

۱. قسمتی از سری الکتروسیته مالشی در جدول زیر آورده شده است. با توجه به این جدول، کدام گزینه صحیح است؟

انتهای مثبت سری	شیشه	نایلون	سرب	ابریشم	پارچه کتان	تفلون	انتهای منفی سری
-----------------	------	--------	-----	--------	------------	-------	-----------------

(۱) اگر تفلون با نایلون مالش داده شود، تفلون دارای بار منفی می‌شود.

(۲) اگر سرب با پارچه کتان مالش داده شود، پارچه کتان الکترون از دست می‌دهد.

(۳) اگر ابریشم با نایلون مالش داده شود، تعداد الکترون‌هایی که ابریشم می‌گیرد، از تعداد الکترون‌هایی که نایلون از دست می‌دهد، بیشتر است.

(۴) اگر نایلون را با ابریشم مالش دهیم، الکترون از نایلون به ابریشم منتقل می‌شود و بار ابریشم مثبت می‌شود.

۲. اگر یک تکه چوب را توسط یک نایلون مالش دهیم، کدام یک از عبارات زیر صحیح می‌باشد؟

(۱) الکترون‌ها از چوب به نایلون منتقل می‌شوند.

(۲) الکترونی بین آن‌ها جابه‌جا نمی‌شود.

(۳) الکترون‌ها از نایلون به چوب منتقل می‌شوند.

(۴) همان مقدار که الکترون از چوب به نایلون منتقل می‌شود از نایلون نیز به چوب منتقل خواهد شد.

انتهای مثبت سری
شیشه
نایلون
پشم
چوب
انتهای منفی سری

۳. سه جسم A و B و C را دو به دو به یکدیگر نزدیک می‌کنیم. وقتی A و B به یکدیگر نزدیک شوند، همدیگر را با نیروی الکتریکی جذب می‌کنند و اگر B و C را به یکدیگر نزدیک کنیم، یکدیگر را با نیروی الکتریکی دفع می‌کنند. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند صحیح باشد؟

(۱) A و C بار همنام و هم اندازه دارند.

(۲) B و C بار غیر همنام دارند.

(۳) B بدون بار و C باردار است.

(۴) A بدون بار و B باردار است.

۴. در شکل زیر، دو کره کاملاً مشابه و بدون بار از جنس سرب و مس در کنار هم قرار گرفته‌اند. اگر این دو کره با دو پارچه بدون بار از جنس کتان مالش داده شوند و باردار شوند، کدام گزینه رخ می‌دهد؟

(۱) دو کره یکدیگر را جذب می‌کنند و به هم می‌چسبند.

(۲) دو کره یکدیگر را دفع می‌کنند.

(۳) دو کره ابتدا به هم نزدیک شده و در صورتی که تماس حاصل شود از هم دور می‌شوند و الزاماً در همان فاصله قبلی از هم قرار می‌گیرند.

(۴) دو کره ابتدا به هم نزدیک شده و در صورتی که تماس حاصل شود از هم دور می‌شوند و ممکن است در همان فاصله قبلی از هم قرار گیرند و یا در فاصله بیشتری نسبت به قبل از هم قرار گیرند.

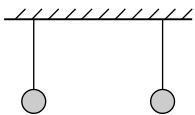
۵. کدام گزینه درست بیان شده است؟

(۱) در مالش دو جسم به هم برای باردار نمودن آن‌ها، الکترون از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود.

(۲) میله شیشه‌ای در اثر مالش با پارچه ابریشمی دارای بار منفی می‌شود و پارچه بار مثبت می‌گیرد.

(۳) یک میله شیشه‌ای مالش داده شده با پارچه پشمی و یک میله پلاستیکی مالش داده شده با پارچه ابریشمی، یکدیگر را دفع می‌کنند.

(۴) مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی صفر است.



جدول سری الکتروسیته مالش (تریوالکتریک)

انتهای مثبت سری
سرب
پارچه کتان
مس
انتهای منفی سری

۶. با توجه به جدول فرضی سری الکتروسیته مالشی (تریوالکتریک) روبه‌رو، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

انتهای مثبت سری
A
B
C
D
انتهای منفی سری

(۱) در این جدول مواد پایین‌تر، الکترون‌خواهی کم‌تری دارند.

(۲) در اثر مالش ماده D و ماده C ، الکترون از ماده D به ماده C منتقل می‌شود.

(۳) اگر ماده A را با ماده B مالش دهیم، الکترون بیش‌تری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده C مالش دهیم، منتقل می‌شود.

(۴) اگر ماده B را با ماده C مالش دهیم، الکترون کم‌تری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده D را مالش می‌دهیم، منتقل می‌شود.

۷. یک میلهٔ خنثی از جنس کهربا را ابتدا با یک تکه لاستیک مالش داده و به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار تماس می‌دهیم. سپس میله را توسط دست خنثی کرده و توسط پارچهٔ پشمی مالش می‌دهیم. در این حالت اگر میله را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کنیم چه اتفاقی می‌افتد و بار روی ورقه‌ها (پس از نزدیک کردن میله) چه خواهد بود؟

انتهای مثبت سری
پشم
کهربا
لاستیک
انتهای منفی سری

(۱) ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند - مثبت

(۲) ورقه‌ها به هم نزدیک شده و سپس دور می‌شوند - منفی

(۳) ورقه‌ها از هم دور می‌شوند - منفی

(۴) گزینه‌های ۱ و ۲ می‌توانند پاسخ باشند.

۸. اگر میلهٔ نارسانایی را بعد از مالش با پارچهٔ پشمی به الکتروسکوپی که دارای بار منفی است، نزدیک کنیم، ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند. با توجه به جدول سری الکتروسیته مالشی (تریوالکتریک)، جنس این میله و علامت بار ایجاد شده در آن کدام است؟

جدول سری الکتروسیته مالشی (تریوالکتریک)
شیشه
پشم
ابریشم
پلاستیک

(۲) شیشه‌ای - مثبت

(۴) پلاستیکی - مثبت

(۱) شیشه‌ای - منفی

(۳) پلاستیکی - منفی

۹. یک الکتروسکوپ دارای بار مثبت است و تیغه‌های آن باز هستند. وقتی یک میله را بدون تماس با الکتروسکوپ به آرامی به کلاهک آن نزدیک می‌کنیم، تیغه‌ها ابتدا بسته می‌شوند و سپس باز می‌شوند. کدام یک از موارد زیر درست است؟

(۱) میله ممکن است بدون بار باشد. (۲) میله بار مثبت دارد. (۳) بار کلاهک دستگاه در پایان آزمایش مثبت است. (۴) بار تیغه‌ها در پایان آزمایش مثبت است.

۱۰. میله‌ای با بار منفی را به آرامی به کلاهک یک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌کنیم ابتدا ورقه‌های باز الکتروسکوپ بسته می‌شوند و سپس دوباره از یکدیگر فاصله می‌گیرند. چه تعداد از عبارتهای زیر در مورد این پدیده درست است؟

(الف) بار الکتروسکوپ مثبت است. (ب) بار میله نسبت به بار الکتروسکوپ بسیار بیشتر است. (پ) الکتروسکوپ به طور لحظه‌ای خنثی شده است و مجدداً باردار می‌شود.

(۴) صفر

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

۱۱. یک میله‌ی پلاستیکی باردار با بار زیاد و منفی را به کلاهک یک الکتروسکوپ با بار مثبت نزدیک می‌کنیم (اندازه‌ی بار میله از بار الکتروسکوپ بسیار بزرگتر است). کدام یک درست است؟

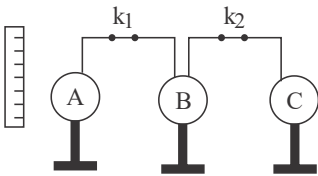
(۲) ورقه‌ها باز می‌شوند.

(۱) ورقه‌ها بسته می‌شوند.

(۴) ورقه‌ها ابتدا باز و سپس بسته می‌شوند.

(۳) ورقه‌ها ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند.

۱۲. سه کره فلزی مشابه A ، B و C مطابق شکل در کنار یکدیگر و روی پایه‌های عایقی قرار دارند. در حالتی که هر k_1 و k_2 بسته هستند، میله‌ای با بار منفی را به کره A نزدیک می‌کنیم. اگر در حضور میله ابتدا کلید k_2 قطع شود و پس از دور کردن میله، کلید k_1 را قطع کنیم، بار الکتریکی کره‌های A ، B و C به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



- (۱) مثبت - خنثی - منفی
 (۲) منفی - خنثی - مثبت
 (۳) مثبت - مثبت - منفی
 (۴) مثبت - مثبت - خنثی

۱۳. بر اثر مالش دو جسم نارسای خنثی به یکدیگر، بار یکی از آنها $+32nC$ و بار دیگری $-32nC$ می‌شود. چه تعداد الکترون در این فرایند بین دو جسم جابه‌جا شده است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) 4×10^{11} (۲) 4×10^{14} (۳) 2×10^{11} (۴) 2×10^{14}

۱۴. بر اثر مالش دو جسم نارسا به یکدیگر، بارهای الکتریکی هم‌اندازه‌ای در هر یک از آنها ایجاد می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند اندازه این بارها برحسب کولن باشد؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) 2.4×10^{-19} (۲) 2×10^{-19} (۳) 0.8×10^{-19} (۴) 4.8×10^{-19}

۱۵. کدام یک از مقادیر زیر نمی‌تواند بار الکتریکی یک جسم باشد؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) $4.8 \times 10^{-18} C$ (۲) $8.16 \times 10^{-18} C$ (۳) $11.2 \times 10^{-18} C$ (۴) $3.75 \times 10^{-18} C$

۱۶. یک میله پلاستیکی بدون بار را با پارچه کتان بدون بار مالش می‌دهیم. در اثر این عمل، اندازه بار الکتریکی میله پلاستیکی برابر با 8 پیکوکولن می‌شود، تعداد الکترون‌های منتقل شده بین پارچه و میله کدام است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) 5×10^{19} (۲) 5×10^{13} جدول سری الکتریسیته مالشی (تریوالکتریک)

انتهای مثبت سری
پارچه کتان
میله پلاستیکی
انتهای منفی سری

$$5 \times 10^7$$

$$5 \times 10^{10}$$

۱۷. در اثر مالش، بار الکتریکی جسمی نارسا $+2\mu C$ می‌شود. کدام گزینه درباره این جسم درست است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) این جسم 12.5×10^{12} پروتون دارد.
 (۲) این جسم در اثر مالش 2×10^6 پروتون دریافت کرده است.
 (۳) تعداد پروتون‌های این جسم 12.5×10^{12} تا بیش‌تر از تعداد الکترون‌های آن است.
 (۴) این جسم در اثر مالش 2×10^6 الکترون از دست داده است.

۱۸. نسبت بار الکتریکی هسته یون فرضی کربن ($^{12}C^-$) به بار الکتریکی هسته اتم کربن خنثی (^{12}C) کدام است؟

- (۱) صفر
 (۲) ۱
 (۳) 1.6×10^{-19}
 (۴) -1.6×10^{-19}

۱۹. در 5 مول اتم هلیم (4He)، مجموع بار هسته‌ها چند کولن می‌باشد؟ (عدد آووگادرو برابر با $N_A = 6 \times 10^{23}$ و بار بنیادی $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ می‌باشد).

- (۱) 9.6×10^5 (۲) 4.8×10^5 (۳) صفر (۴) 4.8×10^4

۲۰. اگر به یک جسم با بار الکتریکی مثبت، 5×10^{12} الکترون بدهیم، بار الکتریکی جسم بدون تغییر علامت ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. بار اولیه جسم چند میکروکولن بوده است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۴۰ (۴) ۸۰

۲۱. چند الکترون از یک کره‌ی رسانای خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+8 \mu C$ شود؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) 5×10^{12} (۲) 8×10^{-6} (۳) 5×10^{13} (۴) 12.8×10^{13}

۲۲. یک جسم بدون بار بر اثر مالش، دارای $8 \mu C$ بار الکتریکی مثبت شده است. در نتیجه در این جسم تعداد الکترون یافته است. ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) 5×10^{12} ، کاهش (۲) 5×10^{12} ، افزایش
(۳) 5×10^{14} ، کاهش (۴) 5×10^{14} ، افزایش

۲۳. اگر بتوانیم در هر ثانیه یک میلیون الکترون از جسمی بگیریم، تقریباً چند سال طول می‌کشد تا بار جسم $+1 C$ شود؟ (یک سال را تقریباً 3×10^7 ثانیه در نظر بگیرید و $e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) 2×10^3 (۲) 2×10^4 (۳) 2×10^5 (۴) 2×10^6

۲۴. یک چاقر جوهرافشان به اندازه $2 \times 10^{-9} C$ بار الکتریکی را به هر قطره جوهر که در ابتدا خنثی بوده است، منتقل می‌کند. اگر میدان الکتریکی ایجاد شده توسط این چاقر N/C باشد، تعداد الکترون‌هایی که قطره جوهر جذب کرده یا از دست داده کدام است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) 1.25×10^{10} (۲) 1.25×10^9 (۳) 1.5×10^{10} (۴) 2.5×10^9

۲۵. با مالش دو جسم A و B به یکدیگر، تعداد 3.25×10^{12} الکترون از جسم A به B منتقل می‌شود و بار الکتریکی جسم A سه برابر بار الکتریکی جسم B می‌شود. اگر بار آن‌ها قبل از مالش یکسان بوده باشد، بار الکتریکی جسم B پس از مالش چند میکروکولن است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) -0.52 (۲) -1.04 (۳) 0.52 (۴) 1.04

۲۶. جسمی دارای بار مثبت است. اگر از این جسم 5×10^{13} عدد الکترون بگیریم، بار آن ۵ برابر می‌شود. بار اولیه‌ی جسم چند میکروکولن بوده است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۷. دو کره فلزی یکسان دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +12 \mu C$ و $q_2 = -4 \mu C$ روی دو پایه عایق نصب شده‌اند هرگاه این دو کره را با یکدیگر تماس داده و سپس از هم جدا سازیم بار الکتریکی هر کره چند میکروکولن می‌شود؟

- (۱) ۸ (۲) ۴ (۳) ۱۶ (۴) ۱۲

۲۸. در شکل زیر، بار اولیه‌ی کره‌های مشابه و رسانای A ، B برابر با $q_A = 20 \mu C$ و $q_B = 12 \mu C$ است. اگر کلید k را ببندیم، چند الکترون و در چه جهتی بین دو کره جابه‌جا می‌شود؟ (فرض کنید هیچ بار الکتریکی بر روی سیم قرار نگیرد و

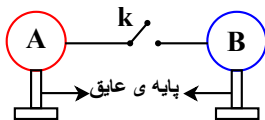
$$e = 1.6 \times 10^{-19} C$$

- (۱) 2.5×10^{13} و از A به B

- (۲) 2.5×10^{13} و از B به A

- (۳) 2.5×10^{19} و از A به B

- (۴) 2.5×10^{19} و از B به A



۲۹. دو ذره دارای بار الکتریکی $q_1 = +1\mu C$ و $q_2 = -8\mu C$ در فاصله 30 سانتی‌متری از هم ثابت شده‌اند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_2 بر بار q_1 وارد می‌کند، چند برابر بزرگی نیروی الکتریکی است که بار q_1 بر بار q_2 وارد می‌کند؟
 $(k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2)$

$$\begin{array}{cccc} 1 & (1) & \frac{1}{8} & (2) \\ & & 8 & (3) \\ & & \frac{4}{5} & (4) \end{array}$$

۳۰. دو ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +2\mu C$ و $q_2 = +8\mu C$ در فاصله 6 سانتی‌متری از یکدیگر ثابت شده‌اند اندازه‌ی نیرویی که دو ذره به یکدیگر وارد می‌کنند چند نیوتن و نوع آن کدام است؟ $(K = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$

$$\begin{array}{cccc} 1) & 20, رانشی & (2) & 40, ربایشی \\ (3) & 40, رانشی & (4) & 20, ربایشی \end{array}$$

۳۱. دو بار الکتریکی غیر همنام به فاصله 8 سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند اگر آنها را به هم نزدیک کنیم تا فاصله‌شان از هم 4 سانتی‌متر شود نیروی ربایشی (جاذبه‌ای) بین آنها نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

$$\begin{array}{cccc} 1) & 4 & (2) & 2 \\ (3) & \frac{1}{4} & (4) & \frac{1}{2} \end{array}$$

۳۲. دو ذره با بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در فاصله‌ی 20 سانتی‌متری از یکدیگر ثابت شده‌اند و بر هم نیروی F وارد می‌کنند. این دو بار الکتریکی از فاصله‌ی چند سانتی‌متری بر هم نیروی $4F$ وارد می‌کنند.

$$\begin{array}{cccc} 1) & 4 & (2) & 5 \\ (3) & 10 & (4) & 8 \end{array}$$

۳۳. اگر فاصله‌ی دو ذره باردار را 2 برابر و اندازه‌ی یک از بارها را نیز 2 برابر کنیم نیرویی که دو ذره بر هم وارد می‌کنند چند برابر حالت اول می‌شود؟

$$\begin{array}{cccc} 1) & \frac{1}{4} & (2) & 4 \\ (3) & 2 & (4) & \frac{1}{2} \end{array}$$

۳۴. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 1\mu C$ و $q_2 = 2\mu C$ در چه فاصله‌ای بر حسب سانتی‌متر به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی 18 نیوتون وارد می‌کنند؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

$$\begin{array}{cccc} 1) & \sqrt{10} & (2) & \frac{\sqrt{10}}{10} \\ (3) & \frac{1}{10\sqrt{10}} & (4) & 10\sqrt{10} \end{array}$$

۳۵. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ ، در فاصله‌ی 3 متری هم قرار دارند و نیروی دافعه‌ی $2N$ به یکدیگر وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m}{C^2})$

$$\begin{array}{cccc} 1) & 10 & (2) & 5 \\ (3) & 4 & (4) & 2 \end{array}$$

۳۶. دو کره‌ی رسانا دارای بارهای $q_1 = 20\mu C$ و q_2 ، در فاصله 40 سانتی‌متری، یکدیگر را با نیرویی به بزرگی $90N$ می‌رانند، بار q_2 بر حسب کولن کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

$$\begin{array}{cccc} 1) & 8 \times 10^{-5} & (2) & -8 \times 10^{-5} \\ (3) & 4 \times 10^{-5} & (4) & -4 \times 10^{-5} \end{array}$$

۳۷. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله 3 سانتی‌متری از هم قرار گرفته‌اند. اگر اندازه‌ی نیروی رانشی بین دو بار $120N$ و

$$\begin{array}{cccc} 1) & 2 \text{ و } 6 & (2) & 3 \text{ و } 5 \\ (3) & 4 \text{ و } 4 & (4) & 1 \text{ و } 7 \end{array}$$

۳۸. در اتم هلیم (${}^4\text{He}$)، هر الکترون در مسیری دایره‌ای به شعاع تقریبی $m \times 10^{-11} \times 3,2$ به دور هسته می‌چرخد. نیروی الکتریکی وارد بر این الکترون از طرف هسته اتم هلیم چند نیوتون است؟ ($e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ ، $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$)

$$\begin{array}{ll} 2,25 \times 10^{-7} & (1) \\ 4,5 \times 10^{-7} & (2) \\ 9 \times 10^{-7} & (3) \\ 1,8 \times 10^{-6} & (4) \end{array}$$

۳۹. دو کره‌ی فلزی مشابه، دارای بار الکتریکی 10^{-4}C ، 10^{-5}C هستند. دو کره را با هم تماس داده و سپس در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار می‌دهیم. اگر در این حالت دو کره نیروی الکتریکی به بزرگی $2,025 \text{N}$ بر یکدیگر وارد کنند. فاصله‌ی r چند متر

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

$$\begin{array}{llll} 2 & (1) & 1 & (2) \\ 3 & (3) & 4 & (4) \end{array}$$

۴۰. سه کره‌ی رسانای مشابه با بارهای $q_A = 8\mu\text{C}$ ، $q_B = 4\mu\text{C}$ و $q_C = -4\mu\text{C}$ را در نظر بگیرید. اگر ابتدا کره‌ی A را به کره‌ی B و پس از جدا کردن به کره‌ی C تماس دهیم، نیروی کولنی بین A و B چند برابر نیروی کولنی بین آن‌ها قبل از تماس کره‌ها می‌شود؟ (از ابعاد کره‌ها صرف نظر کنید و فاصله‌ی بین کره‌ها در دو حالت یکسان فرض شود.)

$$\begin{array}{llll} \frac{1}{32} & (1) & \frac{15}{16} & (2) \\ \frac{3}{16} & (3) & \frac{1}{16} & (4) \end{array}$$

۴۱. اگر دو بار الکتریکی غیرهم‌نام q و $-q$ در فاصله‌ی d از هم نیروی جاذبه‌ی الکتریکی 30 نیوتون و دو بار هم‌نام Q و Q در فاصله‌ی d از هم نیروی دافعه‌ی الکتریکی 40 نیوتون را به هم وارد کنند، دو بار $(Q+q)$ و $(Q-q)$ در فاصله‌ی d چند نیوتون نیرو به هم وارد می‌کنند؟ (Q و $q > 0$)

$$\begin{array}{llll} 70 & (1) & 50 & (2) \\ 35 & (3) & 10 & (4) \end{array}$$

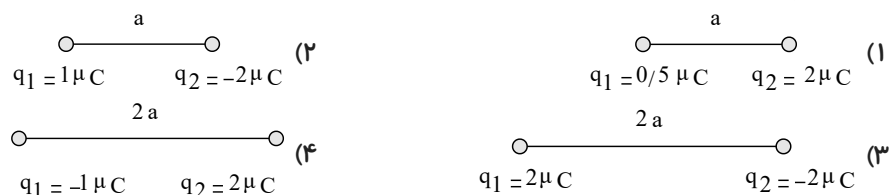
۴۲. دو ذره‌ی A و B در مجاورت هم قرار می‌گیرند و تحت تأثیر نیروی الکتریکی متقابلی که بینشان ایجاد می‌شود، شتاب می‌گیرند. اگر شتاب ذره‌ی A دو برابر ذره‌ی B و بار الکتریکی آن نصف ذره‌ی B باشد، جرم جسم A چند برابر جرم جسم B است؟

$$\begin{array}{llll} \frac{1}{2} & (1) & 1 & (2) \\ 2 & (3) & 4 & (4) \end{array}$$

۴۳. دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام q_1 و q_2 در فاصله‌ی d از یکدیگر قرار دارند و با نیروی الکتریکی F یکدیگر را دفع می‌کنند. اگر این دو بار را به اندازه‌ی x به یکدیگر نزدیک کنیم، اندازه‌ی نیروی دافعه‌ی بین آن‌ها $\frac{5}{4}F$ افزایش می‌یابد. حاصل $\frac{x}{d}$ کدام است؟

$$\begin{array}{llll} \frac{1}{2} & (1) & \frac{1}{3} & (2) \\ \frac{1}{4} & (3) & \frac{1}{9} & (4) \end{array}$$

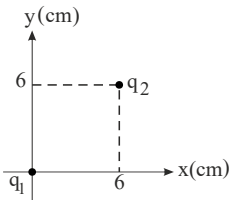
۴۴. در کدام یک از موارد زیر، نیروی الکتریکی بین دو بار بیش تر است؟



۴۵. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = -9\mu\text{C}$ به ترتیب در مختصات A و B واقع شده‌اند. A و B 6cm و 2cm فاصله دارند. چند میکروکولن باشد تا اگر بار q_3 را در مبدأ مختصات قرار دهیم، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد؟

$$\begin{array}{llll} -1 & (1) & -3 & (4) \\ +3 & (3) & +1 & (2) \end{array}$$

۴۶. در شکل روبه‌رو دو ذره q_1 و q_2 در جای خود ثابت شده‌اند. بردار نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 کدام است؟



$$(q_1 = q_2 = 4\mu C, k = 9 \times 10^9)$$

$$\vec{F} = -1\vec{i} - 1\vec{j} \quad (1)$$

$$\vec{F} = 1\sqrt{2}\vec{i} + 1\sqrt{2}\vec{j} \quad (2)$$

$$\vec{F} = 2\sqrt{2}\vec{i} + 2\sqrt{2}\vec{j} \quad (3)$$

$$\vec{F} = -2\vec{i} - 2\vec{j} \quad (4)$$

۴۷. دو کره‌ی رسانای بارداری دارای بارهای $10\mu C$ و $90\mu C$ در فاصله d به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند اگر آن دو را به هم تماس داده و سپس در فاصله x قرار دهیم در این صورت نیروی $4F$ به هم وارد می‌کنند کدام گزینه درست است؟

$$x = \frac{9}{16}d \quad (4) \quad x = \frac{3}{2}d \quad (3) \quad x = \frac{3}{4}d \quad (2) \quad x = \frac{2}{3}d \quad (1)$$

۴۸. دو کره فلزی یکسان که دارای بار الکتریکی $2q$ و $-3q$ می‌باشند از فاصله d به یکدیگر نیروی F_1 وارد می‌کنند دو کره را به هم تماس داده و سپس در همان فاصله قرار می‌دهیم در این حالت دو کره به یکدیگر نیروی F_2 وارد می‌کنند $\left| \frac{F_2}{F_1} \right|$ کدام است؟

$$\frac{1}{3} \quad (4) \quad \frac{1}{24} \quad (3) \quad \frac{1}{6} \quad (2) \quad \frac{1}{16} \quad (1)$$

۴۹. دو گوی فلزی کوچک مشابه دارای بارهای $6q$ و $-2q$ هستند و در فاصله d از یکدیگر قرار دارند و اندازه‌ی نیرویی که بر هم وارد می‌کنند F است. اگر آنها را با هم تماس دهیم و در فاصله $\frac{d}{3}$ از یکدیگر قرار دهیم، با نیروی یکدیگر را

..... میکنند.

$$\frac{F}{3}, \text{ دفع} \quad (1) \quad 3F, \text{ دفع} \quad (2) \quad \frac{F}{3}, \text{ جذب} \quad (3) \quad 3F, \text{ جذب} \quad (4)$$

۵۰. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $+q$ ، در فاصله r به یکدیگر نیرویی الکتریکی به بزرگی $F_1 = 630N$ وارد می‌کنند. اگر بار $3\mu C$ را از یکی کم کرده و به دیگری اضافه کنیم، در همان فاصله قبلی، بزرگی نیروی بین دو بار برابر با $F_2 = 560N$ می‌شود. بار q چند میکروکولن است؟

$$6 \quad (1) \quad 36 \quad (2) \quad 9 \quad (3) \quad 81 \quad (4)$$

۵۱. دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام و مشابه در فاصله معین r به یکدیگر نیرویی الکتریکی به بزرگی $2.4N$ را وارد می‌کنند، چند درصد از بار یکی از آنها را کم کرده و آن را به اندازه $\frac{r}{5}$ به دیگری نزدیک کنیم تا بزرگی نیروی الکتریکی بین دو بار $3N$ شود؟

$$22 \quad (1) \quad 20 \quad (2) \quad 30 \quad (3) \quad 32 \quad (4)$$

۵۲. دو گوی رسانای کوچک و یکسان با بارهای $q_1 = -5nC$ و $q_2 = 9nC$ در فاصله $20cm$ از یکدیگر قرار دارند و به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند. این دو گوی را با سیم رسانای نازکی به هم وصل می‌کنیم و پس از جدا کردن سیم، آنها را در فاصله $40cm$ از یکدیگر قرار می‌دهیم. اگر در این حالت گوی‌ها نیروی F' را به یکدیگر وارد کنند، نسبت $\frac{F'}{F}$ کدام است؟

$$45 \quad (4) \quad 25 \quad (3) \quad 15 \quad (2) \quad 8 \quad (1)$$

۵۳. دو کره رسانای مشابه کوچک دارای بارهای الکتریکی $+0.2mC$ و $-6.2mC$ در فاصله d از یکدیگر نیروی الکتریکی‌ای به بزرگی $2.48N$ را به هم وارد می‌کنند. اگر این دو کره را با هم تماس دهیم و سپس در فاصله $3d$ از یکدیگر قرار دهیم، اندازه نیروی الکتریکی‌ای که دو کره بر یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون می‌شود؟

$$36 \quad (4) \quad 12 \quad (3) \quad 6 \quad (2) \quad 2 \quad (1)$$

۵۴. دو گلوله‌ی فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می‌باشند، از فاصله‌ی 30 سانتی‌متری، نیروی جاذبه‌ی 4 نیوتون بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+3\mu C$ خواهد شد. بار اولیه گلوله‌ها بر حسب

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

- (۱) 12 و -6 (۲) 10 و -4 (۳) 9 و -3 (۴) 8 و -2

۵۵. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 5\mu C$ و $q_2 = -3\mu C$ در فاصله‌ی r از هم قرار دارند. اگر 40 درصد از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 بدهیم و سپس دو بار را در فاصله‌ی $2r$ از هم قرار دهیم، اندازه‌ی نیروی بین دو بار چند برابر می‌شود؟

- (۱) $\frac{4}{5}$ (۲) $\frac{5}{4}$ (۳) 20 (۴) $\frac{1}{20}$

۵۶. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q در فاصله‌ی d از یکدیگر بر هم نیروی F را وارد می‌کنند. اگر فاصله‌ی بین دو بار 2 برابر شود و اندازه

- ی هر یک از بارها 20 درصد افزایش یابد، نیرویی که بر هم وارد می‌کنند چند درصد تغییر می‌کند؟
 (۱) 36 درصد افزایش می‌یابد. (۲) 36 درصد کاهش می‌یابد.
 (۳) 64 درصد افزایش می‌یابد. (۴) 64 درصد کاهش می‌یابد.

۵۷. دو بار مثبت Q که در یک فاصله معین قرار دارند نیروی F به هم وارد می‌کند چه کسری از Q را از یکی برداشته و روی دیگری

قرار دهیم تا در همان فاصله نیروی بین آن‌ها $\frac{15}{16}$ برابر گردد؟

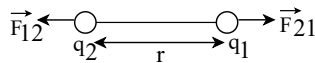
- (۱) $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{6}$ (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) $\frac{1}{5}$

۵۸. دو بار الکتریکی نقطه‌ای برابر، در فاصله‌ی ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند اگر 25 درصد از بار الکتریکی یکی را کم کرده و همان مقدار بر بار دیگری اضافه کنیم، نیرویی که به هم وارد می‌کنند چند F می‌شود؟

- (۱) 1 (۲) 4 (۳) $\frac{15}{16}$ (۴) $\frac{16}{15}$

۵۹. مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی هم نام و هم اندازه، q_1 و q_2 بر هم نیروهای \vec{F}_{12} و \vec{F}_{21} وارد می‌کنند. اگر 50% از بار

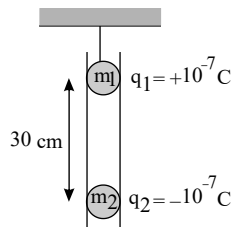
q_1 را برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم، $\left| \frac{\vec{F}_{12}}{\vec{F}_{21}} \right|$ چند برابر می‌شود؟



- (۱) $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{2}$

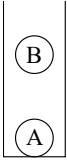
- (۳) $\frac{3}{4}$ (۴) تغییر نمی‌کند.

۶۰. مطابق شکل، دو گلوله‌ی باردار q_1 و q_2 درون لوله‌ی عایقی قرار دارند و مجموعه در تعادل است. جرم m_2 چند گرم است؟



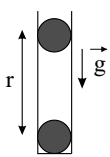
- (۱) 1 (۲) 2 (۳) 3 (۴) 4

۶۱. در یک لوله شیشه‌ای قائم دو گلوله کوچک A و B هریک به جرم $۳٫۶$ گرم و اندازه بار الکتریکی $۱٫۰ \mu C$ به حالت سکون قرار دارند. مراکز گلوله‌ها در چند سانتی‌متری از هم قرار دارند؟ ($k = ۹ \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$ و $g = 10 N/kg$ و از اصطکاک و مبادله بار صرف نظر شود.)



- ۵ (۱)
- ۲٫۵ (۲)
- ۱۰ (۳)
- ۲۰ (۴)

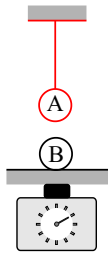
۶۲. مطابق شکل زیر، دو گلوله کوچک مشابه با بارهای $q = +2 \mu C$ و جرم $m = 20g$ در یک لوله شیشه‌ای قائم با بدنه نارسانا صورت زیر در حال تعادل هستند. فاصله مراکز دو گلوله از هم در این حالت چند سانتی‌متر است؟



(از اصطکاک گلوله‌ها با بدنه شیشه‌ای صرف نظر شود، $k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ ، $g = 10 \frac{N}{kg}$ و $\sqrt{2} = 1٫۴$)

- ۲۸ (۱)
- ۳۴ (۲)
- ۴۲ (۳)
- ۵۶ (۴)

۶۳. مطابق شکل، دو گلوله کوچک A و B به جرم‌های مساوی و برابر ۳۰۰ گرم، یکی از آن‌ها از نخ ابریشمی آویزان و دیگری روی یک ترازوی فنری به حال تعادل قرار دارد. اگر بار هر گلوله $2 \mu C$ و فاصله آن‌ها از هم $20cm$ باشد، نیروی کشش نخ و عددی که ترازو نشان می‌دهد به ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ (از کلیه اصطکاک‌ها و جرم نخ صرف نظر شود و



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

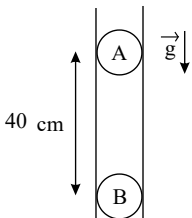
- ۲٫۱ و ۳٫۹ (۱)
- ۳٫۹ و ۲٫۱ (۲)
- ۱ و ۰٫۹ (۳)
- ۰٫۹ و ۱ (۴)

۶۴. دو گوی کوچک فلزی مشابه به جرم $\frac{1}{10}$ گرم از ریسمان‌هایی به جرم ناچیز و طول 50 سانتی‌متر از یک نقطه آویخته شده‌اند و به هم چسبیده‌اند. وقتی بار q به مجموعه‌ی دو گوی داده شود، گوی‌ها در وضعی قرار می‌گیرند که هر ریسمان با امتداد قایم زاویه‌ی 45° می‌سازد. مقدار بار q چند کولن است؟

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

- $\frac{\sqrt{2}}{3} \times 10^{-6}$ (۱)
- $\frac{\sqrt{2}}{2} \times 10^{-6}$ (۲)
- $\frac{\sqrt{3}}{3} \times 10^{-6}$ (۳)
- $\frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-6}$ (۴)

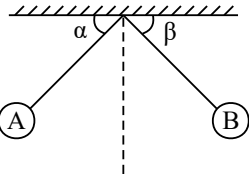
۶۵. در شکل زیر دو گلوله‌ی مشابه هر کدام به جرم $100g$ و بار الکتریکی $4 \mu C$ در یک لوله‌ی نارسانای قائم در حال تعادل هستند. اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین گلوله‌ی A و سطح داخلی لوله چند نیوتون است؟



$(g = 10 \frac{N}{kg}$ ، $k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ و شعاع گلوله‌ها ناچیز فرض شود.)

- ۱ (۱)
- ۰٫۹ (۲)
- ۰٫۱ (۳)
- صفر (۴)

۶۶. در شکل روبه‌رو گلوله‌های باردار از دو نخ با طول مساوی و آویزانند و انحراف آن‌ها از راستای قائم α و β بوده و اندازه نیروی الکتریکی وارد بر آن‌ها FA و FB است. اگر $qA > qB$ و $mA < mB$ باشد، کدام رابطه زیر درست است؟



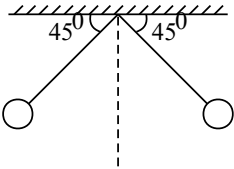
$\alpha = \beta$, $FA = FB$ (۱)

$\alpha < \beta$, $FA = FB$ (۲)

$\alpha > \beta$, $FA > FB$ (۳)

$\alpha = \beta$, $FA < FB$ (۴)

۶۷. در شکل روبه‌رو دو گلوله با بارهای مشابه و ۵ میکروکولن در حال تعادل قرار گرفته‌اند. اگر جرم نخ‌ها ناچیز و طول هر کدام



$15\sqrt{2} \text{ cm}$ باشد، جرم هر گلوله چند گرم است؟ ($g = 10 \frac{m}{s}$)

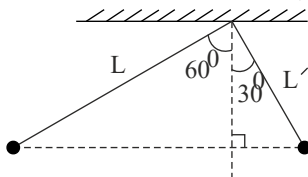
۲۵۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

۲۵ (۴)

۱۰ (۳)

۶۸. مطابق شکل زیر، دو گلوله‌ی باردار با بار الکتریکی یکسان ولی جرم‌های متفاوت توسط دو نخ با طول‌های L و L' از یک نقطه آویزان و به حال تعادل درآمده‌اند. نسبت جرم گلوله‌ی سنگین به گلوله‌ی سبک کدام است؟



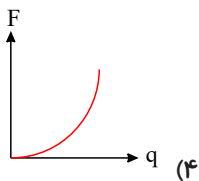
۳ (۲)

$\sqrt{3}$ (۱)

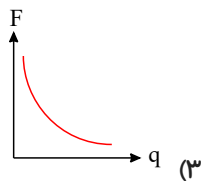
۲ (۴)

$\sqrt{2}$ (۳)

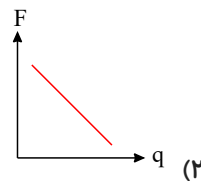
۶۹. اگر دو کره باردار در فاصله r از یکدیگر قرار گرفته باشند و فقط بار یکی از کره‌ها تغییر کند، کدام گزینه نمودار تغییرات نیروی کولنی بین کره‌ها را به درستی نشان می‌دهد؟



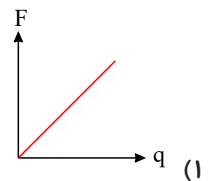
(۴)



(۳)

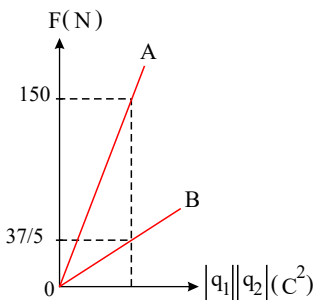


(۲)



(۱)

۷۰. نمودار اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی، بر حسب حاصل ضرب اندازه بارها برای دو حالت A و B رسم شده است. فاصله دو بار در حالت A نسبت به فاصله دو بار در حالت B چگونه است؟



۵۰ درصد کمتر (۱)

۵۰ درصد بیشتر (۲)

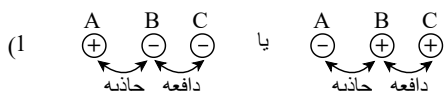
۲۵ درصد کمتر (۳)

۲۵ درصد بیشتر (۴)

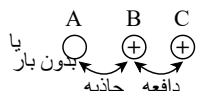
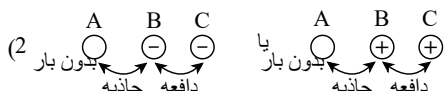
۱. گزینه ۱ با توجه به جدول سری الکتریسیته تنها گزینه ۱ به درستی بیان شده است.

۲. گزینه ۳ با توجه به جدول سری الکتریسیته مالشی (تریبو الکتریک)، می‌توان نتیجه گرفت در هنگام مالش چوب توسط نایلون، الکترون از نایلون به چوب منتقل می‌شود.

۳. گزینه ۴ اگر B و C یکدیگر را دفع می‌کنند، قطعاً این دو گلوله باردار بوده و بار آن‌ها با یکدیگر هم نام است (رد گزینه ۲ و ۳). از طرفی گلوله‌ی B جذب گلوله‌ی A شده است. بنابراین گلوله‌ی A باردار و بار آن با B ناهم نام است و یا بدون بار می‌باشد (توجه شود که یک گلوله‌ی باردار، همواره یک گلوله‌ی فلزی بدون بار را جذب می‌کند) و گزینه‌ی ۴ می‌تواند صحیح باشد. دقت شود که در مورد مقدار بار گلوله‌ها نمی‌توان اظهار نظر کرد.



⇒ حالت‌های ممکن



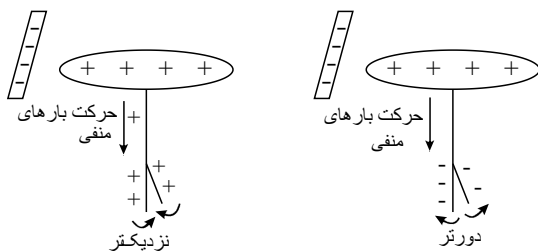
۴. گزینه ۴ با توجه به جدول تریوالکتریک گلوله سربی بار مثبت و گلوله مسی بار منفی می‌گیرد. بنابراین این دو گوی یکدیگر را جذب می‌کنند. اگر نیروی کولنی آنقدر قوی باشد که گوی‌ها را به هم تماس دهد، بین دو گلوله بار جابه‌جا شده و بارهای یکدیگر را خنثی می‌کنند و در نهایت دو گلوله دارای بارهای یکسان می‌شوند. اگر مقدار بار اولیه گلوله‌ها یکسان باشد بار نهایی آن‌ها صفر شده و در حالت تعادل قرار خواهند گرفت (در همان فاصله قبلی) و اگر بارهای اولیه گلوله‌ها یکسان نباشد پس از اتصال هر دو بار هم‌نوع خواهند گرفت، لذا از هم دور می‌شوند و در فاصله‌ای بیشتر از حالت اول قرار می‌گیرند.

۵. گزینه ۱ گزینۀ (۱) کاملاً درست است چون انتقال الکترون بین جسم‌ها باعث باردار شدن می‌شود. ✓
 گزینۀ (۲) در مثال میله شیشه‌ای و پارچه ابریشمی، میله شیشه‌ای بار مثبت و پارچه ابریشمی بار منفی می‌گیرد. ×
 گزینۀ (۳) در مالش میله شیشه‌ای با پارچه ابریشمی میله بار مثبت می‌گیرد ولی در مالش میله پلاستیکی با پارچه ابریشمی میله بار منفی می‌گیرد بنابراین میله‌های شیشه‌ای و پلاستیکی بارهای نام دارند و یکدیگر را می‌ربایند. ×
 گزینۀ (۴) در یک دستگاه منزوی مجموع جبری بارها همواره مقداری ثابت است نه صفر! (یعنی نه باری تولید می‌شود نه از بین می‌رود) توجه کنیم که این گزینه برای یک جسم نیز همواره درست نیست بلکه فقط برای یک جسم خنثی می‌تواند درست باشد. ×
 ۶. گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

در جدول مواد پایین‌تر، الکترون خواهی بیش‌تری دارند. (گزینه ۱ غلط است).
 یعنی اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار گیرند، الکترون از ماده بالاتر جدول به ماده‌ای که پایین‌تر قرار دارد، منتقل می‌شود. (گزینه ۲ نادرست است).

اگر ماده A را با ماده B مالش دهیم، الکترون کم‌تری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده C مالش دهیم، منتقل می‌شود. (ماده C الکترون خواهی بیش‌تری نسبت به B دارد) بنابراین گزینه ۳ نادرست است.
 گزینه ۴ درست هست چون ماده D الکترون خواهی بیش‌تری نسبت به C دارد.

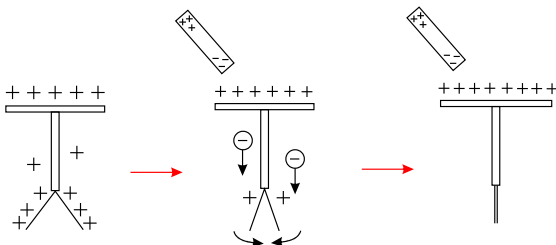
۷. گزینه ۴



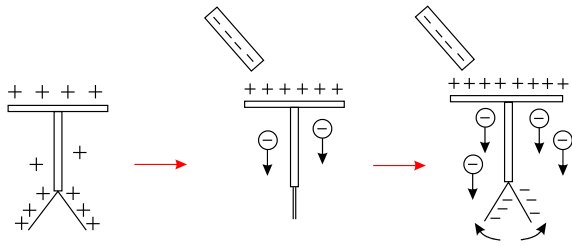
چون کهربا از لاستیک بالاتر است، پس دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود و در اثر تماس با الکتروسکوپ، بار الکتروسکوپ هم مثبت می‌شود. در حالت دوم چون پشم در جدول از کهربا بالاتر است، پس میله این دفعه دارای بار منفی می‌شود و در اثر نزدیک کردن به الکتروسکوپ با بار مثبت، ورقه‌های الکتروسکوپ ابتدا به هم نزدیک شده و سپس دور می‌شوند و بار روی ورقه‌ها وقتی به هم نزدیک می‌شوند مثبت، و وقتی از هم دور می‌شوند، منفی است.

۸. گزینه ۲ با توجه به منفی بودن بار الکتروسکوپ و ورقه‌های آن، قطعاً بار میله مثبت بوده که با جذب و کشیدن الکترون‌ها به سمت خود، تراکم الکترون روی ورقه‌ها و در نتیجه نیروی دافعه بین ورقه‌ها کم و به هم نزدیک می‌شوند. از طرفی در جدول سری الکتریسیته مالشی (تریوالکتریک)، اگر دو جسم را به هم مالش دهیم، آن جسمی که در جدول بالاتر است، بارش مثبت می‌شود و آن که پایین‌تر است به خود بار منفی می‌گیرد که در اینجا شیشه بالاتر از پارچه پشمی است، پس میله شیشه‌ای دارای بار مثبت می‌شود.
 ۹. گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینه‌ی (۱) نادرست است - زیرا اگر میله بدون بار باشد، با نزدیک کردن میله به کلاهک الکتروسکوپ مطابق شکل‌های زیر بارهای منفی میله در مجاورت کلاهک قرار می‌گیرند. در نتیجه باعث می‌شود تا تعدادی از بارهای منفی کلاهک به سوی تیغه‌ها مهاجرت کنند و در نتیجه زاویه‌ی بین تیغه‌ها کاهش می‌یابد و با نزدیک‌تر شدن میله تعداد بیشتری از بارهای منفی کلاهک به طرف تیغه‌ها می‌روند تا با خنثی کردن بار تیغه‌ها، تیغه‌ها بسته شوند و تا زمانی که میله با کلاهک تماس پیدا نکرده، تیغه‌ها همچنان بسته می‌مانند.

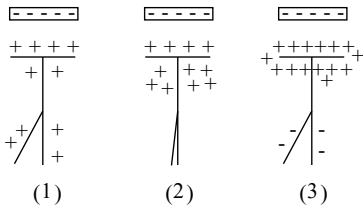


گزینه‌ی (۲): نادرست است - زیرا اگر میله بار مثبت داشته باشد. زاویه‌ی بین تیغه‌ها افزایش یافته و باز تر می‌شوند.
 گزینه‌ی (۳): درست است - اگر مطابق شکل‌های زیر بار میله منفی و خیلی بیشتر از بار الکتروسکوپ باشد با نزدیک کردن میله به کلاهک الکتروسکوپ، تعدادی از بارهای منفی کلاهک را دفع کرده در نتیجه این بارها به سوی تیغه‌ها مهاجرت می‌کنند و مقداری از بار تیغه‌ها را خنثی می‌کنند. با نزدیک‌تر شدن میله تعداد بیشتری از بارهای منفی به سوی تیغه‌ها می‌روند که در نتیجه باعث می‌شود تا تیغه‌ها ابتدا بسته شده و سپس به دلیل تجمع بارهای منفی به سوی تیغه‌ها می‌روند که در نتیجه باعث می‌شود تا تیغه‌ها ابتدا بسته شده و سپس به دلیل تجمع بارهای منفی روی آنها زاویه بین آنها افزایش یافته و باز شوند. که در پایان آزمایش بار کلاهک مثبت خواهد بود.



گزینه ی (۴) نادرست است - مطابق شکل های بالا .

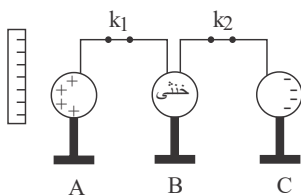
۱۰. گزینه ۲



با توجه به اینکه با نزدیک کردن میله به بار منفی به الکتروسکوپ، فاصله ی ورقه ها کاهش می یابد، متوجه می شویم، اولاً الکتروسکوپ باردار بوده و ثانیاً بار آن مثبت است و در اثر جذب شدن بارهای مثبت به سمت کلاهک، بار ورقه ها کاهش یافته و ورقه ها به هم نزدیک تر می شوند. وقتی تمام بارهای مثبت به سمت کلاهک کشیده می شوند، ورقه ها بسته می شوند، اما اینکه ورقه ها دوباره باز می شوند به این علت است که بار منفی میله آنقدر زیاد بوده است که الکترون های آزاد بیشتری را از اتم های خنثی کلاهک جدا می کند و به سمت ورقه ها می فرستد و در نتیجه بار ورقه ها منفی شده و از هم دور می شوند.

۱۱. گزینه ۳ از آن جایی که نوع بار میله مخالف نوع بار الکتروسکوپ است، میله الکترون های الکتروسکوپ را به سمت تیغه ها می راند و آن ها را (که قبلاً مثبت بوده اند) خنثی میکند، سپس چون بار میله خیلی زیاد است بار منفی بیشتری به سمت تیغه ها رانده و آن ها را منفی کرده و از هم دور می کند.

۱۲. گزینه ۳



با نزدیک کردن میله با بار الکتریکی منفی به کره A، بارهای منفی از کره A به دورترین فاصله یعنی کره C منتقل می شوند و بار کره A مثبت، بار کره B خنثی و بار کره C منفی خواهد شد.

در حضور میله اگر k_2 قطع شود پس بار کره C منفی می شود و سپس اگر ابتدا میله دور شود، بار مثبت بین کره های A و B تقسیم می شود و با قطع کلید k_1 هر دو کره A و B بار مثبت خواهند داشت.

۱۳. گزینه ۳ $32nC$ بار منفی از یک جسم به جسم دیگر منتقل شده بنابراین بار جسمی که $32nC$ بار منفی از دست داده $+32nC$ و بار جسمی که $32nC$ بار منفی گرفته، $-32nC$ شده است:

$$q = ne \rightarrow 32 \times 10^{-9} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 2 \times 10^{11}$$

۱۴. گزینه ۴ با توجه به اصل کوانتیده بودن بار، همواره بار الکتریکی جسم مضرب درستی از بار بنیادی e است:

$$q = \pm ne, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

بنابراین بار ایجاد شده در جسمها باید مضرب درستی از $e = 1,6 \times 10^{-19}$ باشد.

در بین گزینه ها فقط گزینه ۴ مضرب درستی از $1,6 \times 10^{-19}$ است. (۳ برابر است)

۱۵. گزینه ۴ طبق رابطه ی $q = ne$ گزینه ای درست است که n عدد صحیح باشد.

$$q = ne \rightarrow 4,8 \times 10^{-18} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 30 \quad \text{گزینه ی «۱»}$$

$$q = ne \rightarrow 8,16 \times 10^{-18} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 51 \quad \text{گزینه ی «۲»}$$

$$q = ne \rightarrow 11,2 \times 10^{-18} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 70 \quad \text{گزینه ی «۳»}$$

$$q = ne \rightarrow 3,5 \times 10^{-18} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 21,875 \quad \text{گزینه ی «۴»}$$

$$q = ne \rightarrow 3,5 \times 10^{-18} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 21,875$$

۱۶. گزینه ۴ طبق رابطه $q = -ne$ داریم:

$$\begin{cases} q = \lambda pc = 8 \times 10^{-12} C \\ e = 1,6 \times 10^{-19} \end{cases} \Rightarrow 8 \times 10^{-12} = n \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow n = \frac{8 \times 10^{-12}}{1,6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^7$$

۱۷. گزینه ۳ در اثر مالش دو جسم نارسانا الکترون از یک جسم به جسم دیگر جابه جا می شوند. و بار جسمی که الکترون از دست

داده مثبت و بار جسمی که الکترون گرفته منفی خواهد شد. بار جسم $+2\mu C$ شده بنابراین $2\mu C$ الکترون از دست داده است.

برای به دست آوردن تعداد الکترون ها از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$q = ne \rightarrow 2 \times 10^{-6} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 12,5 \times 10^{12}$$

تعداد الکترونهاایی که جسم از دست داده $12,5 \times 10^{12}$ الکترون است.

بنابراین تعداد پروتونهای جسم $12,5 \times 10^{12}$ تا بیشتر از تعداد الکترونها آن است. (توجه کنید در ابتدا که جسم نارسانا خنثی است تعداد پروتونها با تعداد الکترونها یکسان بوده است)

۱۸. گزینه ۲ سؤال نسبت بار هسته را خواسته که برابر با تعداد پروتونهاست و در هر دو یون کربن مقدار آن برابر ۶ است پس بار هسته برای هر دو یون برابر $q = ne = 6e$ بوده که نسبت آنها برابر ۱ خواهد بود.

۱۹. گزینه ۱ در یک مول اتم هلیم به تعداد عدد آووگادرو اتم هلیم وجود دارد بنابراین برای به دست آوردن تعداد اتمهای ۵ مول هلیم از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$N = nN_A = 5 \times 6 \times 10^{23} = 3 \times 10^{24}$$

هر اتم ${}^4_2\text{He}$ در هسته خود دو پروتون و دو نوترون دارد.

بار الکتریکی نوترونها خنثی است. بنابراین مجموع بار هستهها همان مجموع بار پروتونها است.

$$\text{تعداد پروتونهای ۵ مول هلیم} = 2 \times 3 \times 10^{24} = 6 \times 10^{24}$$

$$C = q = ne = 6 \times 10^{24} \times 1,6 \times 10^{-19} = 9,6 \times 10^5$$

۲۰. گزینه ۱ روش ۱) با دادن الکترون به یک جسم با بار مثبت، مقدار بار جسم به اندازه بار تعداد الکترونها کاهش می‌یابد (خنثی می‌شود) در این سؤال 5×10^{12} عدد الکترون به جسم داده شده که بار آن برابر است با

$$q = -ne = -5 \times 10^{12} \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$-8 \times 10^{-7} C = -0,8 \mu C$$

اگر بار اولیه جسم را Q_1 فرض کنیم، بار ثانویه آن $Q_2 = Q_1 - 0,8 \mu C$ خواهد بود و چون سؤال گفته بار جسم ۲۰ درصد کاهش داشته می‌توانیم فرض کنیم بار اولیه ۱۰۰ بوده و ۲۰ تا از آن کم شده، بنابراین نسبت بارهای Q_2 به Q_1 برابر ۸۰ به ۱۰۰ است.

پس:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{80}{100} \rightarrow \frac{Q_1 - 0,8}{Q_1} = \frac{80}{100} \Rightarrow Q_1 = 4 \mu C$$

روش ۲) می‌دانیم ۲۰ درصد کاهش بار ناشی از 5×10^{12} عدد الکترون بوده، پس:

بار 5×10^{12} الکترون = ۲۰ درصد بار اولیه

$$\Rightarrow \frac{20}{100} Q_1 = ne$$

$$\frac{20}{100} Q_1 = 5 \times 10^{12} \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow Q_1 = 4 \times 10^{-6} = 4 \mu C$$

۲۱. گزینه ۳ بار هر جسم مضرب صحیحی از بار پایه است. از طرفی، باید $-8 \mu C$ بار از جسم خارج شود تا بار جسم $+8 \mu C$ شود. بنابراین:

$$q = -ne \Rightarrow -8 \times 10^{-6} = -n \times \frac{16}{10} \times 10^{-19} \Rightarrow n = 5 \times 10^{13} \text{ الکترون}$$

۲۲. گزینه ۱ طبق رابطه $q = ne$ داریم:

$$q = ne \Rightarrow 0,8 \times 10^{-6} = n \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 5 \times 10^{12}$$

چون بار جسم مثبت شده یعنی الکترون از دست داده است.

۲۳. گزینه ۳ ابتدا تعداد الکترون لازم برای رسیدن بار به $+1 C$ را حساب می‌کنیم:

$$q = ne$$

$$1 = n \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 62,5 \times 10^{17}$$

حال با توجه به اینکه در هر ثانیه ۱ میلیون الکترون (10^6) گرفته می‌شود. زمان لازم را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{array}{l} \text{الکترون } 10^6 \rightarrow 1 \text{ ثانیه} \\ x \rightarrow 62,5 \times 10^{17} \text{ ثانیه} \end{array} \right\} \Rightarrow x = 62,5 \times 10^{11} \text{ ثانیه}$$

از طرفی اگر هر یک سال 3×10^7 ثانیه باشد، خواهیم داشت:

$$\left. \begin{array}{l} \text{سال } 3 \times 10^7 \rightarrow 1 \text{ سال} \\ m \rightarrow 62,5 \times 10^{11} \text{ سال} \end{array} \right\} \Rightarrow m = 20,8 \times 10^4 = 2,08 \times 10^5 \simeq 2 \times 10^5 \text{ سال}$$

۲۴. گزینه ۱ سؤال تعداد الکترونها را خواسته که از رابطه $q = ne$ قابل محاسبه است (مقدار میدان داده اضافی مسأله است).

$$q = ne \Rightarrow 2 \times 10^{-9} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 1.25 \times 10^{10}$$

۲۵. گزینه ۳ طبق گفته سؤال $q_A = q_B$ بار اولیه از طرفی هم با انتقال الکترون از A به B ، بار جسم A مثبت تر و بار کره B منفی تر می شود. به عبارتی $\begin{cases} q'_A = q_A + ne \\ q'_B = q_B - ne \end{cases}$. با ترکیب آن ها $q'_A = 3q'_B$ خواهیم داشت:

$$q_A + ne = 3(q_B - ne) \xrightarrow{q_B = q_A} q_B + ne = 3q_B - 3ne \Rightarrow q_B = 2ne$$

سؤال بار ثانویه جسم B رو خواسته، پس:

$$q'_B = q_B - ne = 2ne - ne = +ne = +3.25 \times 10^{10} \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$= +0.52 \times 10^{-6} C = +0.52 \mu C$$

۲۶. گزینه ۲ با گرفتن الکترون به اندازه Δq به بار مثبت جسم افزوده می شود. بنابراین می توان نوشت:

$$q_2 = 5q_1$$

$$\Delta q = ne \Rightarrow q_2 - q_1 = ne \Rightarrow 5q_1 - q_1 = ne \Rightarrow 4q_1 = ne$$

$$\Rightarrow 4q_1 = 5 \times 10^{13} \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow q_1 = 2 \times 10^{-6} C = 2 \mu C$$

۲۷. گزینه ۲

چون کره ها یکسان هستند، مجموع جبری بارها بطور مساوی بین دو کره تقسیم می شود.

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{(+12) + (-4)}{2} = +4 \mu C$$

۲۸. گزینه ۲ ابتدا بار الکتریکی هر یک از کره ها را بعد از بستن کلید حساب می کنیم. دقت کنید، چون کره ها مشابه اند، طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، بعد از تماس، بار آن ها مشابه و نصف مجموع بارهای قبل از تماس آن هاست.

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} \quad q_A = 20 \mu C, \quad q_B = 12 \mu C \rightarrow q'_A = q'_B = \frac{20 + 12}{2} = 16 \mu C$$

اکنون مقدار بار شارش شده بین دو کره را حساب می کنیم و سپس تعداد الکترون ها را به دست می آوریم.

$$n = \frac{q}{e} = \frac{4 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 2.5 \times 10^{13} \text{ الکترون}$$

از طرفی برای مثال بار کره B از $12 \mu C$ به $16 \mu C$ رسیده، پس بار آن $4 \mu C$ افزایش داشته در واقع $4 \mu C$ بار منفی آن کم شده، یعنی الکترون ها از کره B به کره A رفته اند. همان طور که می بینیم بار منفی به A رسیده، بخشی از بار آن را خنثی کرده و از $20 \mu C$ به $16 \mu C$ رسیده.

$$۲۹. گزینه ۱ \quad F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \text{ نیروی بار } q_1 \text{ به } q_2 \text{ برابر } F_{12} = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \text{ و نیروی } q_2 \text{ به } q_1 \text{ برابر } F_{21} = \frac{kq_2 q_1}{r^2}$$

خواهد بود که مقدار هر دوی آن ها یکی خواهد بود.

لازم است که بدانیم طبق قانون سوم نیوتن نیروی F_{12} و F_{21} عمل و عکس العمل هستند یعنی مقدار مساوی و جهت خلاف یکدیگر را دارند.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}, \quad |\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}|$$

۳۰. گزینه ۳ تبدیل واحد μC به c ($1 \mu C = 10^{-6} c$) و cm به m ($1 cm = 10^{-2} m$) را یادمان باشد.

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(2 \times 10^{-6})(8 \times 10^{-6})}{(6 \times 10^{-2})^2} = 40 N$$

نیروی الکتریکی بین دو بار مثبت (همنام)، از نوع رانشی است.

۳۱. گزینه ۱

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

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

۳۲. گ: ۳

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \frac{4F}{F} = \left(\frac{20}{r'}\right)^2 \Rightarrow 4 = \left(\frac{20}{r'}\right)^2 \Rightarrow 2 = \frac{20}{r'} \Rightarrow r' = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

۳۳. گزینه ۴ طبق رابطه ی $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ برای مقایسه ی نیرو در حالت اولیه (F) و ثانویه (F') داریم: (به معنای ثانویه)

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

که در این تست داریم $\begin{cases} r' = 2r \\ q'_1 = 2q_1 \\ q'_2 = q_2 \end{cases}$ پس:

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

۳۴. گزینه ۱ طبق رابطه قانون کولن خواهیم داشت:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow 18 = \frac{9 \times 10^{+9} \times 1 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{r^2}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده می کنیم}} 1 = \frac{10^{-3}}{r^2} \Rightarrow r^2 = 10^{-3}$$

$$\sqrt{} \rightarrow r = \sqrt{10^{-3}} \text{ (m)} \xrightarrow{\text{تبدیل به cm}} r = 10^2 \sqrt{10^{-3}} = \sqrt{10} \text{ cm}$$

۳۵. گزینه ۴ اندازه ی نیروی بین بارهای الکتریکی هم نام q_1 و $q_2 = 5q_1$ از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}^2}, r = 3 \text{ m}, F = 0.2 \text{ N}$$

$$0.2 = \frac{9 \times 10^9 \times 5q_1^2}{3^2} \Rightarrow q_1^2 = 4 \times 10^{-12} \Rightarrow q_1 = 2 \times 10^{-6} \text{ C} = 2 \mu\text{C}$$

۳۶. گزینه ۱

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{20 \times 10^{-6} \times |q_2|}{1600 \times 10^{-4}} \rightarrow |q_2| = 8 \times 10^{-5} \text{ C}$$

نیروی دو بار رانشی است و بار q_1 مثبت است بنابراین q_2 نیز باید مثبت باشد:

$$q_2 = +8 \times 10^{-5}$$

۳۷. گزینه ۱ با استفاده از قانون کولن، داریم:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \xrightarrow{F=120 \text{ N}, r=3 \times 10^{-2} \text{ m}} 120 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_1| |q_2|}{9 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow |q_1| |q_2| = 12 \times 10^{-12}$$

از طرف دیگر باتوجه به صورت سؤال، چون نیرو رانشی است، پس دو بار هم نامند و بنابراین داریم:

$$\begin{cases} q_1 q_2 = 12 \times 10^{-12} \text{ C}^2 & (1) \\ q_1 + q_2 = 8 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow q_1 = 8 \times 10^{-6} - q_2 & (2) \end{cases}$$

(همینجا می توان فهمید که گزینه (۱) هست که ضرب بارها ۱۲ می شود $\sqrt{12 \times 6} = 12$)

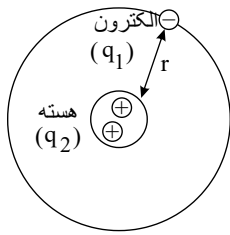
در ادامه با استفاده از رابطه های (۱) و (۲) داریم:

$$q_1 q_2 = 12 \times 10^{-12} \Rightarrow (8 \times 10^{-6} - q_2) \times q_2 = 12 \times 10^{-12} \\ \Rightarrow q_2^2 - 8 \times 10^{-6} q_2 + 12 \times 10^{-12} = 0 \Rightarrow (q_2 - 6 \times 10^{-6})(q_2 - 2 \times 10^{-6}) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} q_2 = 6 \times 10^{-6} \text{ C} = 6 \mu\text{C} \Rightarrow q_1 = 2 \times 10^{-6} \text{ C} = 2 \mu\text{C} \\ q_2 = 2 \times 10^{-6} \text{ C} = 2 \mu\text{C} \Rightarrow q_1 = 6 \times 10^{-6} \text{ C} = 6 \mu\text{C} \end{cases}$$

۳۸. گزینه ۲ طبق قانون کولن نیروی بین دو بار برابر $F = \frac{k|q_1| |q_2|}{r^2}$ خواهد بود، حال در این سؤال مطابق شکل زیر خواهیم

داشت:



$$\left. \begin{aligned} q_1 &= ne = 1 \times 1,6 \times 10^{-19} C \\ q_2 &= ne = 2 \times 1,6 \times 10^{-19} C \\ r &= \text{شعاع} = 3,2 \times 10^{-11} \end{aligned} \right\} F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 2 \times 1,6 \times 10^{-19}}{(3,2 \times 10^{-11})^2} \rightarrow F = 4,5 \times 10^{-7} (N)$$

۳۹. گزینه ۴ با توجه به این که کره‌ها مشابه‌اند، پس از تماس، بار به نسبت مساوی بین آن‌ها توزیع می‌شود. بار هر کره را پس از تماس با یکدیگر برابر است با میانگین جبری بارهای اولیه‌ی آن‌ها، پس:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{10^{-4} + (-10^{-5})}{2} = \frac{(10 \times 10^{-5}) + (-1 \times 10^{-5})}{2} = \frac{9 \times 10^{-5}}{2}$$

$$= 4,5 \times 10^{-5} C$$

اکنون با استفاده از رابطه‌ی قانون کولن می‌توان نوشت:

$$F = k \frac{q'_1 q'_2}{r^2} \Rightarrow 2,025 = 9 \times 10^9 \times \frac{4,5 \times 10^{-5} \times 4,5 \times 10^{-5}}{r^2} \Rightarrow r = 3m$$

۴۰. گزینه ۳

$$F_{AB} = \frac{kq_A q_B}{r^2} = \frac{k}{r^2} \times 32$$

$$q'_{A,B} = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{4 + 8}{2} = 6 \mu C, \quad q'_{A,C} = \frac{q'_{A,B} + q_C}{2} = \frac{6 + (-4)}{2} = 1 \mu C$$

$$F'_{AB} = \frac{kq'_{A,C} q'_{A,B}}{r^2} = \frac{k}{r^2} \times 6 \Rightarrow \frac{F'_{AB}}{F_{AB}} = \frac{6}{32} = \frac{3}{16}$$

۴۱. گزینه ۴ ابتدا رابطه‌ی کولن را برای هر حالت می‌نویسیم:

$$F = \frac{kqq}{d^2} = 30, \quad F = \frac{kQQ}{d^2} = 40$$

$$F = \frac{k(Q-q)(Q+q)}{d^2} = \frac{kQ^2 - q^2}{d^2} = \frac{kQ^2}{d^2} - \frac{kq^2}{d^2} = 40 - 30 = 10 (N)$$

۴۲. گزینه ۱ ابتدا طبق رابطه‌ی قانون دوم نیوتن که می‌گفت: $F = ma$ برای مقایسه‌ی دو جسم داریم:

$$\frac{FA}{FB} = \frac{mA}{mB} \times \frac{aA}{aB}$$

توجه کنیم که نیروی بین دو بار باهم برابر است (عمل و عکس‌العمل) بنابراین اگر بار ذره‌ی B نصف ذره‌ی A باشد (یا هر نسبت دیگر)

نیروی هر دو بار برابر $F = \frac{kq_A q_B}{r^2}$ و برای هر کدام یک مقدار خواهد داشت. بنابراین $\frac{FA}{FB} = 1$ است. پس داریم:

$$\frac{FA}{FB} = \frac{mA}{mB} \times \frac{aA}{aB} \xrightarrow{F'A=F'B} 1 = \frac{mA}{mB} \times 2 \rightarrow \frac{mA}{mB} = \frac{1}{2}$$

۴۳. گزینه ۲ طبق قانون کولن اندازه‌ی نیروی متقابل دو بار الکتریکی با اندازه‌ی هر بار نسبت مستقیم و با توان دوم فاصله‌ی بارها نسبت وارون دارد.

$$F \propto \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \xrightarrow{q_2, q_1 \text{ ثابت}} F \propto \frac{1}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\Delta F = \frac{5}{4} F \Rightarrow F' - F = \frac{5}{4} F \Rightarrow F' = \frac{5}{4} F + F = \frac{9}{4} F \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{9}{4}$$

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

$$\Rightarrow 3x = 3d - 2d = d \Rightarrow x = \frac{d}{3} \Rightarrow \frac{x}{d} = \frac{1}{3}$$

پس پاسخ گزینه ۲ است.

۴۴. گزینه ۲

بررسی گزینه‌ها:

$$(1) \text{گزینه } F_1 = k \frac{0.5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{a^2} = k \frac{10^{-12}}{a^2}$$

$$(2) \text{گزینه } F_2 = k \frac{1 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{a^2} = k \frac{2 \times 10^{-12}}{a^2}$$

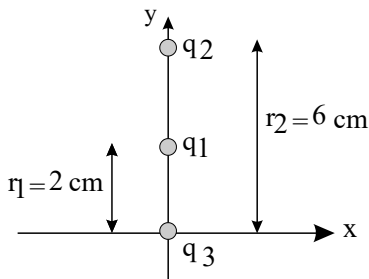
$$(3) \text{گزینه } F_3 = k \frac{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{4a^2} = k \frac{10^{-12}}{a^2}$$

$$(4) \text{گزینه } F_4 = k \frac{1 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{4a^2} = k \frac{10^{-12}}{2a^2}$$

بیشترین نیرو مربوط به گزینه ۲ است.

۴۵. گزینه ۱ ابتدا مختصات بارها را بر روی محور مختصات رسم می‌کنیم.

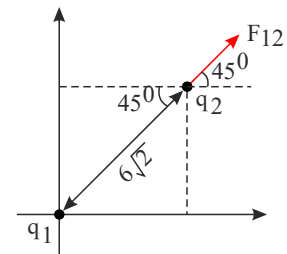
باتوجه به این که بار q_3 در خارج از خط واصل بارهای q_1 و q_2 قرار دارد، در نتیجه این ۲ بار غیر هم‌نامند، پس بار q_1 حتماً مثبت است. حال داریم:



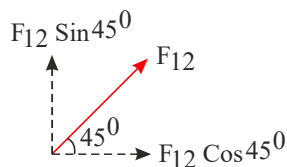
$$F_1 = F_2 \Rightarrow k \frac{|q_1||q_2|}{r_1^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{4} = \frac{|q_2|}{36} \Rightarrow |q_1| = 1 \mu C \xrightarrow{q_1 > 0} q_1 = 1 \mu C$$

۴۶. گزینه ۲ ابتدا بردار نیرو را رسم کرده و مقدارش را محاسبه می‌کنیم:

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(6\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = \frac{9 \times 4 \times 4 \times 10^{-3}}{36 \times 2 \times 10^{-4}} = 20 (N)$$



حال باتوجه به زاویه 45° بردار نیرو را بر حسب مؤلفه‌های i و j می‌نویسیم.



$$F_{12} = 20 \cos 45^\circ \vec{i} + 20 \sin 45^\circ \vec{j} = 10\sqrt{2} \vec{i} + 10\sqrt{2} \vec{j}$$

۴۷. گزینه ۱

پس از تماس دو کره‌ی فلزی مشابه بارهای آن‌ها با هم برابر شده و برابر میانگین جبری بار آن‌هاست.

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-10 + 90}{2} = 40 \mu C$$

$$\begin{cases} F = \frac{k \times 90 \times 10}{d^2} \\ 4F = \frac{k \times 40 \times 40}{x^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F}{4F} = \frac{\frac{90k}{d^2}}{\frac{40 \times 40 k}{x^2}} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{x^2}{d^2} \times \frac{900}{40 \times 40} \Rightarrow x = \frac{2}{3} d$$

۴۸. گزینه ۳

پس از تماس دو کره‌ی فلزی یکسان بار آن‌ها با هم برابر شده و برابر میانگین جبری آن‌هاست.

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{2q - 3q}{2} = -\frac{q}{2}$$

$$\begin{cases} F_1 = k \frac{2q \times 3q}{d^2} \\ F_2 = \frac{kq^2}{d^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{kq^2}{4d^2}}{\frac{6kq^2}{d^2}} = \frac{1}{24}$$

۴۹. گزینه ۲ اندازه‌ی گلوله‌ها یکسان است، لذا پس از تماس بار به طور مساوی بین آنها تقسیم می‌شود. (بار نهایی مساوی هم و برابر میانگین جبری بارهای اولیه است)

$$q'_1 = q'_2 = \frac{6q + (-2q)}{2} = 2q$$

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \left|\frac{F'}{F}\right| = \frac{2q}{6q} \times \frac{2q}{2q} \times \frac{d^2}{\left(\frac{d}{3}\right)^2} = 3 \Rightarrow F' = 3F$$

ضمناً در حالت دوم بار گلوله‌ها همنام است، پس یکدیگر را دفع می‌کنند.
۵۰. گزینه ۳ رابطه‌ی مقایسه‌ای برای دو حالت را می‌نویسیم:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{k'}{k} \times \frac{q-3}{q} \times \frac{q+3}{q} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\frac{560}{630} = \frac{q^2 - 9}{q^2} \rightarrow \frac{8}{9} = \frac{q^2 - 9}{q^2} \rightarrow 8q^2 = 9q^2 - 81 \rightarrow q^2 = 81 \rightarrow q = 9$$

۵۱. گزینه ۲

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = q \\ q_2 = q \\ \text{فاصله دو بار} = r \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} q'_1 = q \\ q'_2 = q - xq = (1-x)q \\ \text{فاصله دو بار} = r - \frac{r}{5} = \frac{4}{5}r \end{array} \right.$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1| |q'_2|}{|q_1| |q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{3}{2,4} = \frac{q(1-x)q}{q^2} \times \left(\frac{r}{\frac{4}{5}r}\right)^2 \rightarrow 1-x = \frac{4}{5} \rightarrow x = \frac{1}{5} = 20\%$$

۵۲. گزینه ۴ بار نهایی کره‌ها باهم برابر شده و هر یک برابر خواهند شد با میانگین ضرب بارهای اولیه، یعنی:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{9 + (-5)}{2} = 2nC$$

از طرفی طبق رابطه‌ی $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow[r'=40cm]{r=20cm} \frac{F'}{F} = \frac{2}{5} \times \frac{2}{9} \times \left(\frac{20}{40}\right)^2 = \frac{1}{45} \rightarrow \frac{F}{F'} = 45$$

۵۳. گزینه ۱ با توجه به اینکه مجموع بار دو کره قبل و بعد از اتصال نباید تغییر کند (پایستگی بار) و اینکه بار نهایی دو کره با هم برابر می‌شود می‌توانیم بنویسیم:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \xrightarrow{q'_1 = q'_2} q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{0,2 + (-6,2)}{2} = -3mC$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1| |q'_2|}{|q_1| |q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{F'}{2,48} = \frac{3 \times 3}{0,2 \times 6,2} \times \left(\frac{d}{3d}\right)^2 \rightarrow F' = 2N$$

۵۴. گزینه ۲

$$F = \frac{k|q_1| |q_2|}{r^2} \rightarrow 4 = \frac{(9 \times 10^9) \times |q_1| \times |q_2| \times 10^{-12}}{(0,3)^2} \rightarrow |q_1| |q_2| = 40$$

روش اول:

که فقط در گزینه‌ی (۲) حاصل ضرب اندازه‌ی بارها برابر ۴۰ می‌باشد.

روش دوم:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow 4 = \frac{9 \times 10^9 \times q_1 q_2 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow q_1 q_2 = 40 \quad (1)$$

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 3 \Rightarrow q_1 + q_2 = 6 \quad (2)$$

$$\frac{(1), (2)}{\rightarrow} \begin{cases} q_1 q_2 = 40 \\ q_1 + q_2 = 6 \end{cases} \Rightarrow q_1(q_1 - 6) = 40 \Rightarrow q_1^2 - 6q_1 - 40 = 0$$

ریشه یا جواب این معادله برابر $10 \mu C$ و $-4 \mu C$ است.

۵۵. گزینه ۴

اگر ۴۰ درصد بار q_1 را برداریم، برابر می‌شود با: $q'_1 = q_1 - \frac{40}{100} q_1 = 5 - \frac{40}{100} \times 5 = 3 \mu C$

حالا اگر این ۴۰ درصد بار q_1 (که باری مثبت است) را به q_2 اضافه کنیم، داریم:

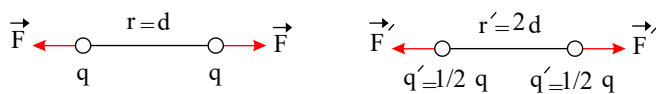
$$|q'_2| = q_2 - \frac{40}{100} q_1 = 3 - \frac{40}{100} \times 5 = 1 \mu C$$

طبق قانون کولن نسبت نیروی این دو بار برابر است با:

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{|q'_2|}{|q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow{r'=2r} \frac{F'}{F} = \frac{3}{5} \times \frac{1}{3} \times \left(\frac{r}{2r}\right)^2 = \frac{1}{20}$$

۵۶. گزینه ۴

روش اول:



$r' = 2d$: فاصله ۲ برابر شده است.

اندازه‌ی بارها ۲۰٪ افزایش یافته است. $q' = q + \frac{20}{100} q = 1.2q$

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

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{1.2q}{q} \times \frac{1.2q}{q} \times \left(\frac{d}{2d}\right)^2$$

$$\frac{F'}{F} = 1.44 \times \frac{1}{4} = 0.36 \Rightarrow F' = 0.36F \Rightarrow \frac{\Delta F}{F} = \frac{F' - F}{F} = \frac{0.36F - F}{F} = -0.64 = -64\%$$

یعنی بزرگی نیروی بین دو بار ۶۴٪ کاهش یافته است.

روش دوم: می‌توان در مسائل درصدی مقدار اولیه را ۱۰۰ فرض کرد و درصد تغییرات را به ۱۰۰ اضافه یا کم کرد.

$$\left. \begin{matrix} q_1 = 100, & q'_1 = 100 - x \\ q_2 = 100, & q'_2 = 100 + x \\ F_1 = 100, & F' = 96 \end{matrix} \right\} \frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{120}{100} \times \frac{120}{100} \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \rightarrow F' = 36$$

F' از ۱۰۰ به ۳۶ رسیده، یعنی ۶۴٪ کاهش داشت است.

۵۷. گزینه ۱ فرض کنیم مقدار x از یکی از بارها را برداریم و به دیگری اضافه کنیم، آن وقت بارهای ثانویه برابر می‌شود با:

$(Q-x)$ و $(Q+x)$.

بنابر این برای مقایسه‌ی این دو حالت داریم:

$$\begin{cases} F = K \frac{Q \cdot Q}{r^2} \\ F' = K \frac{(Q-x)(Q+x)}{r^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{15}{16} F' = \frac{K(Q-x)(Q+x)}{KQQ} \Rightarrow \frac{Q^2 - x^2}{Q^2} = \frac{15}{16} = x = \frac{1}{4} Q$$

۵۸. گزینه ۳

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

$$F' = k \frac{(q - 0.25q)(q + 0.25q)}{r^2} = k \frac{(q^2 - \frac{1}{16}q^2)}{r^2} = \frac{15}{16} \frac{kq^2}{r^2} \Rightarrow F' = \frac{15}{16} F$$

راه حل دوم:

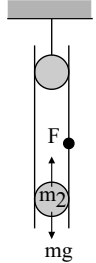
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F' = \left(\frac{3}{4} \times \frac{5}{4}\right) F = \frac{15}{16} F$$

$$q_1 \Rightarrow \frac{3}{4} \quad q_2 \Rightarrow \frac{5}{4}$$

۵۹. گزینه ۴ با توجه به اینکه $F_{۱۲} = F_{۲۱} \propto q_1 q_2$ است و همچنین نیروهای کولنی عمل و عکس العمل یکدیگرند در نتیجه همواره $\left| \frac{F_{۱۲}}{F_{۲۱}} \right| = 1$ است.

توجه کنیم که $F_{۱۲}$ و $F_{۲۱}$ هر دو نسبت به حالت قبل تغییر می کنند ولی نسبت آن ها به هم همیشه برابر ۱ است
 ۶۰. گزینه ۱ می دانیم که شرط تعادل، صفر شدن نیروی برآیند است. از طرفی به گلوله ۲ نیروی وزن و نیروی الکتریکی وارد می شود که برای خنثی شدن باید مساوی و خلاف جهت هم باشند. بنابراین می توان نوشت:

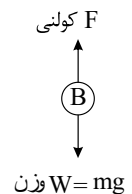
$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F = m_2 g$$



$$\frac{kq_1 q_2}{r^2} = m_2 g \Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-7} \times 10^{-7}}{(0.3)^2} = m_2 \times 10 \Rightarrow m_2 = 10^{-4} \text{ kg} = 10^{-1} \text{ gr}$$

۶۱. گزینه ۱ شرط اینکه گلوله B در حال تعادل باشد صفر بودن برآیند نیروهای وارد بر آن است. به گلوله B یک نیروی دافعه کولنی (از گلوله A) و یک نیروی جاذبه گرانشی زمین (وزن) رو به پایین وارد می شود که تعداد این دو باید با هم مساوی باشد تا یکدیگر را خنثی کنند، پس:

$$kq_A q_B / r^2 = mg \Rightarrow \text{وزن } F = W \text{ نیروی کولنی}$$

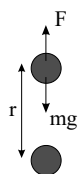


$$\frac{9 \times 10^9 \times 0.1 \times 10^{-6} \times 0.1 \times 10^{-6}}{r^2} = 3.6 \times 10^{-3} \times 10$$

$$\Rightarrow r^2 = 25 \times 10^{-4} \rightarrow r = 5 \times 10^{-2} \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

۶۲. گزینه ۳

می دانیم شرط تعادل صفر شدن برآیند نیروهاست. به گلوله بالایی دو نیروی وزن و نیروی الکتریکی وارد می شود که باید مساوی و خلاف جهت باشند تا یکدیگر را خنثی کنند.



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

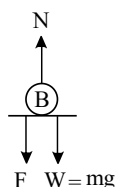
$$\frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{r^2} = 20 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow r^2 = \frac{9 \times \cancel{2} \times 10^{-3}}{\cancel{2} \times 10^{-2}} = 1.8 \times 10^{-1} = 0.18$$

$$\rightarrow r = \sqrt{0.18} = 0.3 \sqrt{2} \text{ m} = 0.42 \text{ m} = 42 \text{ cm}$$

۶۳. گزینه ۲ چون گلوله ها در حال تعادل هستند باید برآیند نیروی وارد بر آن ها صفر شود.

برای گلوله B مطابق شکل نیروی وزن (W) رو به پایین، نیروی دافعه کولنی از طرف گلوله A رو به پایین، و نیروی عکس العمل عمودی سطح ترازو (N) رو به بالا وارد می شود. عدد ترازو همان نیروی عکس العمل عمودی سطح (ترازو) است.

$$F^{\text{خالص}} = 0 \rightarrow +N - mg - F = 0$$

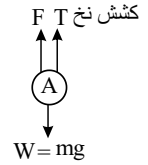


$$N = mg + F \frac{m=300g=0,3\text{ kg}}{F=kqAqB/r^2} \rightarrow N = 0,3 \times 10 + \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(20 \times 10^{-2})^2} = 3,9 \text{ (N)}$$

همینطور برای گلوله A خواهیم داشت:

$$F_{\text{خالص}} = 0 \Rightarrow +T + F - mg = 0$$

$$T = mg - F = 0,3 \times 10 - 0,9 = 2,1 \text{ (N)}$$



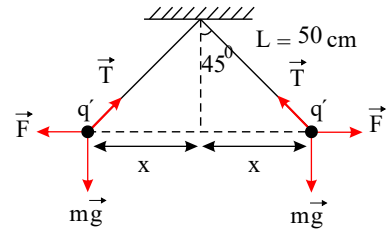
۶۴. گزینه ۱ با توجه به اینکه گوی‌ها مشابه‌اند پس اندازه‌ی بار آن‌ها $(\frac{q}{r})$ است و چون هم‌نام‌اند، یکدیگر را می‌رانند. در نتیجه

مطابق شکل در این حالت به هر یک از گوی‌ها سه نیروی وزن $(m\vec{g})$ ، کشش نخ (\vec{T}) و نیروی الکتریکی (\vec{F}) وارد می‌شود.

همانطور که می‌دانیم اگر آونگی تحت اثر نیروی F به اندازه α منحرف شود $\tan \alpha = \frac{F}{mg}$ می‌توان نوشت:

$$\tan 45^\circ = \frac{F}{mg} \rightarrow 1 = \frac{F}{mg} \rightarrow F = mg \rightarrow \frac{kq^2}{r^2} = mg \quad (1)$$

$$x = L \sin 45^\circ = 50 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 25\sqrt{2} \text{ cm} \rightarrow r = 2x = 50\sqrt{2} \text{ cm}$$



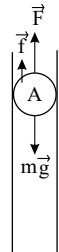
$$(1) \rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times (\frac{q}{r})^2}{(50\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = 0,1 \times 10^{-3} \times 10 \rightarrow q^2 = \frac{2}{9} \times 10^{-12} \rightarrow q = \frac{\sqrt{2}}{3} \times 10^{-6} \text{ C}$$

۶۵. گزینه ۳ به گلوله سه نیروی گرانشی (mg) به سمت پایین، الکتریکی (F) به سمت بالا (به دلیل دافعه) و نیروی اصطکاک (f) به سمت بالا (خلاف جهت میل به سقوط جسم) وارد می‌شود.

ابتدا نیروی وزن گلوله‌ی A و سپس نیروی الکتریکی رانشی وارد بر آن از طرف گلوله‌ی B را محاسبه می‌کنیم.

$$W = mg = 0,1 \times 10 = 1 \text{ N}$$

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(40 \times 10^{-2})^2} = 0,9 \text{ N}$$

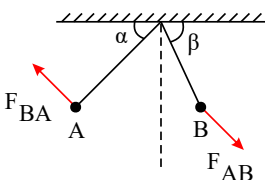


باتوجه به آن که گلوله‌ی A در حال تعادل است با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow +f + F - mg = 0 \Rightarrow f = mg - F = 1 - 0,9 = 0,1 \text{ N}$$

۶۶. گزینه ۲

نیروی کولنی بین دو گلوله باردار عمل و عکس‌العمل همدیگر هستند؛ پس مقدار آن‌ها باهم برابر است $(FA = FB)$ از طرفی چون گلوله B سنگین‌تر است $(mA < mB)$ انحرافش از حالت قائم کم‌تر است $(\alpha < \beta)$. دقت کنیم که اصلاً مهم نیست که بار کدام آونگ بیش‌تر است چون کاهش یا افزایش بارها به یک نسبت نیرو را تغییر می‌دهد. و نیروی هر دو گلوله مثل هم تغییر می‌کند.

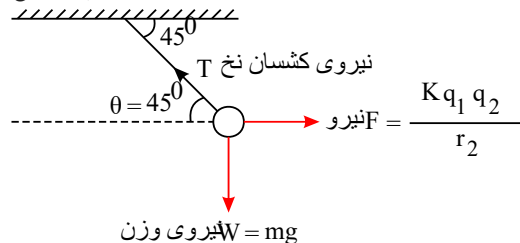


۶۷. گزینه ۲ برآیند نیروهای وارد بر یک گلوله را می‌نویسیم (برآیند نیروها باید صفر باشد چون گلوله‌ها در حال تعادل هستند).

$$\sum F_x = 0 \quad F = T \cos \theta \quad (I)$$

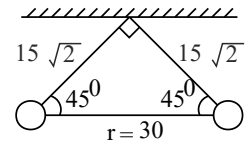
$$\sum F_y = 0 \quad T \sin \theta = mg \quad (II)$$

$$\frac{(II)}{(I)} \rightarrow \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{mg}{F} \rightarrow \boxed{\tan \theta = \frac{mg}{F}}$$



برای محاسبه جرم گلوله (m) باید F را داشته باشیم.

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \xrightarrow[r=30a]{q_1=q_2=5\mu C} F = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(0.3)^2} = 2.5(N)$$

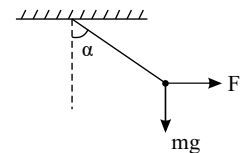


حالا m به دست می آید:

$$\theta = 45^\circ \rightarrow \tan 45^\circ = \frac{m \times 10}{2.5} \rightarrow m = 0.25 kg = 250 gr$$

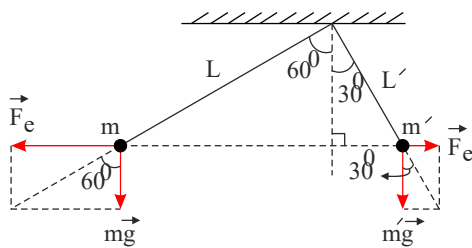
۶۸. گزینه ۲ طبق قانون سوم نیوتن اندازه ی نیروی الکتریکی وارد شده به دو گلوله باهم برابر است و بنابراین هرچه گلوله سنگین تر باشد، کم تر منحرف می شود. از طرفی می دانیم اگر گلوله ی تحت اثر نیروی افقی F به اندازه ی α از حالت قائم منحرف شود. رابطه ی زیر برقرار است:

$$\tan \alpha = \frac{F}{mg}$$



پس:

$$\left. \begin{aligned} \tan 30^\circ &= \frac{F_e}{m'g} \Rightarrow F_e = m'g \times \frac{\sqrt{3}}{3} \\ \tan 60^\circ &= \frac{F_e}{mg} \Rightarrow F_e = mg \times \sqrt{3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow m'g \frac{\sqrt{3}}{3} = mg \sqrt{3} \Rightarrow m' = 3m$$



۶۹. گزینه ۱ طبق رابطه $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ اگر فقط q_1 تغییر کند و مقادیر q_2 و k و r ثابت باشد آنگاه:

$$F = \frac{kq_2}{r^2} q_1 = \text{عدد} q_1 \Rightarrow F = \text{عدد}$$

که در این صورت نمودار $F - q$ یک خط راست با شیب $\frac{kq_2}{r^2}$ است.

۷۰. گزینه ۱ طبق رابطه $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ برای مقایسه دو حالت A و B خواهیم داشت:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{|q_1 q_2|_A}{|q_1 q_2|_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{150}{37.5} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow 4 = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \xrightarrow{\sqrt{\quad}} r_A = \frac{1}{2} r_B$$

در واقع r_A ۵۰ درصد از r_B کمتر است.