولن بار از یکی به دیگری منتقل می‌شود؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

۱۲٫۲ (۴)

۱۲٫۴ (۳)

۱۱٫۲ (۲)

۸ (۱)

۲- سه ذره باردار $q_1 = 12 \mu C$ ، $q_2 = 3 \mu C$ و q_3 در صفحه $x-y$ به ترتیب در مختصات $(x_1 = 4 cm, y_1 = 3 cm)$ ، $(x_2 = -8 cm, y_2 = 12 cm)$ و (x_3, y_3) قرار دارند، اگر برایندهای الکتریکی وارد بر هر ذره صفر باشد، q_3 چند میکروکولن است؟

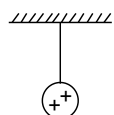
$-\frac{16}{3}$ (۴)

$-\frac{4}{3}$ (۳)

$\frac{4}{3}$ (۲)

$\frac{16}{3}$ (۱)

۳- در شکل مقابل گلوله فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره فلزی خنثی را که دارای دسته نارسنا است، به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گلوله می‌شود. وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا می‌کنیم و دوباره به آرامی آن را به گلوله نزدیک می‌کنیم و ملاحظه می‌شود که گلوله می‌شود.



جذب-جذب (۴)

دفع-دفع (۳)

دفع-جذب (۲)

جذب-دفع (۱)

۴- بارهای q و $4q$ در فاصله معینی از هم قرار دارند. اندازه نیرویی که بار $4q$ بر بار q وارد می‌کند چند برابر نیرویی است که بار q بر بار $4q$ وارد می‌کند؟

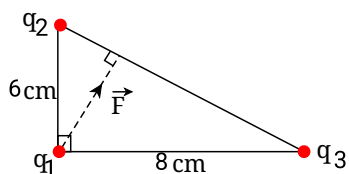
۲ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۳)

۴ (۲)

۱ (۱)

۵- مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای روی رأس‌های یک مثلث قائم‌الزاویه ثابت شده‌اند. اگر برایندهای الکتریکی وارد بر بار q_1 از طرف دو بار دیگر برابر با $\vec{F}$ باشد، حاصل $\frac{q_2}{q_3}$ کدام است؟



$-\frac{3}{4}$ (۲)

$\frac{3}{4}$ (۱)

$-\frac{3}{5}$ (۴)

$\frac{3}{5}$ (۳)

۶- دوبار ناهم نام و هم‌اندازه در فاصله r از یکدیگر ثابت شده‌اند. چند برابر بار مثبت را به هر دوی آنها اضافه کنیم تا در همان فاصله، نیروی الکتریکی بین آنها دو برابر شود؟

$\sqrt{3}$ (۴)

۳ (۳)

$\sqrt{2}$ (۲)

۲ (۱)

۷- دو گلوله کوچک به جرم مساوی و با بار یکسان $+q$ ، از دو ریسمان عایق به طول L از یک نقطه آویزان شده‌اند و ریسمان در حال تعادل، با خط قائم زاویه θ می‌سازد. جرم گلوله‌ها کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

$\frac{kq^2 \cos \theta}{4L^2 g \sin^2 \theta}$ (۴)

$\frac{kq^2 \cos \theta}{2L^2 g \sin^2 \theta}$ (۳)

$\frac{kq^2 \cos \theta}{4L^2 g \sin^2 \theta}$ (۲)

$\frac{kq^2 \cos \theta}{2L^2 g \sin^2 \theta}$ (۱)



۸- دو کره فلزی یکسان که دارای بار الکتریکی غیرهمنام 10^{-4} کولن و -10^{-5} کولن هستند. در فاصله ۳ متری نیروی یک نیوتون را به یکدیگر وارد می‌کنند. اگر دو کره را به هم تماس داده و در فاصله d قرار دهیم، نیروی بین آنها $1/25$ نیوتون افزایش می‌یابد. فاصله d چند متر است؟

۳ (۴)

۴ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

۹- اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای در فاصله r سانتی‌متر از هم برابر با F است. اگر در حالت اول به مقدار 1 cm اضافه کنیم و در حالت دوم از r به اندازه 1 cm کم کنیم، اندازه نیروی الکتریکی بین بارها در SI به ترتیب برابر با $F_1 = \frac{9}{16}F$ و $F_2 = (F + 25)N$ می‌گردد. اندازه F چند نیوتون است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

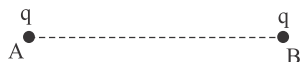
۵۷,۱۴ (۴)

۴۵ (۳)

۳۲,۱۴ (۲)

۲۰ (۱)

۱۰- مطابق شکل زیر، بارهای الکتریکی مثبت و هم اندازه q در جای خود ثابت شده‌اند و به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی F وارد می‌کنند. اگر تعدادی الکترون از جسم A به جسم B منتقل کنیم تا بار جسم B برابر $-2q$ شود، در این صورت بزرگی نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند، چند برابر F می‌شود؟



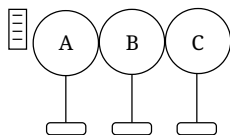
۸ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

۱۱- در شکل زیر سه کره رسانای مشابه بدون بار A ، B و C روی پایه‌های عایق با یکدیگر در تماس هستند. میله‌ای با بار منفی را به کره A نزدیک می‌کنیم و در این حالت کره A را از بقیه جدا می‌کنیم. سپس میله را دور کرده و در نهایت دو کره B و C را نیز جدا می‌کنیم. اگر بار کره C ، $-4\mu\text{C}$ باشد، بار کره‌های A و B به ترتیب از راست به چپ بر حسب میکروکولن در کدام گزینه آمده است؟

۲ خنثی، $+4$ (۲)۱ $+8, -4$ ۴ $+4, -8$ (۴)۳ $+4, -4$

۱۲- یکای k قانون کولن در SI کدام است؟

۴ $\frac{C^2}{Nm}$ (۴)۳ $\frac{C^2}{Nm^2}$ (۳)۲ $\frac{Nm}{C}$ (۲)۱ $\frac{Nm^2}{C^2}$ (۱)

۱۳- دو بار الکتریکی غیرهمنام به فاصله ۸ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند. اگر آنها را به هم نزدیک کنیم تا فاصله‌شان از هم ۴ سانتی‌متر شود، نیروی ربایشی (جاذبه‌ای) بین آنها نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

۴ $\frac{1}{2}$ (۴)۳ $\frac{1}{4}$ (۳)

۲ (۲)

۴ (۱)

۱۴- با توجه به سری الکتریسیته مالشی، اگر یک میله شیشه‌ای خنثی را یک پارچه کتان خنثی مالش دهیم، جرم میله شیشه‌ای می‌شود و اندازه بار میله شیشه‌ای اندازه بار پارچه کتانی می‌شود.

انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه
پارچه کتان
پلاستیک
انتهای منفی سری

۲ بیش‌تر - بیش‌تر از (۲)

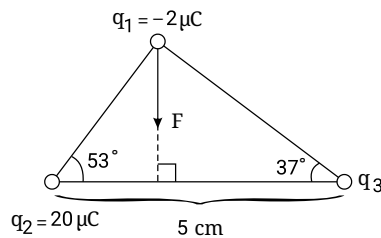
۱ بیش‌تر - برابر با

۴ کمتر - کمتر از (۴)

۳ کمتر - برابر با



۱۵- در شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_1 = -2\mu C$ از طرف دو بار دیگر (F) نشان داده شده است. اندازه این نیرو چند نیوتون



است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$, $k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

(۱) ۳۰۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۵۰۰

(۴) ۶۰۰

۱۶- دو بار نقطه‌ای q و $4q$ در فاصله r از یکدیگر قرار دارند. اگر حاصل $\frac{q}{r}$ در SI برابر با 10^{-6} باشد، در این صورت اندازه نیروی الکتریکی که این

دو بار بر یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

(۱) 36×10^{-3}

(۲) 144×10^{-3}

(۳) 36×10^{-3}

(۴) 144×10^{-3}

۱۷- اگر نیرویی که بار نقطه‌ای q_1 به بارهای نقطه‌ای q_2 و q_3 وارد می‌کند در SI به ترتیب به صورت $\vec{F}_{12} = 5\vec{i} - 2\vec{j}$ و $\vec{F}_{13} = 3\vec{i} + 5\vec{j}$ باشد، بردار نیروی الکتریکی وارد بر بار نقطه‌ای q_1 از طرف دو بار q_2 و q_3 در SI به چه صورت است؟

(۱) $8\vec{i} + 3\vec{j}$

(۲) $-8\vec{i} - 3\vec{j}$

(۳) $2\vec{i} - 7\vec{j}$

(۴) $-2\vec{i} + 7\vec{j}$

۱۸- دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم نام q_1 و q_2 به یکدیگر نیروی الکتریکی F را وارد می‌کنند. اگر ۲۰ درصد از بار q_1 را برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم، در همان فاصله قبلی اندازه نیروی الکتریکی بین آن‌ها تغییری نمی‌کند. حاصل $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟

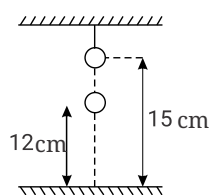
(۱) $\frac{5}{4}$

(۲) $\frac{1}{4}$

(۳) $\frac{4}{5}$

(۴) ۴

۱۹- مطابق شکل زیر، یک گوی کوچک فلزی که بدون بار الکتریکی است، در فاصله ۱۵ سانتی متری از سطح زمین آویزان و در جای خود ثابت می‌باشد. چند الکترون از گوی جدا کنیم تا گوی دیگری به جرم ۱۴۴ میلی گرم که دارای بار الکتریکی ۳- نانوکولن است و دقیقاً در زیر گوی اول قرار دارد، توسط آن در فاصله ۱۲ سانتی متری سطح زمین معلق بماند؟



($e = 1.6 \times 10^{-19} C$ و $k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$, $g = 10 N/kg$)

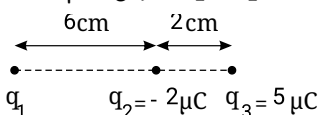
(۱) 10^{11}

(۲) 10^{10}

(۳) 3×10^{11}

(۴) 3×10^{10}

۲۰- در شکل زیر، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 از طرف دو بار q_1 و q_2 برابر با صفر است. اگر جای بارهای q_2 و q_3 را عوض کنیم، اندازه برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 چند نیوتون و در چه جهتی خواهد بود؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)



(۱) ۱۳۵، چپ

(۲) ۲۴۷/۵، چپ

(۳) ۳۱۵، راست

(۴) ۳۱۵، چپ

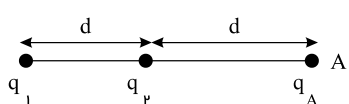
۲۱- اندازه نیروی کولنی بین دو بار $4\mu C$ و $8\mu C$ که به فاصله d از هم قرار دارند، $40 N$ است. اگر یک بار ۲ میکروکولنی را در فاصله $\frac{2d}{3}$ از بار ۸

میکروکولنی و بین دو بار قرار دهیم، نیروی وارد بر آن چند نیوتون و در چه جهتی است؟

(۱) ۹۰ و به طرف بار ۸ میکروکولنی (۲) ۹۰ و به طرف بار ۴ میکروکولنی (۳) ۴۵ و به طرف بار ۸ میکروکولنی (۴) ۴۵ و به طرف بار ۴ میکروکولنی



۲۲- مطابق شکل زیر بر بار الکتریکی نقطه‌ای q_A ، در نقطه A از طرف بار الکتریکی q_1 و q_2 نیروی الکتریکی برآیند $\vec{F}$ وارد می‌شود. اگر بار q_2 حذف



شود، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_A برابر با $\frac{\vec{F}}{8}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟

④ $\frac{1}{28}$

③ $\frac{4}{7}$

② $\frac{-1}{14}$

① $\frac{1}{14}$

۲۳- نیرویی که بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 به بار الکتریکی نقطه‌ای q_2 که در فاصله d از آن قرار دارد، وارد می‌کند. در SI به صورت $\vec{F}_{12} = 2\vec{i} - \vec{j}$

است. اگر بارهای q_1 و q_2 نصف و فاصله بین دو بار $\frac{3d}{2}$ شود، نیروی وارد بر بار q_1 برحسب بردارهای یک‌ه در SI کدام است؟

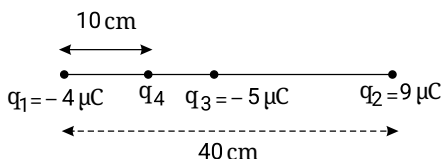
④ $\frac{1}{9}(-2\vec{i} + \vec{j})$

③ $\frac{1}{9}(2\vec{i} - \vec{j})$

② $\frac{9}{16}(-2\vec{i} + \vec{j})$

① $\frac{9}{16}(2\vec{i} - \vec{j})$

۲۴- مطابق شکل زیر، بار $q_3 = -5\mu C$ را در چند سانتی‌متری از بار q_4 قرار دهیم تا برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 صفر شود؟



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

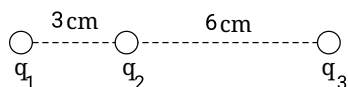
② ۱۰

① ۲۰

④ ۴۰

③ ۱۵

۲۵- در شکل زیر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای q_2 از طرف دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_3 ، برابر $\vec{F}$ است. اگر بار q_3 را دو



برابر کنیم، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 ، برابر $3\vec{F}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟

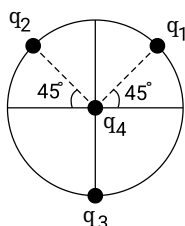
④ ۴

③ -۴

② ۸

① -۸

۲۶- در شکل زیر اگر $q_1 = q_2 = -4\mu C$ باشد، مقدار q_3 چند میکروکولن باشد تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4 صفر گردد؟



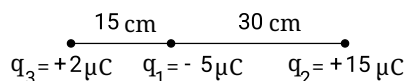
① $\sqrt{2}$

② $-\sqrt{2}$

③ $4\sqrt{2}$

④ $-4\sqrt{2}$

۲۷- در شکل زیر، هر سه بار الکتریکی نقطه‌ای در جای خود ثابت شده‌اند. چند الکترون از بار q_2 جدا کنیم تا بار q_3 در حالت تعادل باشد؟



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

④ $\frac{15}{8} \times 10^{14}$

③ $\frac{8}{15} \times 10^{12}$

② $\frac{15}{8} \times 10^{13}$

① $\frac{8}{15} \times 10^{14}$



۲۸- یک قطعه پلاستیکی خنثی را توسط یک پارچه پشمی خنثی مالش می‌دهیم. اگر طی این عمل تعداد 4.5×10^{13} الکترون جابه‌جا شود، بار قطعه پلاستیکی چند میکروکولن خواهد شد؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ nC}$)

ری الکتریسیته مالشی

انتهای مثبت سری
شیشه
پشم
سرب
کاغذ
پلاستیک

- (۱) 7.2 (۲) -7.2
(۳) 7200 (۴) -7200

۲۹- عدد اتمی بور ۵ است. بار الکتریکی هسته اتم بور به ترتیب از راست به چپ برحسب کولن برابر با کدام گزینه است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

- (۱) $-8 \times 10^{-19}, +8 \times 10^{-19}$ (۲) $+8 \times 10^{-19}$ صفر (۳) -8×10^{-19} صفر (۴) $-8 \times 10^{-19}, -8 \times 10^{-19}$

۳۰- بار الکتریکی در هر جسم، همواره

- (۱) مضرب صحیحی از بار بنیادی یک الکترون است. (۲) کمیت پیوسته‌ای است که بی‌نهایت قابل تقسیم است.
(۳) مضرب صحیحی از یک کولن است. (۴) کمیت پیوسته‌ای است که نمی‌تواند کمتر از بار الکتریکی پایه باشد.

۳۱- دو ذره که اندازه بار الکتریکی یکی ۲ برابر دیگری است در فاصله مشخصی از هم قرار دارند و یکدیگر را دفع می‌کنند. چند درصد از بار بزرگ‌تر را به بار کوچک‌تر منتقل کنیم تا بدون تغییر فاصله، نیروی دافعه بین آن‌ها بیشترین مقدار شود؟

- (۱) ۷۵ (۲) ۲۵ (۳) ۱۵ (۴) ۵۰

۳۲- عدد اتمی کربن برابر با $Z = 6$ است. به ترتیب از راست به چپ بار الکتریکی هسته اتم کربن و بار الکتریکی اتم کربن در حالت خنثی برابر با چند میکروکولن است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

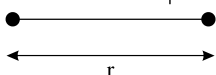
- (۱) -9.6×10^{-19} صفر (۲) صفر، 9.6×10^{-19} (۳) 9.6×10^{-19} صفر (۴) صفر، صفر

۳۳- کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند بار الکتریکی یک جسم برحسب کولن باشد؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

- (۱) 3.2×10^{-20} (۲) 8×10^{-19} (۳) 1.6×10^{-20} (۴) 7.2×10^{-19}

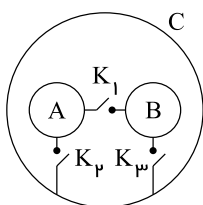
۳۴- مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی در فاصله r از یکدیگر قرار دارند و نیروی جاذبه F به یکدیگر وارد می‌کنند، اگر با ثابت بودن فاصله، ۴۰ درصد از بار q_1 را به q_2 انتقال دهیم، نیروی جاذبه بین دو بار چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

$$q_1 = 100 \mu\text{C} \quad q_2 = -60 \mu\text{C}$$



- (۱) ۲۰ درصد کاهش (۲) ۸۰ درصد افزایش
(۳) ۲۰ درصد افزایش (۴) ۸۰ درصد کاهش

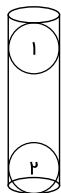
۳۵- در شکل روبه‌رو برای سه پوسته کروی رسانا، $R_A = R_B = \frac{1}{4} R_C$ همه کلیدها باز و $q_A = +20 \mu\text{C}$ ، $q_B = +30 \mu\text{C}$ و $q_C = -5 \mu\text{C}$ است. برای چند لحظه کلید K_1 را بسته و سپس باز می‌کنیم. پس از آن کلید K_2 را می‌بندیم. بار نهایی کره‌ها برحسب μC کدام گزینه است؟



- (۱) $q_C = 20$ $q_B = 25$ $q_A = 0$ (۲) $q_C = 16$ $q_B = 25$ $q_A = 4$
(۳) $q_C = -5$ $q_B = 25$ $q_A = 25$ (۴) $q_C = 10$ $q_B = 25$ $q_A = 10$



۳۶- مطابق شکل دو گوی باردار داخل لوله‌ای با اصطکاک ناچیز و عایق در فاصله ۵۰ سانتی‌متری از هم در تعادل‌اند. اگر ۱۹ درصد از بار گوی بالایی را خنثی کنیم؛ فاصله دو گوی از هم، بعد از برقراری تعادل جدید چند سانتی‌متر خواهد شد؟



۴۲ (۷)

۴۱ (۱)

(۴) داده‌ها برای محاسبه کافی نیست؛ باید وزن گوی بالایی مشخص باشد.

۴۵ (۳)

۳۷- کدام یک از گزینه‌های زیر، می‌توانند بیانگر بار الکتریکی یک جسم باشد؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

 $\pi \mu C$ (۴) $11.2 \times 10^{-13} C$ (۳) $4 \times 10^{-10} nC$ (۷) $\frac{2}{3} \times 10^{-12} \mu C$ (۱)

۳۸- با توجه به جدول سری الکتریسته مالشی، اگر گلوله‌های آلومینیومی و برنجی را با پارچه کتان و گلوله‌های سربی و شیشه‌ای را با پارچه پشمی مالش دهیم، در این صورت هنگامی که گلوله‌ها را به یکدیگر نزدیک می‌کنیم، کدام گزینه صحیح است؟

انتهای مثبت سری
شیشه
پشم
سرب
آلومینیوم
پارچه کتان
برنج، نقره
پلاستیک
انتهای منفی سری

(۱) گلوله آلومینیومی، گلوله شیشه‌ای را جذب می‌کند.

(۷) گلوله سربی، گلوله برنجی را جذب می‌کند.

(۳) گلوله برنجی، گلوله شیشه‌ای را جذب می‌کند.

(۴) گلوله سربی، گلوله آلومینیومی را دفع می‌کند.

۳۹- اگر دو بار نقطه‌ای $q_1 = 9 \mu C$ و $q_2 = -4 \mu C$ را در فاصله ۱۸ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دهیم، با نیروی الکتریکی نیوتون

یکدیگر را ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

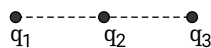
(۴) ۱۰، می‌ربایند.

(۳) ۱۰، می‌رانند.

(۷) ۱۲، می‌ربایند.

(۱) ۱۲، می‌رانند.

۴۰- مطابق شکل زیر سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 ، q_2 و q_3 در سه نقطه ثابت شده‌اند. اگر برایندهای الکتریکی وارد بر بار q_3 از طرف دو بار دیگر برابر صفر باشد، کدام گزینه در مورد بارهای q_1 و q_2 صحیح است؟



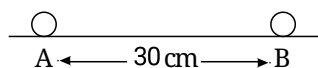
(۷) $|q_2| < |q_1|$ ، $q_1 q_2 < 0$

(۱) $|q_2| < |q_1|$ ، $q_1 q_2 > 0$

(۴) $|q_1| < |q_2|$ ، $q_1 q_2 > 0$

(۳) $|q_1| < |q_2|$ ، $q_1 q_2 < 0$

۴۱- گلوله نارسانا و کوچک A با بار الکتریکی $-2 \mu C$ و جرم ۱۰ گرم روی سطح بدون اصطکاکی قرار دارد. اگر مطابق شکل، گلوله نارسانا و کوچک دیگری با بار $-3 \mu C$ در فاصله $3.0 cm$ این گلوله قرار دهیم، شتاب حرکت گلوله A در شروع حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟



($k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$)

(۷) ۶

(۱) ۶۰

(۴) ۰٫۰۶

(۳) ۰٫۶



۴۲- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 4\mu C$ و $q_2 = 36\mu C$ در فاصله $12cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. بار الکتریکی q_3 را در چه فاصله‌ای بر حسب سانتی‌متر از بار q_1 قرار دهیم تا در حالت تعادل قرار گیرد؟

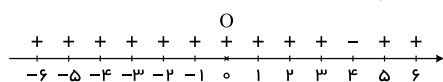
- ① ۹ ② ۶ ③ ۳ ④ ۴

۴۳- دو بار الکتریکی $4nC$ و $5mC$ در فاصله $30cm$ از هم قرار دارند. نیروی الکتریکی بین آنها چند نیوتون و از چه نوعی است؟ (

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

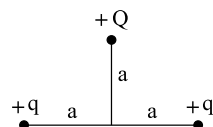
- ① ۰٫۲ و دافعه ② ۰٫۲ و جاذبه ③ ۲ و دافعه ④ ۲ و جاذبه

۴۴- مطابق شکل ۱۳ بار الکتریکی هم‌اندازه که فقط بار چهارم سمت راست مبدأ منفی است، روی محور x در فاصله‌های یکسان از هم قرار گرفته‌اند. اگر اندازه نیروی الکتریکی بین هر دو بار مجاور برابر F باشد، نیروی خالص وارد بر بار موجود در مبدأ مکان کدام است؟



- ① صفر ② $\frac{F}{16}$
③ $\frac{F}{8}$ ④ $\frac{F}{4}$

۴۵- در شکل زیر، بزرگی نیرویی که بارهای نقطه‌ای q بر هم وارد می‌کنند، برابر با F و بزرگی برابند نیروهای وارد بر بار Q برابر با F' است. اگر



- ① ۲ ② ۱ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{1}{4}$

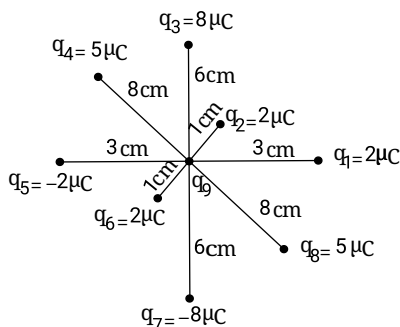
۴۶- یک میله سربی را با پارچه‌ای ابریشمی مالش می‌دهیم و آن را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک می‌کنیم. زمانی که این میله در نزدیکی کلاهک الکتروسکوپ قرار می‌گیرد. بار الکتریکی القا شده در کلاهک و ورقه‌های الکتروسکوپ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

سری الکتریسیته مالشی
انتهای مثبت
موی انسان
سرب
ابریشم
تفلون
انتهای منفی

- ① مثبت - مثبت ② مثبت - منفی ③ منفی - مثبت ④ منفی - منفی



۴۷- در شکل مقابل، اندازه نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_9 = 1 \mu C$ چند برابر اندازه نیروی الکتریکی ای است که بار q_7 بر بار q_9 وارد می‌کند؟ ($k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$ ، دو بار q_1 و q_5 در راستای محور x و دو بار q_7 و q_9 در راستای محور y هستند.)



$$\frac{2\sqrt{2}}{9} \quad (1)$$

$$\frac{4\sqrt{2}}{9} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{9} \quad (3)$$

$$\frac{8\sqrt{2}}{9} \quad (4)$$

۴۸- دو بار الکتریکی هم‌اندازه و ناهم‌نام q_1 و q_2 در فاصله r از یکدیگر قرار گرفته‌اند و به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند. اگر ۲۰ درصد از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 اضافه کنیم و فاصله بارها را از یکدیگر ۲ برابر کنیم، اندازه نیرویی که به یکدیگر وارد می‌کنند، چند برابر F خواهد شد؟

$$0.24 \quad (4)$$

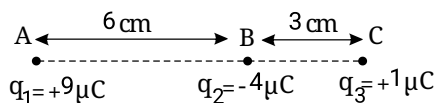
$$0.96 \quad (3)$$

$$0.64 \quad (2)$$

$$0.16 \quad (1)$$

۴۹- مطابق شکل زیر، سه ذره با بارهای $q_1 = +9 \mu C$ ، $q_2 = -4 \mu C$ و $q_3 = +1 \mu C$ در نقطه‌های A ، B و C ثابت شده‌اند. اگر اندازه

نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 را F_3 و اندازه نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 را F_2 بنامیم، حاصل $\frac{F_2}{F_3}$ کدام است؟



$$(k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2)$$

$$\frac{5}{3} \quad (4)$$

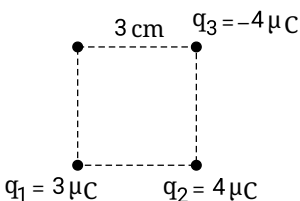
$$\frac{13}{5} \quad (3)$$

$$\frac{13}{3} \quad (2)$$

$$1 \quad (1)$$

۵۰- مطابق شکل، در سه رأس از یک مربع، بارهای الکتریکی نقطه‌ای قرار داده‌ایم. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر بار q_1 چند نیوتون است و جهت آن

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}) \text{ کدام است؟}$$



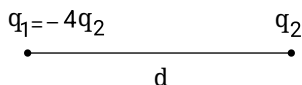
$$200, \quad (2)$$

$$200, \quad (1)$$

$$280, \quad (4)$$

$$280, \quad (3)$$

۵۱- در شکل زیر بار الکتریکی نقطه‌ای Q را روی خط واصل دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 ، در چه فاصله‌ای از بار q_2 قرار دهیم تا در حال تعادل واقع شود؟



$$\text{به فاصله } \frac{d}{4} \text{ بین دو بار} \quad (4)$$

$$\text{به فاصله } \frac{d}{4} \text{ خارج از دو بار} \quad (3)$$

$$\text{به فاصله } d \text{ بین دو بار} \quad (2)$$

$$\text{به فاصله } d \text{ خارج از دو بار} \quad (1)$$



۵۲- دو کره‌ی فلزی یکسان که روی دو پایه‌ی عایق و در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، دارای بارهای الکتریکی $q_1 = -4\mu C$ و $q_2 = 10\mu C$ می‌باشند. اگر دو کره را با هم تماس دهیم و در فاصله‌ی $\frac{r}{2}$ از یکدیگر قرار دهیم، اندازه‌ی نیروی بین دو کره چند برابر حالت اول می‌شود؟

(۴) $\frac{160}{9}$

(۳) $\frac{9}{10}$

(۲) $\frac{10}{9}$

(۱) $\frac{9}{160}$

۵۳- دو بار الکتریکی $q_1 = -3\mu C$ و $q_2 = 6\mu C$ در فاصله‌ی ۹ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند. نیروی الکتریکی بین آنها برحسب نیوتون، کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

(۴) دافعه، ۱۸۰

(۳) جاذبه، ۱۸۰

(۲) دافعه، ۲۰

(۱) جاذبه، ۲۰

۵۴- یک میله‌ی پلاستیکی بدون بار را با پارچه‌ی پشمی بدون بار مالش می‌دهیم. پس از مالش، مقدار بار الکتریکی میله‌ی پلاستیکی $1nC$ می‌شود. تعداد الکترون‌های منتقل‌شده از پارچه‌ی پشمی به میله‌ی پلاستیکی چقدر است؟ $(e = 1.6 \times 10^{-19} C)$

(۴) 10^{11}

(۳) 5×10^{10}

(۲) 10^6

(۱) 5×10^5

۵۵- دو کره‌ی مشابه هم‌اندازه و رسانا با بارهای $+16\mu C$ و $-4\mu C$ در فاصله‌ی r از هم ثابت شده‌اند. اگر این دو کره را با یک سیم رسانا برای یک لحظه به هم تماس دهیم و در فاصله‌ی $\frac{r}{4}$ از هم قرار دهیم، اندازه‌ی نیروی بین آنها برابر شده و نوع نیرو در حالت دوم می‌باشد.

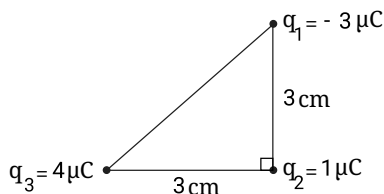
(۴) ۹- جاذبه

(۳) ۹- دافعه

(۲) ۳- دافعه

(۱) ۳- جاذبه

۵۶- سه ذره‌ی باردار مطابق شکل زیر در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. بزرگی نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذره‌ی q_2 چند نیوتون است؟



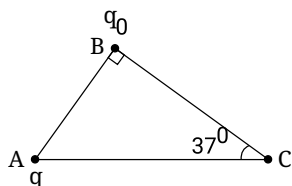
(۴) ۷۰

(۳) ۵۰

(۲) ۱۵

(۱) ۱۰

۵۷- در شکل زیر، اندازه‌ی نیروی الکتریکی‌ای که بار نقطه‌ای q به بار نقطه‌ای q_0 وارد می‌کند، برابر با F است. چنانچه بار نقطه‌ای q از نقطه‌ی A به نقطه‌ی C منتقل شود، اندازه‌ی نیروی الکتریکی‌ای که بر بار q_0 وارد می‌کند، چند برابر F می‌شود؟ $(\sin 37^\circ = 0.6)$



(۴) $\frac{9}{25}$

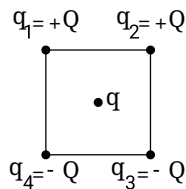
(۳) $\frac{3}{5}$

(۲) $\frac{9}{16}$

(۱) $\frac{3}{4}$



۵۸- بار الکتریکی نقطه‌ای q در مرکز مربع شکل زیر قرار دارد و در گوشه‌های این مربع، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه قرار دارند. مکان کدام دو بار را با یکدیگر جابه‌جا کنیم تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q برابر با صفر شود؟



(۴) q_2 با q_1

(۳) q_4 با q_1

(۲) q_4 با q_2

(۱) q_3 با q_1

۵۹- دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام $q_1 = 10 \mu C$ و q_2 در فاصله r به هم نیروی الکتریکی F را وارد می‌کنند. در صورتی که ۲۰ درصد از بار q_1 را

برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم، اندازه نیرویی که دو بار در همان فاصله به یکدیگر وارد می‌کنند، $\frac{4}{3}F$ می‌شود. q_2 چند میکروکولن است؟

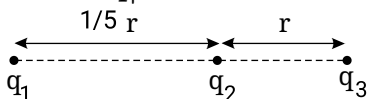
(۴) $\frac{3}{4}$

(۳) ۸

(۲) ۳

(۱) ۲

۶۰- در شکل روبه‌رو، برآیند نیروهای وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 از طرف بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_2 و q_3 برابر با صفر است. کدام $\frac{q_3}{q_2}$ است؟



(۴) $\frac{25}{9}$

(۳) $-\frac{25}{9}$

(۲) $\frac{9}{25}$

(۱) $-\frac{9}{25}$



پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۲ ابتدا مقدار بار منفی که جسم به دلیل گرفتن $10^{13} \times 5$ الکترون به دست می‌آورد را محاسبه می‌کنیم:

$$q = -ne \rightarrow q = -5 \times 10^{13} \times 1.6 \times 10^{-19} = -8 \times 10^{-6} = -8 \mu C$$

وقتی این کره با بار اولیه q ، $8 \mu C$ بار منفی را می‌گیرد بار آن منفی می‌شود و اندازه بار منفی آن $\frac{2}{3}$ اندازه بار اولیه‌اش می‌شود:

$$q - 8 = -\frac{2}{3}q \rightarrow \frac{5}{3}q = 8 \rightarrow q = 4.8 \mu C$$

$$\text{بار نهایی کره} = -\frac{2}{3} \times q = -\frac{2}{3} \times 4.8 = -3.2 \mu C$$

با اتصال این کره به کره رسانا و مشابه، بار هر کره نصف بار کل و خالص آن‌ها می‌شود:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-3.2 + 4.8}{2} = 0.8 \mu C$$

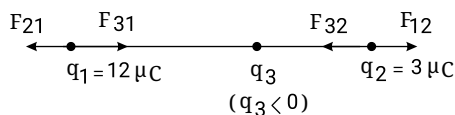
مقدار باری که از یک به دیگری منتقل می‌شود برابر است با:

$$|q_1 - q'_1| = 4.8 - 0.8 = 4.0 \mu C$$

در واقع $4.0 \mu C$ بار منفی از کره با بار $-3.2 \mu C$ به کره با بار $4.8 \mu C$ منتقل شده است.

۲ - گزینه ۳ چون برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر ذره صفر است، حتماً این سه ذره بر روی یک خط واقع‌اند.

چون q_1 و q_2 هم علامت‌اند، بار q_3 حتماً بین این دو بار و نزدیک‌تر به بار q_2 ($q_2 < q_1$) است.



چون برایند نیروهای وارد بر هر ذره صفر است، (مثلاً بار q_1 را در نظر بگیریم) باید بار q_3 مخالف علامت دوبار دیگر باشد یعنی: $q_3 < 0$

$$r_{12} = \sqrt{(4 - (-8))^2 + (3 - 12)^2} = \sqrt{144 + 81} = 15$$

$$r_{13} = x, r_{12} = 15 \text{ cm}, r_{23} = (15 - x) \text{ cm}$$

$$\begin{cases} F_{r1} = F_{r1} \rightarrow \frac{kq_1|q_3|}{r_{13}^2} = \frac{kq_1q_2}{r_{12}^2} & (1) \\ F_{r2} = F_{r2} \rightarrow \frac{k|q_3|q_2}{r_{23}^2} = \frac{kq_1q_2}{r_{12}^2} & (2) \end{cases}$$

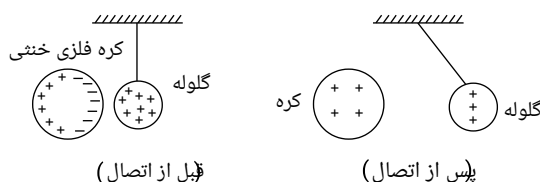
$$(1), (2) \rightarrow \frac{kq_1|q_3|}{r_{13}^2} = \frac{k|q_3|q_2}{r_{23}^2} \rightarrow \frac{12}{x^2} = \frac{3}{(15-x)^2} \rightarrow \left(\frac{15-x}{x}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\rightarrow \frac{15-x}{x} = \frac{1}{2} \rightarrow 30 - 2x = x \rightarrow 3x = 30 \rightarrow \boxed{x = 10 \text{ cm}}$$

$$(1) \rightarrow \frac{|q_3|}{r_{13}^2} = \frac{q_2}{r_{12}^2} \rightarrow |q_3| = \left(\frac{r_{13}}{r_{12}}\right)^2 q_2 = \left(\frac{10}{15}\right)^2 \times 3 \mu C = \frac{4}{3} \mu C$$

$$q_3 < 0 \rightarrow \boxed{q_3 = -\frac{4}{3} \mu C}$$

۳ - گزینه ۱ اگر کره فلزی به گلوله فلزی نزدیک شود، بارهای کره فلزی به صورت تصویر زیر توزیع می‌شود و پس از آن بین بارهای مثبت گلوله آویزان و بارهای منفی القاشده در سمت راست کره، نیروی جاذبه و بین بارهای مثبت گلوله و بارهای مثبت القاشده در سمت چپ کره نیروی دافعه به وجود می‌آید. چون فاصله بین بارهای مثبت و منفی کمتر است، پس نیروی جاذبه قوی‌تر می‌باشد. بنابراین گلوله جذب کره می‌شود. بعد از تماس بار مثبت گلوله بین کره و گلوله تقسیم شده و هر دو مثبت می‌شوند؛ بنابراین بارهای همنام به وجود آمده در کره فلزی و گلوله فلزی یکدیگر را دفع می‌نمایند.



۴ - گزینه ۱ بنابر قانون سوم نیوتون نیرویی که دو جسم برهم وارد می کنند، هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگر هستند.

۵ - گزینه ۱ از آن جایی که F بر وتر عمود است می توان زاویه های کناری F را تشخیص داد (که α و β هستند) حال اگر F را بر روی ضلع های مثلث تجزیه کنیم، هر کدام از نیرو های F_{r1} و F_{r1} ظاهر می شوند و داریم:

$$(\cos \theta = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}})$$

$$F \cos \beta = F_{r1} \rightarrow F \times \frac{8}{10} = \frac{kq_1 q_r}{r^2} \Rightarrow q_r = \frac{36 \times 10^{-8} F}{kq_1}$$

$$F \cos \alpha = F_{r1} \rightarrow F \times \frac{6}{10} = \frac{kq_1 q_r}{r^2} \Rightarrow q_r = \frac{64 \times 10^{-8} F}{kq_1}$$

$$\Rightarrow \frac{q_r}{q_1} = \frac{36 \times 10^{-8} F}{64 \times 10^{-8} F} = \frac{9}{16}$$

از آن جایی که q_r و q_1 هر دو q_1 را جذب کرده اند، پس هر دو هم نام اند.

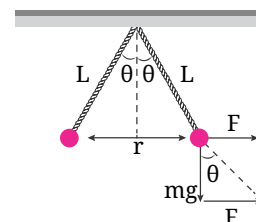
۶ - گزینه ۴ اگر بار اولیه را q و باری که به آنها اضافه می شود را Q بنامیم، داریم:

$$\frac{F_r}{F_1} = \frac{(Q - q)(Q + q)}{|-q| + q} = 2 \Rightarrow Q^2 - q^2 = 2q^2 \Rightarrow Q^2 = 3q^2 \Rightarrow Q = \sqrt{3}q$$

۷ - گزینه ۲

$$\tan \theta = \frac{F}{mg} \Rightarrow m = \frac{F}{g \tan \theta} = \frac{\frac{kq^2}{r^2}}{g \tan \theta}$$

$$= \frac{kq^2}{g \tan \theta} \times \frac{1}{(r \sin \theta)^2} = \frac{kq^2}{g \tan \theta (r \sin \theta)^2} \Rightarrow m = \frac{kq^2 \cos \theta}{r^2 L^2 g \sin^3 \theta}$$



۸ - گزینه ۴ به کمک رابطه $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ بین نیروی اولیه و نیروی جدید (F' , F) رابطه روبرو برقرار است:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_1'}{q_1} \times \frac{q_2'}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \quad [I]$$

کافی است مقادیر q_1' و q_2' را به دست آوریم، می دانیم اگر دو کره را به هم تماس دهیم، بار نهایی آنها باهم مساوی و برابر میانگین بار اولیه آنهاست، بنابراین:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{10^{-8} + (-10^{-8})}{2} = \frac{1 \times 10^{-8} + (-0.1 \times 10^{-8})}{2} = \frac{0.9 \times 10^{-8}}{2} = 4.5 \times 10^{-9}$$

از طرفی چون سؤال گفته نیرو 1.025 نیوتون افزایش یافته، پس:

$$F' = F + 1.025 = 1 + 1.025 = 2.025 N$$

حال با جایگذاری در رابطه مقایسه ای [I] داریم: ($r = 3m$, $r' = d$)

$$\frac{2.025}{1} = \frac{4.5 \times 10^{-9}}{10^{-8}} \times \frac{4.5 \times 10^{-9}}{10^{-8}} \times \left(\frac{3}{d}\right)^2 \Rightarrow d = 3m$$

(بطور اتفاقی جواب با فاصله اولیه برابر بود، یعنی بهم وصل کردن کره ها به تنهایی مقدار نیرو را زیاد کرده است).

۹ - گزینه ۱

$$\frac{\frac{9}{16} F}{F} = \left(\frac{r}{r+1}\right)^2 \Rightarrow \frac{9}{16} = \frac{r^2}{(r+1)^2} \Rightarrow r = 3cm$$

$$\text{حالت دوم: } \frac{F+25}{F} = \left(\frac{r}{r-1}\right)^2 \Rightarrow \frac{F+25}{F} = \left(\frac{3}{r}\right)^2 \Rightarrow F = 20N$$

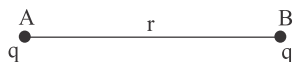


۱۰ - گزینه ۴

برای اینکه بار q به بار $2q$ - تبدیل شود، باید $3q$ - به آن اضافه کرده باشیم $(q' = q + (-3q) = -2q)$ و چون این $3q$ - را از بار q + گرفته‌ایم، بار جدید آن $4q$ خواهد شد ($q'' = q - (-3q) = 4q$)

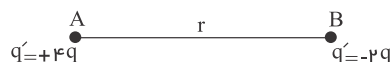
پس در وضعیت جدید داریم:

حالت اول: دامنه



$$F_1 = \frac{kq^2}{r^2}$$

حالت دوم: جاذبه



$$F_2 = \frac{k(4q)(2q)}{r^2} \rightarrow F_2 = 8 \frac{kq^2}{r^2} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{8 \frac{kq^2}{r^2}}{\frac{kq^2}{r^2}} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 8$$

۱۱ - گزینه ۱ در نهایت بار مثبت q روی کره A و بار $2q$ - و $4q$ - روی کره‌های مشابه B و C پخش می‌شود. پس:

$$q_A = 2 |q_C| \xrightarrow{q_C = -4} q_A = 8 \mu C$$

$$q_C = q_B = -4 \mu C$$

۱۲ - گزینه ۱ در فرمول قانون کولن ابتدا k را به دست می‌آوریم و به جای پارامترها واحدهای آنها را قرار می‌دهیم تا واحد k به دست آید:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow k = \frac{F \cdot r^2}{q_1 q_2} \equiv \frac{N \cdot m^2}{C^2} \rightarrow k = \frac{Nm^2}{C^2}$$

۱۳ - گزینه ۱ در اینجا چون بارهای الکتریکی تغییر نکرده‌اند، فقط تغییر فاصله باعث تغییر در نیروی الکتریکی می‌شود، یعنی:

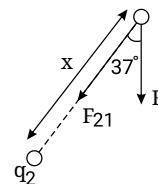
$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \xrightarrow{F \propto \frac{1}{r^2}} \frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{4}{8}\right)^2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow F_2 = 4F_1$$

۱۴ - گزینه ۳ با توجه به سری الکتریسیته مالشی، چون شیشه نسبت به پارچه کتان به انتهای مثبت سری نزدیکتر است، بنابراین در مالش میله شیشه‌ای با پارچه کتان، شیشه دارای بار مثبت و پارچه کتان دارای بار منفی خواهد شد. چون شیشه الکترون از دست داده است. بنابراین جرم آن به اندازه جرم الکترون‌هایی که از دست داده، کاهش می‌یابد. بنابر اصل پایستگی بار الکتریکی، چون میله و پارچه خنثی بوده‌اند، بنابراین اندازه بار الکتریکی آن‌ها یکسان خواهد بود.

۱۵ - گزینه ۳

$$x = 5 \sin 37^\circ = 5 \times 0.6 = 3 \text{ cm}$$



$$\cos 37^\circ = \frac{F_{r1}}{F} \Rightarrow 0.8 = \frac{\frac{k|q_1 q_2|}{x^2}}{F} \Rightarrow F = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^{-6}}{0.8 \times (3 \times 10^{-2})^2} = 500 \text{ N}$$

۱۶ - گزینه ۳

ابتدا طبق رابطه قانون کولن نیروی بین دو بار را حساب می‌کنیم:



$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times q \times 4q}{r^2} = 36 \times 10^{+9} \frac{q^2}{r^2} = 36 \times 10^9 \left(\frac{q}{r}\right)^2$$

از طرفی در صورت سؤال گفته شده $\frac{q}{r} = 10^{-6}$ بنابراین با جایگذاری در رابطه بالا داریم:

$$F = 36 \times 10^9 \times (10^{-6})^2 = 36 \times 10^{+9} \times 10^{-12} = 36 \times 10^{-3} N$$

۱۷ - گزینه ۲ اگر بار q_1 به بار q_2 نیروی الکتریکی $\vec{F}_{12}$ را وارد کند، بار q_2 به بار q_1 نیروی الکتریکی $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$ را وارد خواهد کرد. بنابراین چون نیرویی که بار q_1 به بار q_2 وارد می‌کند به صورت $\vec{F}_{12} = 3\vec{i} + 5\vec{j}$ است، نیرویی که بار q_2 به بار q_1 وارد می‌کند به صورت $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} = -3\vec{i} - 5\vec{j}$ است. به همین طریق نیرویی که بار q_2 به بار q_3 وارد می‌کند به صورت $\vec{F}_{23} = -\vec{F}_{32} = -5\vec{i} + 2\vec{j}$ خواهد بود. در نهایت داریم:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} = (-3\vec{i} - 5\vec{j}) + (-5\vec{i} + 2\vec{j}) \Rightarrow \vec{F}_1 = -8\vec{i} - 3\vec{j}$$

۱۸ - گزینه ۱

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \text{ طبق رابطه داریم:}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

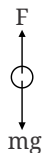
اگر ۲۰ درصد (0.2) از q_1 کم کرده و به q_2 بدهیم:

$$\begin{cases} q'_1 = 0.8q_1 \\ q'_2 = q_2 + 0.2q_1 \end{cases} \rightarrow 1 = \frac{0.8q_1}{q_1} \times \frac{q_2 + 0.2q_1}{q_2} \times 1$$

$$\frac{5}{4} = \frac{q_2 + 0.2q_1}{q_2} \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{5}{4}$$

۱۹ - گزینه ۴

تبادل نیرویی را برای گوی پایینی می‌نویسیم:



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

$$\Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times q_1 \times 3 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 144 \times 10^{-6} \times 10$$

$$\Rightarrow q_1 = 48 \times 10^{-9} C$$

$$q_1 = ne \Rightarrow n = \frac{48 \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{11}$$

۲۰ - گزینه ۴

$$q_2 \text{ تعادل: } F_{12} = F_{22} \Rightarrow \frac{k \times q_1 \times 5}{1^2} = \frac{k \times 2 \times 5}{2^2} \Rightarrow q_1 = 32 \mu C$$

$$q_2 \text{ نیروی وارد بر } F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 32 \times 2 \times 10^{-12}}{(1 \times 10^{-2})^2} = 90 N \Rightarrow \vec{F}_{12} = -90\vec{i}$$

$$F_{22} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 5 \times 10^{-12}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 225 N \Rightarrow \vec{F}_{22} = -225\vec{i} \Rightarrow \vec{F}_2 = -315\vec{i}$$

۲۱ - گزینه ۳ ابتدا طبق رابطه $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ و مقایسه آن بین دو حالت نیروی بین $2 \mu C$ و $8 \mu C$ را پیدا می‌کنیم:



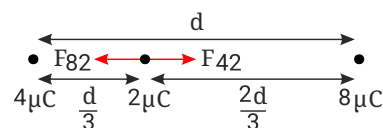
$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_r}{q_r} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{F_{rA}}{F_{Ar}} = \frac{4}{2} \times \frac{1}{1} \times \left(\frac{3}{d}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{rA}}{F_{Ar}} = 2 \times \frac{4}{9} \rightarrow \boxed{F_{Ar} = 45N}$$

و همین‌طور نیروی بین بارهای $4\mu C$ و $2\mu C$

$$\frac{F_{rA}}{F_{rr}} = \frac{2}{4} \times \frac{1}{2} \times \left(\frac{3}{2d}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{rA}}{F_{rr}} = 2 \times \frac{1}{4} \rightarrow \boxed{F_{rr} = 90N}$$

حال اگر شکل را رسم کنیم، جهت تک تک نیروها و نیروی برآیند معلوم می‌شود.

$$F_T = |F_{Ar} - F_{rr}| = +45N$$



۲۲ - گزینه ۳

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_r$$

اگر بار q_r حذف شود، تنها نیروی وارد بر q_A خواهد بود. بنابراین نیروی خالصی که در حالت دوم داریم $\left(\frac{\vec{F}}{1}\right)$ همان F_1 خواهد بود. این مقدار را در حالت اول قرار می‌دهیم و $\vec{F}_r$ را

به‌دست می‌آوریم:

$$\vec{F} = \frac{\vec{F}}{1} + \vec{F}_r \rightarrow \vec{F}_r = \frac{1}{2}\vec{F}$$

از این رابطه هم جهت بودن $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_r$ استنباط می‌شود. حال باید جهت $\vec{F}_1$ را به‌دست آوریم. برای این منظور دو حالت را در نظر می‌گیریم:

(۱) اگر $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_r$ هم جهت باشند:

$$F_r = \frac{1}{2}F, F_1 = \frac{1}{2}F \Rightarrow F_T = F \rightarrow \text{قابل قبول}$$

(۲) اگر $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_r$ در خلاف جهت هم باشند:

$$F_r = \frac{1}{2}F, F_1 = \frac{1}{2}F \Rightarrow F_T = \frac{1}{2}F \rightarrow \text{نیروی خالص به‌دست نمی‌آید}$$

پس نتیجه می‌گیریم F_1 و F_r هم جهت هستند. بنابراین q_1 و q_r همنام هستند:

$$\frac{F_1}{F_r} = \frac{|q_1||q_A|}{|q_r||q_A|} \times \left(\frac{r_r}{r_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_1}{F_r} = \frac{|q_1|}{|q_r|} \times \left(\frac{d}{2d}\right)^2 \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_r|} = \frac{4}{1}$$

۲۳ - گزینه ۴ با توجه به رابطه مقایسه‌ای قانون کولن، داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1||q'_r|}{|q_1||q_r|} \times \left(\frac{d}{d'}\right)^2 \xrightarrow{q'_1 = \frac{q_1}{2}, d' = \frac{2d}{3}} \frac{F'}{F} = \frac{\frac{|q_1|}{2} \times \frac{|q_r|}{2}}{|q_1||q_r|} \times \left(\frac{d}{\frac{2d}{3}}\right)^2 = \frac{1}{4} \times \frac{9}{4} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{9}{16}$$

طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که بارهای الکتریکی به هم وارد می‌کنند، نیروهای عمل و عکس‌العمل هستند که هم‌اندازه بوده ولی در خلاف جهت یکدیگرند. بنابراین نیرویی که بر بار q_1 وارد می‌شود، برابر است با:

$$\vec{F}'_{r1} = -\vec{F}_{1r} \Rightarrow \vec{F}'_{r1} = \frac{1}{9}(-1)(2\vec{i} - \vec{j}) \Rightarrow \vec{F}'_{r1} = \frac{1}{9}(-2\vec{i} + \vec{j})$$

۲۴ - گزینه ۲ با توجه به این که بار q_1 و q_r فاصله آن‌ها از q_A مشخص است می‌توانیم دو نیروی F_{1A} و F_{rA} را بیابیم و برای این که برآیند نیروهای وارد بر q_A صفر شود باید $\vec{F}_{rA}$ با برآیند

دو نیروی $\vec{F}_{1r}$ و $\vec{F}_{r1}$ مساوی و خلاف جهت باشد. (م $q_r > q_1$ فرض شده)



$$F_{1r} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} |q_r|}{(10 \times 10^{-2})^2} = 36 \times 10^5 |q_r| \quad \leftarrow \bullet$$

$$F_{rr} = 9 \times 10^9 \frac{9 \times 10^{-6} |q_r|}{(30 \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^5 |q_r| \quad \leftarrow \bullet$$

$$F'_T = |\vec{F}_{1r}| + |\vec{F}_{rr}| = 45 \times 10^5 |q_r| \quad \leftarrow \bullet$$

پس نیروی $\vec{F}_{rr}$ باید به سمت راست باشد، اگر فاصله بار q_r از بار q_f را d فرض کنیم، داریم:

$$F_{rr} = 45 \times 10^5 |q_r| = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6} |q_r|}{d^2} \Rightarrow d = 0.1m = 10cm$$

۲۵ - گزینه ۲

$$\text{هم نام } q_r, q_1 : F' = \frac{r k q_r q_r}{r^2} - \frac{k q_1 q_r}{r^2} = \frac{k q_r}{18} (q_r - 2 q_1)$$

$$F' = \frac{k q_r q_r}{r^2} - \frac{k q_1 q_r}{r^2} = \frac{k q_r}{18} \left(\frac{q_r}{2} - 2 q_1 \right)$$

$$\xrightarrow{F'=F} q_r - 2 q_1 = 2 \left(\frac{q_r}{2} - 2 q_1 \right) \Rightarrow 4 q_1 = \frac{q_r}{2} \Rightarrow \frac{q_r}{q_1} = 8$$

$$F_{1r} = F_{rr} = \frac{k \times 4 \times q_r}{r^2}$$

$$F_{1r,rr} = \sqrt{2} \times \frac{4 k q_r}{r^2} = \frac{4 \sqrt{2} k q_r}{r^2}$$

$$F_{rr} = \frac{k \times |q_r| \times q_f}{r^2}$$

$$\text{شرط تعادل: } F_{1r,rr} = F_{rr} \Rightarrow \frac{4 \sqrt{2} k q_r}{r^2} = \frac{k |q_r| q_r}{r^2} \Rightarrow |q_r| = 4 \sqrt{2}$$

چون علامت q_1 و q_r منفی است برای تعادل q_r باید علامت q_r هم منفی باشد. یعنی:

$$q_r = -4 \sqrt{2} \mu C$$

۲۷ - گزینه ۴ برای آنکه بار q_r در حالت تعادل قرار داشته باشد، باید بر ایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد. بار q'_r را در حالت جدید در نظر می گیریم.

$$F_{1r} = F'_{rr} \Rightarrow \frac{|q'_r|}{|q_1|} = \left(\frac{45}{15} \right)^2 \Rightarrow \frac{q'_r}{5} = 9 \Rightarrow q'_r = 45 \mu C$$

$$\Delta q = q'_r - q_r = 45 - 15 = 30 \mu C$$

در نهایت داریم:

$$n = \frac{|\Delta q|}{e} = \frac{30 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{30}{16} \times 10^{14} = \frac{15}{8} \times 10^{14} \text{ الکترون}$$

۲۸ - گزینه ۲ طبق سری الکتریسیته مالشی، با مالش قطعه پلاستیکی خنثی توسط پارچه پشمی خنثی، پارچه پشمی الکترون از دست داده و دارای بار مثبت شده و قطعه پلاستیکی الکترون دریافت می کند و دارای بار منفی خواهد شد. با توجه به این که بار الکتریکی کمیته کوانتیده است، داریم:

$$q = -ne = -45 \times 10^{12} \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow q = -7.2 \times 10^{-6} C = -7.2 \mu C$$

۲۹ - گزینه ۲ می دانیم عدد اتمی یک عنصر تعداد پروتون ها (بارهای مثبت) هسته را نشان می دهد. درون هسته فقط پروتون ها باردار هستند پس بار هسته برابر با بار پروتون هاست و از طرفی

$q = ne$ و بار پروتون $+e$ هست. داریم:

$$\text{از طرفی تعداد الکترون ها و پروتون های یک اتم با هم برابر است و بار اتم برابر صفر خواهد بود.}$$

$$q = +ne = +5 \times 1.6 \times 10^{-19} = +8 \times 10^{-19} C$$



۳ - گزینه ۱ طبق اصل کوانتومی بودن بار الکتریکی، همواره بار الکتریکی یک جسم مضرب درستی (صحیحی) از بار الکترون (e) است. به طوری که $q = \pm ne$

توجه: اولاً بار الکتریکی کمیت گسسته‌ای است (کوانتومی به مفهوم گسسته بودن می‌باشد) [ردّ گزینه ۲ و ۴] و دوماً طبق رابطه $q = \pm ne$ مقدار $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ است پس بار مضربی از 1.6×10^{-19} کولن است (ردّ گزینه ۳).

۳۱ - گزینه ۲ براساس یک قاعده ریاضی، ضرب دو عدد هم علامت که مجموع آن‌ها عددی یکسان است، هنگامی بیشینه می‌شود که هر دو عدد برابر باشند. در این سؤال به دنبال یافتن بیشینه $F = \frac{kq'_1 q'_2}{r^2}$ هستیم. از طرفی چون بارها هم نوع هستند، با برداشتن مقداری از بارها و اضافه کردن آن به دیگری، تغییری در کل بارها ایجاد نمی‌شود. یعنی $q'_1 + q'_2$ مقداری ثابت است، بنابراین طبق این نکته: (q'_1 و q'_2 مقدار جدید بارهاست)

$$q'_1 = q'_2 \Rightarrow \text{شرط بیشینه شدن}$$

از طرفی هم اگر x تا از q_1 کم کنیم به q_2 بدهیم داریم:

$$\begin{cases} q'_1 = q_1 - x \\ q'_2 = q_2 + x \end{cases}$$

ابتدای سؤال گفته شده، یکی از بارها ۲ برابر دیگری است، پس $q_1 = 2q_2$ ، با این توضیحات و معادلات بالا داریم:

$$q'_1 = q'_2 \Rightarrow q_1 - x = q_2 + x \xrightarrow{q_1 = 2q_2} 2q_2 - x = q_2 + x$$

$$q_2 = 2x \Rightarrow x = \frac{q_2}{2} = \frac{q_1}{4}$$

سؤال درصد تغییرات بار بزرگ‌تر (یعنی q_1) را خواسته است، پس $x = \frac{1}{4}q_1 = 25\% q_1$

۳۲ - گزینه ۳ بار الکتریکی اتم کربن در حالت خنثی صفر است (تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن برابرند).

هسته اتم کربن $Z = 6$ پروتون دارد:

$$q = +ne = +6 \times 1.6 \times 10^{-19} C = 9.6 \times 10^{-19} C = 9.6 \times 10^{-13} \mu C$$

بنابراین پاسخ گزینه ۳ است.

۳۳ - گزینه ۲ می‌دانیم بار الکتریکی مقداری کوانتومی دارد و طبق رابطه $q = \pm ne$ باید مضرب صحیح e باشد بنابراین با جایگذاری گزینه‌ها در رابطه $q = ne$ ، مقدار n را پیدا می‌کنیم. گزینه‌ای درست است که n عدد صحیح به دست آید. جواب گزینه ۲ خواهد بود:

$$q = ne \rightarrow 8 \times 10^{-19} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 5 \checkmark$$

۳۴ - گزینه ۴ با جدا کردن ۴۰ درصد بار q_1 ، (در اینجا یعنی ۴۰ میکروکولن)، بار q_1 کاهش یافته و با اضافه کردن این مقدار بار به q_2 ، بار q_2 نیز کاهش می‌یابد (ناهمانند) بنابراین داریم:

$$\frac{40}{100} \times q_1 = \frac{40}{100} \times 100 = 40 \mu C \Rightarrow \begin{cases} q'_1 = 100 - 40 = 60 \mu C \\ q'_2 = -60 + 40 = -20 \mu C \end{cases} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q'_1 q'_2}{q_1 q_2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{60 \times 20}{100 \times 60} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta F}{F} = \frac{-4}{5} = -0.8 = -80\% \rightarrow 80 \text{ درصد، کاهش}$$

۳۵ - گزینه ۱ با بستن کلید K_1 ، دو کره مشابه A و B بار یکسان پیدا می‌کنند $\leftarrow 25$

با باز کردن کلید K_1 ، این بارها روی آنها می‌ماند. اکنون اگر K_2 را ببندیم، همه بار A و C روی سطح خارجی C پخش می‌شود. بنابراین:

$$q_{\text{نهایی } A} = 0$$

$$q_{\text{نهایی } C} = +25 + (-5) = 20 \mu C$$

۳۶ - گزینه ۳ در هر دو حالت گوی‌ها در تعادل‌اند و وزن گوی بالایی با نیروی دافعه الکتریکی گوی پایینی بر آن، متوازن می‌شود. پس نیروی الکتریکی وارد بر گوی بالایی در هر دو حالت یکسان و برابر وزن گلوله است.

$$mg = F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} \quad \text{در حالت اول}$$

$$mg = F' = \frac{k|q_1 - \frac{19}{100} q_1||q_2|}{r'^2} \quad \text{در حالت دوم}$$

$$F' = F \Rightarrow \frac{1 - \frac{19}{100}}{r'^2} = \frac{1}{r^2} \Rightarrow \frac{\frac{81}{100}}{r'^2} = \frac{1}{r^2} \Rightarrow \frac{0.9}{r'} = \frac{1}{50} \Rightarrow r' = 45 \text{ cm}$$

۳۷ - گزینه ۳ بار الکتریکی، یک کمیت کوانتیده است و باید مضرب صحیحی از اندازه واحد بار الکتریکی پروتون ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$) باشد، یعنی $q = \pm ne$ بنابراین:



$$1) n = \frac{\frac{2}{3} \times 10^{-12} \times 10^{-6}}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{25}{6} \quad \times$$

$$2) n = \frac{4 \times 10^{-10} \times 10^{-9}}{1,6 \times 10^{-19}} = 2,5 \quad \times$$

$$3) n = \frac{11,2 \times 10^{-13}}{1,6 \times 10^{-19}} = 7 \times 10^6 \quad \checkmark$$

$$4) n = \frac{\pi \times 10^{-6}}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{5}{8} \pi \times 10^{13} \quad \times$$

پس فقط بار گزینه (۳) می تواند بیانگر بار الکتریکی یک جسم باشد.

۳۸ - گزینه ۳ آلومینیوم بار مثبت و برنج بار منفی پیدا می کند. شیشه بار مثبت و سرب بار منفی پیدا می کند.

۳۹ - گزینه ۴ ابتدا با استفاده از قانون کولن، بزرگی نیرویی که دو بار بر یکدیگر وارد می کنند را به دست می آوریم:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-6}}{(0,18)^2} = 10 N$$

چون بارها نام نام هستند، یکدیگر را می ربایند و بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

۴۰ - گزینه ۲

چون برابری نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 از طرف دو بار دیگر برابر صفر است؛ بنابراین میدان الکتریکی برابری حاصل از دو بار در محل بار q_1 برابر با صفر است و دو بار نام نام هستند (

$q_1 q_2 < 0$) و از طرفی برابری میدان الکتریکی در نزدیکی بار با اندازه کوچکتر برابر صفر می گردد، یعنی $|q_2| < |q_1|$.

۴۱ - گزینه ۱ طبق رابطه $F = kq_1 q_2 / r^2$ نیروی وارد بر بار q_A را پیدا می کنیم، از طرفی سؤال از ما شتاب را خواسته که از قانون دوم نیوتون ($F = ma$) می توان شتاب را پیدا کرد، پس:

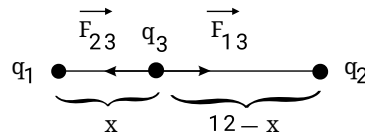
$$\begin{cases} F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \\ F = ma \end{cases} \Rightarrow ma = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$\Rightarrow 10 \times 10^{-3} \times a = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2} \rightarrow a = 60 m/s^2$$

تبدیل g به kg

۴۲ - گزینه ۳ بارهای الکتریکی q_1 و q_2 هم نام اند بنابراین برای این که برآیند نیروهای وارد بر q_3 صفر باشد تا در حالت تعادل باقی بماند باید q_1 را بین دو بار و روی خط واصل آن ها و نزدیک به بار با اندازه کوچک تر قرار دهیم. علامت بار q_3 اهمیتی ندارد بنابراین می توانیم آن را مثبت فرض کنیم.

$$F_{13} = F_{23} \rightarrow k \frac{|q_1||q_3|}{x^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{(12-x)^2}$$



$$\frac{4}{x^2} = \frac{36}{(12-x)^2} \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{2}{x} = \frac{6}{12-x} \rightarrow x = 3 cm$$

۴۳ - گزینه ۳

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{-9}}{(30 \times 10^{-2})^2} = \frac{180 \times 10^{-9}}{900 \times 10^{-4}} = 2 N$$

بارها همنام هستند، پس نیرو دافعه است.

۴۴ - گزینه ۴ با اینکه حل بسیار ساده ای دارد ولی برای ذهن خلاق قابل حل است. به علت تقارن همه نیروها دو به دو همدیگر را خنثی می کنند، به جز دو نیروی حاصل از بارهای موجود در ۴+ و

۴- گفته شده که نیروی بین دو بار مجاور هم (با یک واحد فاصله) برابر F است، پس چون فاصله بارهای موجود در ۴+ و ۴- تا مبدأ، ۴ واحد است، نیروی هر یک $\frac{F}{16}$ و نیروی کل $\frac{F}{8}$ می شود.



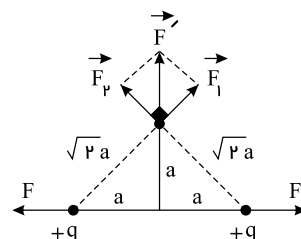
$$\begin{array}{c}
 \text{O} \\
 + \\
 \longrightarrow \frac{F}{16} \\
 \longrightarrow \frac{F}{16} \\
 F_T = \frac{F}{16} + \frac{F}{16} = \frac{F}{8}
 \end{array}$$

۴۵ - گزینه ۳ ابتدا اندازه هر یک از نیروهای F و F' را به دست می آوریم:

$$F = k \frac{|q_1||q_r|}{r^2} = k \frac{|q||q|}{(ra)^2} = k \frac{q^2}{4a^2}$$

چون فاصله دو بار q از بار Q یکسان است، لذا نیروی وارد بر Q از طرف دو بار q هم اندازه هستند و داریم:

$$\begin{aligned}
 F_1 = F_r &= k \frac{|q||Q|}{(\sqrt{2}a)^2} = k \frac{qQ}{2a^2} \\
 F' = \sqrt{2}F_1 &= \sqrt{2}k \frac{qQ}{2a^2}
 \end{aligned}$$

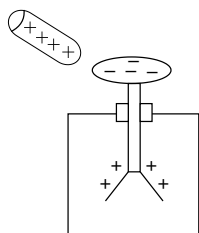


طبق فرض سؤال، $F' = \sqrt{2}F$ است، لذا خواهیم داشت:

$$F' = \sqrt{2}F \Rightarrow \sqrt{2}k \frac{qQ}{2a^2} = \sqrt{2}k \frac{q^2}{4a^2} \Rightarrow \frac{Q}{q} = \frac{1}{2}$$

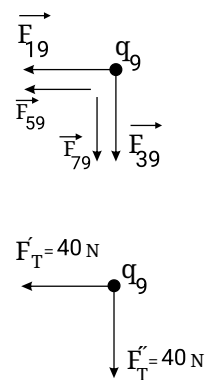
۴۶ - گزینه ۳

از آنجا که در سری الکتریسیته مالشی ابریشم پایین تر از سرب قرار دارد، پس الکترون خواهی بیشتری دارد و با مالش میله سربی با پارچه ابریشمی، میله دارای بار مثبت می شود. مطابق شکل، با نزدیک کردن این میله به کلاهک الکتروسکوپی خنثی، بارهای منفی نزدیک به میله و روی کلاهک و بارهای مثبت دور از میله و روی ورقه ها جمع می شوند.



۴۷ - گزینه ۱ با توجه به شکل داده شده نیروهای $\vec{F}_{19}$ و $\vec{F}_{29}$ هم اندازه و خلاف جهت اند و برآیندشان صفر می شود، دو نیروی $\vec{F}_{39}$ و $\vec{F}_{49}$ نیز همین طور هستند.

$$\begin{aligned}
 |\vec{F}_{19}| &= |\vec{F}_{29}| \\
 &= 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 20 N \\
 |\vec{F}_{19}| &= |\vec{F}_{29}| \\
 &= 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 20 N \\
 F'_T = F''_T &= 20 + 20 = 40 N \\
 \Rightarrow |\vec{F}_T| &= \sqrt{40^2 + 40^2} = 40\sqrt{2} N
 \end{aligned}$$



حال اندازه نیروی $\vec{F}_{29}$ را محاسبه می کنیم:

$$|\vec{F}_{29}| = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(1 \times 10^{-2})^2} = 180 N$$



$$\frac{\left| \vec{F}_T \right|}{\left| \vec{F}_{r1} \right|} = \frac{r_0 \sqrt{2}}{180} = \frac{2 \sqrt{2}}{9}$$

۴۸ - گزینه ۱ برای سادگی در تست‌هایی که پارامتری به صورت درصدی تغییر می‌کند می‌توانیم مقدار اولیه را ۱۰۰ فرض کنیم، بنابراین اگر $q_1 = +100$ ، $q_2 = -100$ باشند، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} q'_1 = 100 - 20 = 80 \\ q'_2 = -100 + 20 = -80 \end{cases}$$

و از طرفی هم $r' = 2r$.

$$\text{حال طبق رابطه } F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \text{ خواهیم داشت:}$$

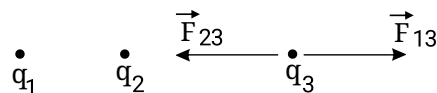
$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'} \right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{80}{100} \times \frac{80}{100} \times \left(\frac{r}{2r} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{4}{25} = 0,16 \Rightarrow \boxed{F' = 0,16F}$$

۴۹ - گزینه ۴ باید برآیند (خالص) نیروهای وارد بر بار q_3 و q_2 را جداگانه حساب کنیم.

نیروی خالص وارد بر بار q_3 : ابتدا نیروهای وارد بر q_3 از طرف q_1 و q_2 را رسم و محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} F_{13} = \frac{kq_1 q_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{(9 \times 10^{-2})^2} = 10 \text{ (N)} \\ F_{23} = \frac{kq_2 q_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 40 \text{ (N)} \end{cases}$$

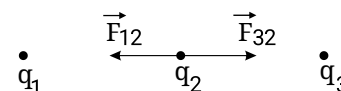


چون این دو نیرو در خلاف جهت هم هستند برآیندشان برابر است با:

$$F_{T_{q_3}} = 40 - 10 = 30 \text{ (N)}$$

نیروی خالص وارد بر بار q_2 :

$$\begin{cases} F_{rr} = F_{rr} = 40 \text{ (N)} \\ F_{1r} = \frac{kq_1 q_r}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 90 \text{ (N)} \end{cases}$$



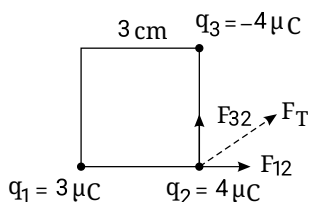
چون نیروها در خلاف جهت هم هستند برآیندشان برابر است با:

$$F_{T_{q_2}} = 90 - 40 = 50 \text{ (N)}$$

خب، سؤال نسبت برآیند نیروی وارد بر بار q_2 به برآیند نیروی وارد بر بار q_3 را خواسته:

$$\frac{F_{T_{q_2}}}{F_{T_{q_3}}} = \frac{50}{30} = \frac{5}{3}$$

۵۰ - گزینه ۱ ابتدا دو نیروی وارد بر بار q_2 را رسم و سپس مقدار آن‌ها را حساب می‌کنیم.



$$|F_{12}| = \frac{kq_1 q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(0,03)^2} = 120 \text{ (N)}$$

$$|F_{32}| = \frac{kq_3 q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(0,03)^2} = 160 \text{ (N)}$$

حال چون این دو نیرو برهم عمودند برآیندشان برابر خواهد بود با:

$$F_T = \sqrt{F_{12}^2 + F_{32}^2} = \sqrt{120^2 + 160^2} = 200 \text{ (N)}$$

۵۱ - گزینه ۱ بارهای q_1 و q_2 نام‌نام هستند و یکی از آن‌ها Q را جذب و دیگری Q را دفع می‌کند. در نتیجه بار Q روی خط واصل بارها و خارج از فاصله دو بار قرار می‌گیرد. از طرفی بار q_2 اندازه کوچک‌تری دارد. بنابراین بار Q باید سمت بار q_1 قرار بگیرد.



$$F_r = F_l \Rightarrow k \frac{|q_r Q|}{x^2} = k \frac{|q_l Q|}{(d+x)^2} \Rightarrow \left(\frac{d+x}{x}\right)^2 = \frac{|q_l|}{|q_r|} = \left|\frac{-4q_r}{q_r}\right| = 4$$

$$\Rightarrow \frac{d+x}{x} = +2 \Rightarrow d+x = 2x \Rightarrow x = d$$

بنابراین پاسخ گزینه ۱ است.

توجه: در محاسبه و هنگام جذر گرفتن، نیاز به در نظر گرفتن جواب منفی نیست، زیرا فاصله‌ها همواره مقداری مثبت هستند.

۵۲ - گزینه ۳

$$\left\{ \begin{array}{l} q_1 = -4\mu C \quad q_r = 10\mu C \\ q'_1 = q'_r = \frac{10-4}{2} = 3\mu C \end{array} \right\} \xrightarrow{F = \frac{k|q_1||q_r|}{r^2}} \frac{F'}{F} = \frac{|q'_1||q'_r|}{|q_1||q_r|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{3 \times 3}{10 \times 4} \times 4 = 0.9$$

۵۳ - گزینه ۱ نکته: هرگاه بارهای q_1 و q_r برحسب میکروکولن در فاصله r برحسب سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفته باشند، بزرگی نیروی الکتریکی بین آنها برحسب نیوتون از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$F = F_{1r} = F_{r1} = 90 \frac{|q_1 q_r|}{r^2}$$

$$F = 90 \times \frac{|-3 \times 6|}{(9)^2} \Rightarrow F = 20(N)$$

بارهای ناهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند.

۵۴ - گزینه ۳ در مالش میله پلاستیکی با پارچه پشمی، الکترون‌ها از پارچه به میله پلاستیکی منتقل می‌شوند، به طوری که تعداد الکترون‌های منتقل شده به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$q = ne \Rightarrow 8 \times 10^{-9} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = \frac{8 \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^{10}$$

۵۵ - گزینه ۳ ابتدا بار هر کره را بعد از تماس آن‌ها به یکدیگر محاسبه می‌کنیم:

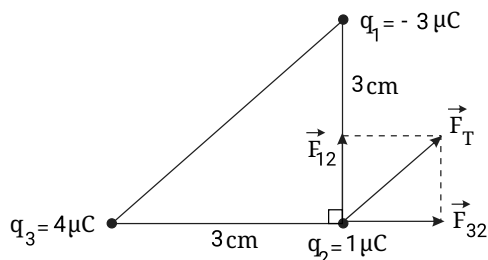
$$q'_1 = q'_r = \frac{q_1 + q_r}{2} \Rightarrow q'_1 = q'_r = \frac{16 - 4}{2} = 6\mu C$$

حال با استفاده از قانون کولن، داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1||q'_r|}{|q_1||q_r|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{6 \times 6}{16 \times 4} \times \left(\frac{r}{\frac{r}{2}}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{36}{64} \times 16 \Rightarrow \frac{F'}{F} = 9$$

در حالت دوم بار هر کره $6\mu C$ است پس نیروی بین آن‌ها دافعه است.

۵۶ - گزینه ۳ نیروی الکتریکی بین بارهای q_1 و q_r جاذبه و نیروی الکتریکی بین بارهای q_1 و q_3 دافعه است، بنابراین می‌توان نوشت:



$$F_{1r} = \frac{k|q_1||q_r|}{r_{1r}^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 30N$$

$$F_{rr} = \frac{k|q_r||q_r|}{r_{rr}^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 40N$$

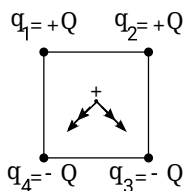


$$F_T = \sqrt{F_{1r}^2 + F_{3r}^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50N$$

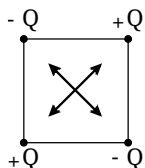
۵۷ - گزینه ۲ چون اندازه بارها ثابت است و فقط فاصله بین آن‌ها تغییر می‌کند، با استفاده از رابطه مقایسه‌ای قانون کولن، داریم:

$$F = k \frac{q_1 q_r}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 = \left(\frac{AB}{BC}\right)^2 = (\tan 37^\circ)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{3}{4}\right)^2 \Rightarrow F' F = \frac{9}{16}$$

۵۸ - گزینه ۳ طبق شکل سؤال، نیروهای وارد بر بار Q در مرکز مربع، به صورت زیر است. (بار Q را مثبت فرض کرده‌ایم).



در نتیجه اگر جای q_1 با q_4 (یا q_2 با q_3) را عوض کنیم، نیروی خالص وارد بر بار Q در مرکز مربع صفر می‌شود. شکل زیر تعویض q_1 با q_4 را نمایش می‌دهد.



۵۹ - گزینه ۲ با توجه به رابطه قانون کولن داریم:

$$\frac{\frac{4}{3}F}{F} = \frac{\frac{k\lambda(q_r + r)}{r^2}}{\frac{k10q_r}{r^2}} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{\lambda(q_r + r)}{10q_r} \Rightarrow 40q_r = 24q_r + 4\lambda \Rightarrow 16q_r = 4\lambda \Rightarrow q_r = 3\mu C$$

۶۰ - گزینه ۳ شرط اینکه برآیند دو نیروی وارد بر بار q_1 (از طرف بارهای q_2 و q_3)، یعنی F_{r1} و F_{31} صفر بشود این که این دو نیرو مساوی و خلاف جهت باشند، پس یکی از این نیروها دافعه و یکی جاذبه خواهد بود در نتیجه نوع بارهای q_2 و q_3 مخالف هم است (ردّ گزینه‌های ۲ و ۴). از طرفی طبق شرط تساوی دو نیرو داریم:

$$F_{r1} = F_{31}$$

$$\frac{kq_r q_1}{r_{r1}^2} = \frac{kq_r q_1}{r_{31}^2} \xrightarrow{\text{حذف } q_1, k} \frac{q_r}{(1.5r)^2} = \frac{q_r}{(2.5r)^2} \Rightarrow \frac{q_r}{q_r} = \left(\frac{2.5r}{1.5r}\right)^2 = \left(\frac{5}{3}\right)^2 = \frac{25}{9}$$

و چون نوع بارها مخالف هم بود $\frac{q_r}{q_r} = -\frac{25}{9}$ جواب است.

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۲	۱۰ - ۴	۱۹ - ۴	۲۸ - ۲	۳۷ - ۳	۴۶ - ۳	۵۵ - ۳
۲ - ۳	۱۱ - ۱	۲۰ - ۴	۲۹ - ۲	۳۸ - ۳	۴۷ - ۱	۵۶ - ۳
۳ - ۱	۱۲ - ۱	۲۱ - ۳	۳۰ - ۱	۳۹ - ۴	۴۸ - ۱	۵۷ - ۲
۴ - ۱	۱۳ - ۱	۲۲ - ۳	۳۱ - ۲	۴۰ - ۲	۴۹ - ۴	۵۸ - ۳
۵ - ۱	۱۴ - ۳	۲۳ - ۴	۳۲ - ۳	۴۱ - ۱	۵۰ - ۱	۵۹ - ۲
۶ - ۴	۱۵ - ۳	۲۴ - ۲	۳۳ - ۲	۴۲ - ۳	۵۱ - ۱	۶۰ - ۳
۷ - ۲	۱۶ - ۳	۲۵ - ۲	۳۴ - ۴	۴۳ - ۳	۵۲ - ۳	
۸ - ۴	۱۷ - ۲	۲۶ - ۴	۳۵ - ۱	۴۴ - ۴	۵۳ - ۱	
۹ - ۱	۱۸ - ۱	۲۷ - ۴	۳۶ - ۳	۴۵ - ۳	۵۴ - ۳	