نام و نام خانوادگی:

زمان برگزاری: ۱۸۹۰۰ دقیقه

نام آزمون: oxygen۱۱_۱_۱_g

تاریخ آزمون: ۱۴۰۰/۰۸/۱۹

علیرضا ایدل خانی

۱ - کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

(۱) اگر جسمی خنثی الکترون از دست بدهد، بار الکتریکی خالص آن مثبت می‌شود.

(۲) طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع جبری همهٔ بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است.

(۳) طبق اصل کوانتیده بودن بار، بار الکتریکی مشاهده شده در جسم همواره مضرب درستی از بار بنیادی است.

(۴) طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، امکان تولید بار خالص وجود دارد.

۲ - کدام‌یک از پدیده‌های زیر به ماهیت الکتریکی مواد بستگی ندارد؟

(۱) انتقال پیام‌های عصبی در دستگاه اعصاب

(۲) قابلیت چسبیدن نوار سلوفان بر ظروف

(۳) بالا رفتن یک مارمولک از دیوار

(۴) چرخش ماهواره به دور زمین

۳ - دو جسم A و B با نیروی الکتریکی همدیگر را جذب می‌کنند. دو جسم C و D نیز یکدیگر را با نیروی الکتریکی جذب می‌کنند. اگر B و D یکدیگر را دفع کنند، در این صورت الزاماً .....

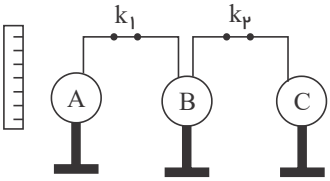
(۱) A و B دارای بار مخالف هستند.

(۲) A و C همدیگر را دفع خواهند کرد.

(۳) A و C همدیگر را جذب خواهند کرد.

(۴) A و D همدیگر را جذب خواهند کرد.

۴ - سه کرهٔ فلزی مشابه A، B و C مطابق شکل در کنار یکدیگر و روی پایه‌های عایقی قرار دارند. در حالتی که هر ۲ کلید k_1 و k_2 بسته هستند، میله‌ای با بار منفی را به کرهٔ 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 به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



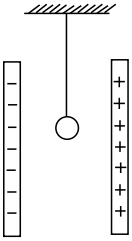
(۱) مثبت - خنثی - منفی

(۲) منفی - خنثی - مثبت

(۳) مثبت - مثبت - منفی

(۴) مثبت - مثبت - خنثی

۵ - در شکل مقابل، گلولهٔ رسانای آونگ در ابتدا بدون بار است و بین دو صفحهٔ رسانای باردار که اندازهٔ بار آن‌ها برابر است، قرار دارد. اگر گلوله را به یکی از صفحه‌ها تماس داده و رها کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟



(۱) به همان صفحه می‌چسبد.

(۲) به صفحهٔ مقابل می‌چسبد.

(۳) دائماً بین دو صفحه نوسان می‌کند.

(۴) ابتدا بین دو صفحه نوسان می‌کند و بعد از مدتی به حالت تعادل اولیه برمی‌گردد.

۶ - با توجه به جدول فرضی سری الکتریسیتهٔ مالشی (تریبوالکتریک) 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 مادهٔ D و مادهٔ C، الکترون از مادهٔ D به مادهٔ C منتقل می‌شود.

(۳) اگر مادهٔ A را با مادهٔ B مالش دهیم، الکترون بیش‌تری نسبت‌به حالتی که مادهٔ A را با مادهٔ C مالش دهیم، منتقل می‌شود.

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

۷ - جدول زیر، قسمتی از جدول سری الکتریسیتهٔ مالشی است. اگر میله‌ای خنثی از جنس چوب را ابتدا به یک پارچهٔ پشمی خنثی و سپس به یک پارچهٔ ابریشمی خنثی مالش دهیم، کدام گزینه می‌تواند به‌ترتیب از راست به چپ بار الکتریکی میلهٔ چوبی، پارچهٔ پشمی و پارچهٔ ابریشمی برحسب نانوکولن باشد؟

انتهای مثبت سری
پشم
ابریشم
چوب
انتهای منفی سری

(۱) $+۴$ و $+۳$، -۶

(۲) $+۸$ و -۲، $+۶$

(۳) $+۲$ و $+۴$، -۶

(۴) -۸ و $+۲$، $+۶$

۸ - دو جسم بدون بار A و B را جداگانه با جسم بدون بار C مالش می‌دهیم، پس از مالش A و B یکدیگر را دفع می‌کنند. اگر دو جسم بدون بار B و C را جداگانه با جسم بدون بار D مالش دهیم، پس از مالش B و C یکدیگر را جذب می‌کنند. کدام گزینه می‌تواند موقعیت این چهار جسم را در سری تریبوالکتریک به‌درستی نشان دهد؟

(۱)

انتهای مثبت سری
D
A
C
B
انتهای منفی سری

(۲)

انتهای مثبت سری
A
B
D
C
انتهای منفی سری

(۳)

انتهای مثبت سری
A
C
D
B
انتهای منفی سری

(۴)

انتهای مثبت سری
C
B
A
D
انتهای منفی سری

۹ - الکتروسکوپی با بار منفی در اختیار داریم. میله‌ای رسانا را به کلاهک آن نزدیک می‌کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند. نوع بار میله چیست؟

(۱) فقط منفی (۲) مثبت یا خنثی (۳) فقط مثبت (۴) منفی یا خنثی

۱۰ - الکتروسکوپی دارای بار منفی است. اگر جسم A را به کلاهک آن نزدیک کنیم، ورقه‌های آن بیش‌تر از هم دور می‌شوند و اگر جسم رسانای B را به آن نزدیک کنیم، ورقه‌های آن به هم نزدیک می‌شوند. به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه در مورد بار اجسام A و Bدرست است؟

(۱) منفی – مثبت (۲) مثبت – منفی یا خنثی (۳) منفی – مثبت یا خنثی (۴) مثبت – منفی

۱۱ - در اثر مالش، بارالکتریکی جسمی نارسانا $+۲\mu C$ می‌شود. کدام گزینه دربارهٔ این جسم درست است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

(۱) این جسم $۱۲٫۵ \times ۱۰^{۱۲}$ پروتون دارد.

(۲) این جسم در اثر مالش ۲×۱۰^{۶} پروتون دریافت کرده است.

(۳) تعداد پروتون‌های این جسم $۱۲٫۵ \times ۱۰^{۱۲}$ تا بیش‌تر از تعداد الکترون‌های آن است.

(۴) این جسم در اثر مالش ۲×۱۰^{۶} الکترون از دست داده است.

۱۲ - در تماس جسم رسانا و باردار A با جسم رسانا و بدون بار B، کدام‌یک از مقادیر زیر می‌تواند اندازهٔ بار منتقل شده از A به B باشد؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

(۱) $۲ \times ۱۰^{-۱۳} \mu C$ (۲) $۵ \times ۱۰^{-۱۳} \mu C$ (۳) $۸ \times ۱۰^{-۱۳} \mu C$ (۴) هر سه مورد امکان دارد.

۱۳ - نسبت بار الکتریکی هستهٔ یون فرضی کربن $\left({}^{۱۲}_{۶}C^{-}\right)$ به بار الکتریکی هستهٔ اتم کربن خنثی $\left({}^{۱۲}_{۶}C\right)$ کدام است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ (۴) $-۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$

oxygen11_1_1_g

۱۴ - جسمی دارای بار الکتریکی q است. اگر از این جسم ۵×۱۰^{۱۳} الکترون بگیریم، بار الکتریکی آن $۷\mu C$ خواهد شد. جسم در حالت اول با ..... تعداد ..... الکترون خنثی می‌شود. $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

① گرفتن، $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$ ② از دست دادن، $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$ ③ از دست دادن، $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ④ گرفتن، $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۴}$

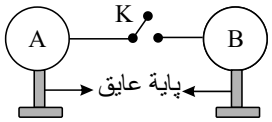
۱۵ - به ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت، ۲×۱۰^{۱۲} الکترون می‌دهیم. بار الکتریکی مثبت ذره ۱۶ درصد کاهش می‌یابد. بار اولیهٔ ذره چند میکروکولن بوده است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

① ۲۰ ② ۲ ③ ۱۰ ④ ۱

۱۶ - جسم رسانایی در ابتدا دارای بار الکتریکی مثبت است. اگر تعداد ۵×۱۰^{۳} الکترون به جسم بدهیم، بار آن منفی شده و اندازهٔ بار جدید جسم ۲۵ درصد اندازهٔ بار اولیهٔ جسم می‌شود. بار اولیهٔ جسم چند نانوکولن بوده است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

① $۶٫۴ \times ۱۰^{-۱۶}$ ② $۱۰٫۶ \times ۱۰^{-۱۶}$ ③ $۱۰٫۶ \times ۱۰^{-۷}$ ④ $۶٫۴ \times ۱۰^{-۷}$

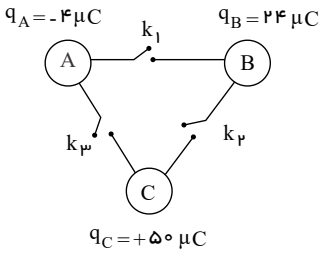
۱۷ - در شکل زیر بار اولیهٔ کره‌های مشابه و رسانای A و B برابر با $q_A = ۲۰\mu C$ و $q_B = ۱۲\mu C$ است. اگر کلید k را ببندیم، چند الکترون و در چه جهتی بین دو کره جابه‌جا می‌شود؟ فرض کنید هیچ بار الکتریکی بر روی سیم قرار نگیرد و $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$



① $۱۰^{۱۳}$ و ۲٫۵ از A به B ② $۱۰^{۱۳}$ و ۲٫۵ از B به A

③ $۱۰^{۱۹}$ و ۲٫۵ از A به B ④ $۱۰^{۱۹}$ و ۲٫۵ از B به A

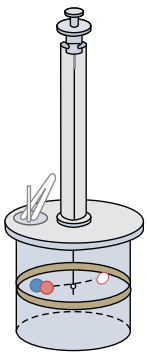
۱۸ - در شکل زیر، کره‌های رسانا مشابه و تمامی کلیدها در ابتدا باز هستند. ابتدا کلید $k_۱$ را بسته و سپس باز می‌کنیم. بعد از آن کلید $k_۲$ را بسته و سپس باز می‌کنیم و در آخر کلید $k_۳$ را می‌بندیم. در این حالت بار خالص کرهٔ A چند برابر بار خالص اولیهٔ کرهٔ B است؟ (فرض کنید بار الکتریکی روی سیم های رابط قرار نمی‌گیرد.)



① $\frac{۱}{۲}$ ② $\frac{۶}{۵}$

③ $\frac{۵}{۶}$ ④ ۲

۱۹ - در ترازوی پیچشی کولن، نیروی مؤثر بین بارهای مثبت و منفی، چگونه به دست می‌آید؟



① به وسیلهٔ نیروسنج با دقت بالا

② با اندازه‌گیری زاویهٔ چرخش تا رسیدن به حالت تعادل

③ با اندازه‌گیری تعداد دوران تا رسیدن به حالت تعادل

④ با اندازه‌گیری سرعت زاویه‌ای چرخش تا رسیدن به حالت تعادل

۲۰ - یکای ثابت ضریب گذردهی الکتریکی خلأ کدام است؟

① $\frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$ ② $\frac{C^۲}{N \cdot m^۲}$ ③ $\frac{N \cdot m}{C}$ ④ $\frac{C}{N \cdot m}$

۲۱ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = ۱\mu C$ و $q_۲ = ۲\mu C$ در چه فاصله‌ای برحسب سانتی‌متر به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی ۱۸ نیوتون وارد می‌کنند؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

① $\sqrt{۱۰}$ ② $\frac{\sqrt{۱۰}}{۱۰}$ ③ $\frac{۱}{۱۰\sqrt{۱۰}}$ ④ $۱۰\sqrt{۱۰}$

oxygen11_1_1_g

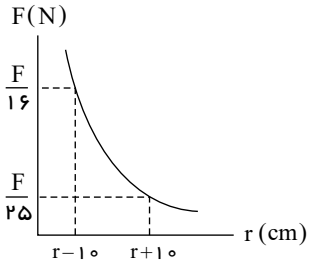
۲۲ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای در فاصلهٔ ۳ سانتی‌متری از هم، با نیروی الکتریکی‌ای به بزرگی $۳۰۰N$ یکدیگر را می‌رانند. اگر مجموع اندازهٔ بارها برابر با $۱۱\mu C$ باشد، اندازهٔ هر یک از بارها چند میکروکولن می‌تواند باشد؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

۱) ۱۰ و ۱ ۲) ۶ و ۵ ۳) ۹ و ۲ ۴) ۸ و ۳

۲۳ - ذرهٔ A به جرم m و بار q و ذرهٔ B به جرم $\frac{m}{۲}$ و بار $۲q$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از حال سکون به‌طور هم‌زمان رها می‌شوند، بزرگی شتاب حرکت ذرهٔ A چند برابر بزرگی شتاب حرکت ذرهٔ B است؟ (از اثر نیروی گرانش و اتلاف انرژی و نیروی دافعهٔ بین دو ذرهٔ باردار صرف‌نظر شود.)

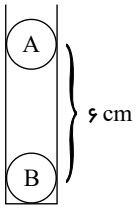
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۴

۲۴ - نمودار تغییرات اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۲ = q_۱ = ۳\mu C$ برحسب فاصلهٔ بین دو بار مطابق شکل زیر است. مقدار F در SI کدام است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



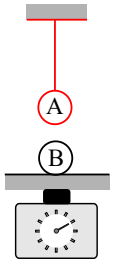
۱) ۱۰ ۲) $\frac{۸۱}{۴۰}$ ۳) ۰٫۱ ۴) $\frac{۸۱}{۴}$

۲۵ - مطابق شکل زیر، درون یک لوله بدون اصطکاک دو گلولهٔ کوچک، نارسانا و مشابه A و B به جرم‌های $۲۵۰g$ و بار الکتریکی $q(q > ۰)$ در فاصلهٔ $۶cm$ هم قرار دارند. به‌طوری که گلولهٔ بالایی معلق مانده است. بار هر گلوله چند میکروکولن است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$ ، $g = ۱۰N/kg$ و از تمامی نیروهای اصطکاک صرف‌نظر کنید.)



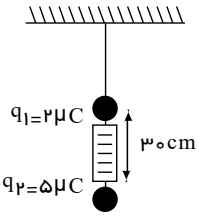
۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۶

۲۶ - مطابق شکل، دو گلولهٔ 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 $۲\mu C$ و فاصلهٔ آن‌ها از هم $۲۰cm$ باشد، نیروی کشش نخ و عددی که ترازو نشان می‌دهد به ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ (از کلیهٔ اصطکاک‌ها و جرم نخ صرف‌نظر شود و $k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot m^۲ / C^۲$ و $g = ۱۰N/kg$)



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

۲۷ - مطابق شکل زیر، دو گلولهٔ کوچک هم‌جرم با بارهای $q_۱ = ۲\mu C$ و $q_۲ = ۵\mu C$ با نیروسنجی به هم وصل شده و در حال تعادل‌اند. اگر عددی که نیروسنج بین دو گلوله نشان می‌دهد، $۳N$ باشد، جرم هر گلوله چند گرم است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و $k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$ و از جرم نخ‌ها صرف‌نظر شود.)



۱) ۵۰ ۲) ۲۰۰
۳) ۲۵۰ ۴) ۵۰۰

oxygen11_1_1_g

۲۸ - دو ذرهٔ باردار هم‌اندازه در فاصلهٔ r از هم قرار دارند. اگر فاصلهٔ بارها از یک‌دیگر ۲۰% افزایش و مقدار یکی از بارها ۲۰% کاهش یابد، اندازهٔ بار دیگر چند درصد تغییر کند تا بزرگی نیرویی که به هم وارد می‌کنند، ثابت بماند؟

① $+۸۰$ ② $+۵۰$ ③ -۲۰ ④ $+۶۰$

۲۹ - بار الکتریکی نقطه‌ای $۶\mu C$ از فاصلهٔ r به بار الکتریکی نقطه‌ای $۴\mu C$ نیروی F به طرف راست وارد می‌کنند. اگر فاصلهٔ بین دو بار را $\sqrt{۳}$ برابر کنیم، بار $۴\mu C$ به بار $۶\mu C$ چه نیرویی و در چه جهتی وارد می‌کند؟

① $\frac{F}{۳}$، به طرف راست ② $۳F$، به طرف راست ③ $\frac{F}{۳}$، به طرف چپ ④ $۳F$، به طرف چپ

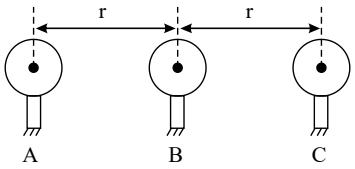
۳۰ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = ۱/۲q$ و $q_۲ = ۶q$ در فاصلهٔ r از هم قرار دارند. چند درصد از بار $q_۲$ را به $q_۱$ بدهیم تا اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو بار در همان فاصله بیشینه شود؟

① ۱۰ ② ۲۰ ③ ۴۰ ④ ۶۰

۳۱ - دو کرهٔ رسانای کوچک مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_۱ = +۸nC$ و $q_۲ = -۲nC$ در فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند. آن‌ها را با هم تماس داده و بعد از جدا کردن، در فاصلهٔ r' قرار می‌دهیم. اگر اندازهٔ نیروی الکتریکی میان آن‌ها ۳۶ درصد کاهش یابد، حاصل $\frac{r'}{r}$ کدام است؟

① $\frac{۲۵}{۱۶}$ ② $\frac{۱۶}{۱۵}$ ③ $\frac{۱۶}{۲۵}$ ④ $\frac{۱۵}{۱۶}$

۳۲ - مطابق شکل زیر، ۳ کرهٔ فلزی مشابه A، B و C با بارهای الکتریکی $q_A = -۳q$، $q_B = q$ و $q_C = ۸q$ در فاصله‌های مساوی از یکدیگر قرار دارند. اگر هر ۳ کره را در یک لحظه به هم تماس دهیم و دوباره در جای قبلی خود قرار دهیم، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر کرهٔ B چقدر تغییر می‌کند؟ (شعاع کره‌ها را بسیار کوچک‌تر از فاصلهٔ کره‌ها فرض نمایید.)

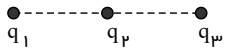


① $\frac{۵kq^۲}{r^۲}$ ② $\frac{۳kq^۲}{r^۲}$ ③ $\frac{۱۱kq^۲}{r^۲}$ ④ $\frac{۱۴kq^۲}{r^۲}$

۳۳ - فاصلهٔ بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۳$ از دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ برابر با d و نیروی وارد بر هر یک از این بارها از طرف بار $q_۳$ در SI به‌صورت $\vec{F}_{۳۱} = ۳\vec{i} + ۴\vec{j}$ و $\vec{F}_{۳۲} = -۶\vec{i} - ۸\vec{j}$ می‌باشد. حاصل $\frac{q_۲}{q_۱}$ کدام است؟ (دوبار $q_۱$ و $q_۲$ در یک مکان قرار ندارند.)

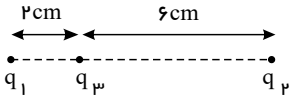
① ۲ ② -۲ ③ $\frac{۱}{۲}$ ④ $-\frac{۱}{۲}$

۳۴ - مطابق شکل زیر سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ در سه نقطه ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ از طرف دو بار دیگر برابر صفر باشد، کدام گزینه در مورد بارهای $q_۱$ و $q_۲$ صحیح است؟



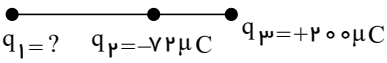
① $|q_۲| < |q_۱|$ ، $q_۱q_۲ > ۰$ ② $|q_۲| < |q_۱|$ ، $q_۱q_۲ < ۰$
③ $|q_۱| < |q_۲|$ ، $q_۱q_۲ < ۰$ ④ $|q_۱| < |q_۲|$ ، $q_۱q_۲ > ۰$

۳۵ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر اندازهٔ نیروی خالص وارد بر بار $q_۳$ صفر باشد، نسبت $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



① $\frac{۱}{۳}$ ② $\frac{۱}{۹}$ ③ $-\frac{۱}{۳}$ ④ $-\frac{۱}{۹}$

۳۶ - در شکل مقابل، برایند نیروهای وارد بر هر بار الکتریکی نقطه‌ای برابر صفر است. بار $q_۱$ چند میکروکولن است؟



① -۲۵۰ ② -۴۵۰ ③ ۲۵۰ ④ ۴۵۰

oxygen11_1_1_g

۳۷- دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = -9\mu C$ به ترتیب در مختصات $A\left|\begin{matrix}\circ\\ 2cm\end{matrix}\right.$ و $B\left|\begin{matrix}\circ\\ 6cm\end{matrix}\right.$ واقع شده‌اند. q_1 چند میکروکولن باشد تا اگر بار q_3 را در مبدأ مختصات قرار دهیم، برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد؟

① $+1$ ② -1 ③ $+3$ ④ -3

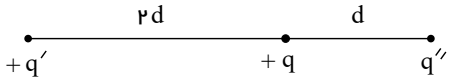
۳۸- دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام در فاصلهٔ مشخص r از هم قرار دارند. اگر مقداری از بار یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم، اندازهٔ نیروی الکتریکی که دو بار به هم وارد می‌کنند، در همان فاصله چگونه تغییر می‌کند؟

① افزایش می‌یابد. ② کاهش می‌یابد. ③ ثابت می‌ماند. ④ هر سه حالت‌پذیر است.

۳۹- دوبار الکتریکی نقطه‌ای $+q$ ، در فاصلهٔ 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 فاصلهٔ قبلی، بزرگی نیروی بین دو بار برابر با $F_2 = 560N$ می‌شود. بار q چند میکروکولن است؟

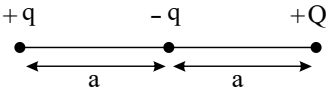
① ۶ ② ۳۶ ③ ۹ ④ ۸۱

۴۰- در شکل زیر نیروی الکتریکی‌ای که بار $+q'$ بر بار $+q$ وارد می‌کند برابر با $\vec{F}$ و برایند نیروهای وارد بر بار $+q$ از طرف بارهای $+q'$ و q'' برابر با $5\vec{F}$ است. بار q'' کدام است؟



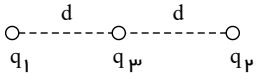
① $-q'$ ② q'
③ $-2q'$ ④ $-\frac{q'}{2}$

۴۱- مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای $-q$، $+q$ و $+Q$ به‌ترتیب در فاصله‌ی a از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. حاصل $\frac{Q}{q}$ چه‌مقدار باشد تا اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $+q$ برابر با اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $-q$ باشد؟



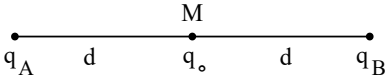
① $\frac{5}{8}$ ② $\frac{8}{5}$ ③ $\frac{3}{8}$ ④ $\frac{8}{3}$

۴۲- مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای مثبت q_1 و q_2 که رابطهٔ $q_1 = 2q_2 = +q$ بین آن‌ها برقرار است در دو طرف بار الکتریکی q_3 و به فاصلهٔ یکسان از آن قرار دارند. اگر فاصلهٔ بارهای q_1 و q_2 از بار q_3 را نصف کنیم و علامت بار q_1 را قرینه کنیم، بزرگی نیروی برایند وارد بر بار q_3 چند برابر می‌شود؟



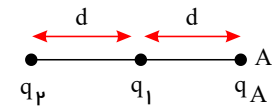
① ۱۶ ② ۸ ③ ۱۲ ④ ۶

۴۳- مطابق شکل زیر، برایند نیروهایی که بارهای نقطه‌ای q_A و q_B بر بار $q_\circ$ در نقطهٔ M وارد می‌کنند برابر با $\vec{F}$ است. اگر بار q_A خنثی شود، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_\circ$ در نقطهٔ M بدون تغییر جهت برابر $\frac{\vec{F}}{2}$ می‌شود. در این صورت حاصل $\frac{q_A}{q_B}$ کدام است؟



① ۱ ② ۲
③ -1 ④ -2

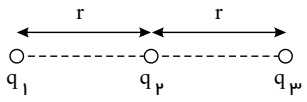
۴۴- در شکل زیر، بر بار الکتریکی نقطه‌ای q_A واقع در نقطهٔ A از طرف دو بار الکتریکی q_1 و q_2 نیروی الکتریکی برایند $\vec{F}$ وارد می‌شود. اگر بار q_2 حذف شود، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_A در نقطهٔ A برابر با $\frac{\vec{F}}{4}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



① $\frac{1}{5}$ ② $-\frac{4}{5}$ ③ $\frac{1}{12}$ ④ $-\frac{1}{20}$

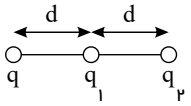
oxygen11_1_1_g

۴۵- در شکل زیر، بزرگی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ برابر با $۶۰N$ است. اگر بار $q_۱$ را حذف کنیم، بزرگی برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ برابر $۲۰N$ شده و جهت نیروی الکتریکی برایند عکس می‌شود. حاصل $\frac{q_۱}{q_۳}$ کدام است؟



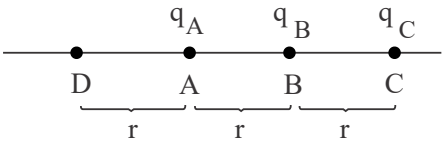
① ۴
② -۴
③ ۳
④ -۳

۴۶- در شکل زیر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q از طرف دو بار $q_۱$ و $q_۲$ برابر $\vec{F}$ است. اگر علامت بار $q_۱$ را قرینه کنیم، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q از طرف دو بار دیگر برابر $-۵\vec{F}$ خواهد شد. حاصل $\frac{q_۲}{q_۱}$ کدام است؟



① $-\frac{۸}{۳}$
② $\frac{۸}{۳}$
③ $\frac{۲}{۳}$
④ $-\frac{۲}{۳}$

۴۷- مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌علامت و هم‌اندازهٔ $q_C = q_B = q_A = q$ در نقطه‌های A، B و C ثابت شده‌اند و اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A از طرف دو بار دیگر برابر با F است. اگر بار q_B را به نقطهٔ D منتقل کنیم، اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A از طرف دو بار دیگر برابر با F' می‌شود. حاصل $\frac{F'}{F}$ کدام است؟



① $\frac{۳}{۵}$
② $\frac{۳}{۴}$
③ ۱
④ $\frac{۳}{۲}$

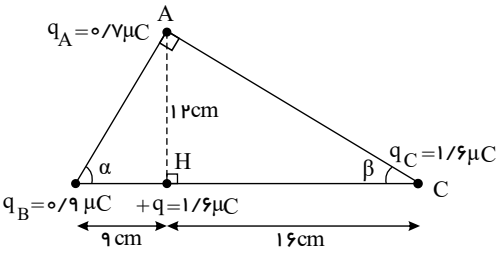
۴۸- دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در فاصلهٔ مشخصی از یکدیگر ثابت شده‌اند و نیروی $\vec{F}$ از طرف بار $q_۲$ به بار $q_۱$ در این حالت وارد می‌شود. اگر ابتدا جای بارهای $q_۱$ و $q_۲$ را با یکدیگر عوض کنیم و سپس دو بار را طوری به هم نزدیک کنیم که فاصلهٔ دو بار نصف حالت قبل شود، نیروی وارد بر بار $q_۱$ از طرف بار $q_۲$ در این حالت کدام است؟

① $۴\vec{F}$
② $-۴\vec{F}$
③ $\vec{F}$
④ $-\vec{F}$

۴۹- بار $q_۳$ در فاصلهٔ d از هریک از بارهای $q_۱$ و $q_۲$ قرار دارد و نیرویی که به دو بار $q_۱$ و $q_۲$ وارد می‌کند به‌ترتیب برابر با $\vec{F}_{۳۱} = ۳\vec{i} + ۴\vec{j}$ و $\vec{F}_{۳۲} = ۶\vec{i} - ۸\vec{j}$ در SI می‌باشد. اندازهٔ برایند نیروهای وارد بر بار $q_۳$ برحسب نیوتون از طرف دو بار $q_۱$ و $q_۲$کدام است؟

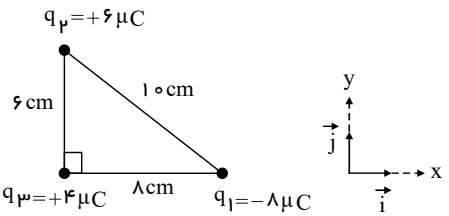
① $\sqrt{۹۷}$
② $۲\sqrt{۱۳}$
③ ۵
④ ۱۵

۵۰- در شکل زیر اندازهٔ نیروی برایند وارد بر بار q واقع در نقطهٔ H از طرف بارهای q_A، q_B و q_C چند نیوتون است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot m^۲/C^۲)$



① ۰/۸
② $۰/۸\sqrt{۳}$
③ $۰/۷\sqrt{۲}$
④ $۰/۷\sqrt{۵}$

۵۱- مطابق شکل زیر سه ذرهٔ باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار $q_۳$ برحسب بردارهای یکه در SI کدام است؟

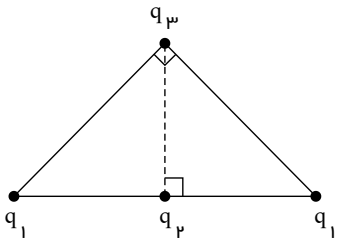


① $۴۵\vec{i} - ۶۰\vec{j}$
② $-۴۵\vec{i} + ۶۰\vec{j}$
③ $۳۶۰\vec{i} - ۳۶۰\vec{j}$
④ $-۳۶۰\vec{i} + ۳۶۰\vec{j}$

$(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

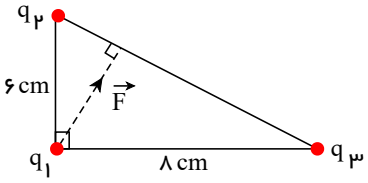
oxygen11_1_1_g

۵۲ - مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای در قسمت‌های مختلف یک مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای وارد بر بار $q_۳$ برابر با صفر باشد، حاصل $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



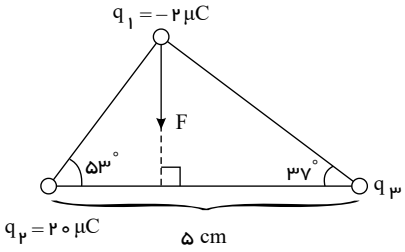
۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۲) $-\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۳) $\sqrt{۲}$
۴) $-\sqrt{۲}$

۵۳ - مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای روی رأس‌های یک مثلث قائم‌الزاویه ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۱$ از طرف دو بار دیگر برابر با $\vec{F}$ باشد، حاصل $\frac{q_۲}{q_۳}$ کدام است؟



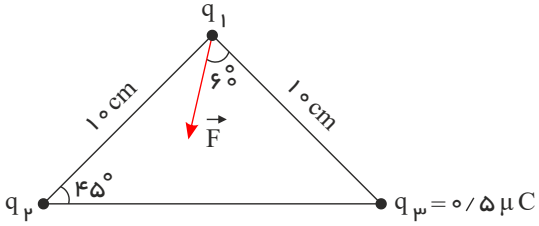
۱) $\frac{۳}{۴}$
۲) $-\frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{۳}{۵}$
۴) $-\frac{۳}{۵}$

۵۴ - در شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۱ = -۲\mu C$ از طرف دو بار دیگر (F) نشان داده شده است. اندازهٔ این نیرو چند نیوتون است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ \ , \ k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



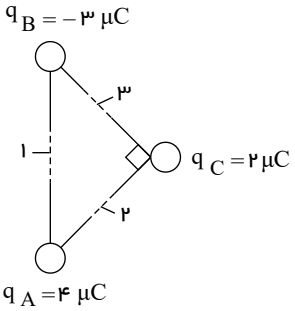
۱) ۳۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۵۰۰
۴) ۶۰۰

۵۵ - در شکل زیر، اگر بزرگی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ از طرف دو بار نقطه‌ای $q_۲$ و $q_۳$ برابر با $۹N$ و مطابق شکل باشد، بار $q_۱$ چند میکروکولن است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



۱) -۱۰
۲) ۱۰
۳) -۱
۴) ۱

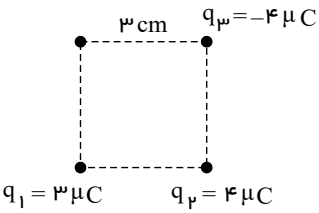
۵۶ - سه کرهٔ رسانای مشابه روی پایه‌های عایقی مطابق شکل زیر قرار دارند. (تصویر از بالا) اگر فاصلهٔ کره‌های A و B از کرهٔ C یکسان باشد، اندازهٔ نیروی خالصی که دو کرهٔ A و B به کرهٔ C وارد می‌کنند، قبل از اتصال کلیدها چند برابر اندازهٔ آن بعد از اتصال کلیدها است؟ (فرض کنید باری بر روی سیم‌ها قرار نمی‌گیرد.)



۱) $۵\sqrt{۲}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰}$
۳) ۱
۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۵}$

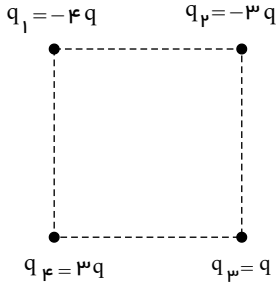
oxygen11_1_1_g

۵۷- مطابق شکل، در سه رأس از یک مربع، بارهای الکتریکی نقطه‌ای قرار داده‌ایم. نیروی الکتریکی برایند وارد بر بار $q_۲$ چند نیوتون است و جهت آن کدام است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



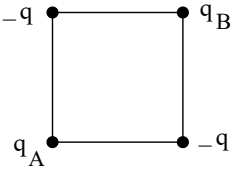
① ↗, ۲۰۰
② ↙, ۲۰۰
③ ↗, ۲۸۰
④ ↙, ۲۸۰

۵۸- اگر دو بار q در فاصلهٔ a از یکدیگر قرار گیرند، نیرویی به بزرگی F به یکدیگر وارد می‌کنند. حال اگر در چهار رأس مربعی به ضلع a بارهای الکتریکی مطابق شکل زیر قرار گیرند، اندازهٔ نیروی برآیند وارد بر بار $q_۳$ چند F می‌شود؟



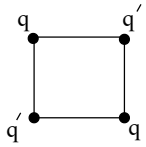
① ۵
② $\sqrt{۵}$
③ $۵\sqrt{۳}$
④ $\sqrt{۲۲}$

۵۹- برایند نیروهای وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای q_A در شکل مقابل صفر است. کدام گزینه الزاماً صحیح است؟ $(q > ۰)$



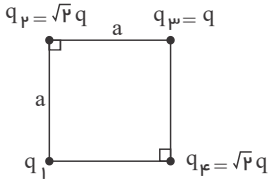
① بارهای q_A و q_B هم‌نامند.
② بارهای q_A و q_B ناهم‌نامند.
③ بار q_B لزوماً مثبت است.
④ بار q_B لزوماً منفی است.

۶۰- مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی در رأس‌های یک مربع ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q از طرف سه بار دیگر برابر با صفر باشد، حاصل $\frac{q}{q'}$ کدام است؟



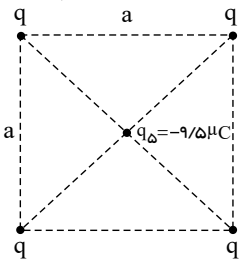
① $۲\sqrt{۲}$
② $-۲\sqrt{۲}$
③ $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
④ $\frac{-\sqrt{۲}}{۲}$

۶۱- در شکل زیر چهار بار الکتریکی نقطه‌ای در چهار رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر بار $q_۳$ در حال تعادل باشد، اندازه و نوع بار $q_۱$ کدام است؟ $(q > ۰)$



① $|q_۱| = ۴q$، منفی
② $|q_۱| = ۴q$، مثبت
③ $|q_۱| = ۲q$، منفی
④ $|q_۱| = ۲q$، مثبت

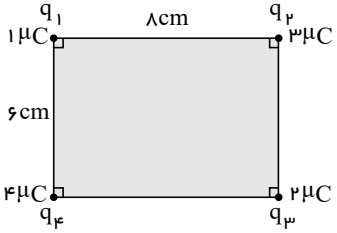
۶۲- در شکل مقابل، هر یک از بارهای الکتریکی مشابه q چند میکروکولن باشد تا برایند نیروهای وارد بر هر یک از بارها صفر باشد؟ $(\sqrt{۲} \simeq ۱/۴)$



① ۱۰
② -۱۰
③ ۱۸
④ -۱۸

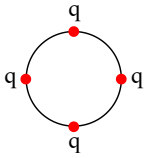
oxygen11_1_1_g

۶۳- اگر نیرویی که هر بار به بار دیگر وارد می‌کند، دوبه‌دو مقایسه شود، بیشترین اندازهٔ نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند به کمترین اندازهٔ نیرو کدام است؟



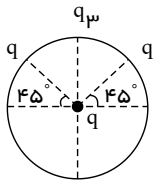
① $\frac{۳۲}{۹}$
② $\frac{۲۷}{۲۵}$
③ $\frac{۲۵}{۳}$
④ $\frac{۹}{۸}$

۶۴- مطابق شکل مقابل، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای یک‌سان در فاصله‌های مساوی روی محیط یک دایره قرار دارند. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر یکی از بارها، چند برابر نیرویی است که هر یک از بارها به بار مجاور خود وارد می‌کند؟



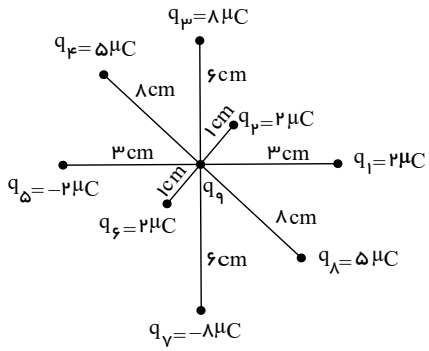
① $\sqrt{۲}+\frac{۱}{۲}$
② $\sqrt{۲}+۱$
③ $\frac{\sqrt{۲}+۱}{۲}$
④ $\frac{\sqrt{۲}}{۲}+۱$

۶۵- در شکل زیر اگر نیروی خالص وارد بر بار q در مرکز دایره از طرف بارهای الکتریکی نقطه‌ای دیگر صفر باشد، $q_۳$ چند برابر q است؟



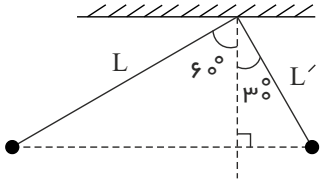
① $\sqrt{۲}$
② $-\sqrt{۲}$
③ $۲\sqrt{۲}$
④ $-۲\sqrt{۲}$

۶۶- در شکل مقابل، اندازهٔ نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۹ = ۱\mu C$ چند برابر اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای است که بار $q_۲$ بر بار $q_۹$ وارد می‌کند؟ ($k = ۹\times ۱۰^۹ N\cdot m^۲/C^۲$، دو بار $q_۱$ و $q_۵$ در راستای محور x و دو بار $q_۳$ و $q_۷$ در راستای محور y هستند.)



① $\frac{۲\sqrt{۲}}{۹}$
② $\frac{۴\sqrt{۲}}{۹}$
③ $\frac{\sqrt{۲}}{۹}$
④ $\frac{۸\sqrt{۲}}{۹}$

۶۷- 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؟



① $\sqrt{۳}$
② ۳
③ $\sqrt{۲}$
④ ۲

۶۸- کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

① میدان الکتریکی کمیتی است برداری و جهت آن همان جهت نیروی وارد بر بار آزمون است.
② هر چه اندازهٔ بار آزمون بزرگ‌تر باشد، بزرگی میدان الکتریکی کوچک‌تر خواهد شد.
③ یکای میدان الکتریکی در SI، نیوتون بر کولن است.
④ بار الکتریکی $q_۱$ که در فاصلهٔ d از بار $q_۲$ قرار دارد، به وسیلهٔ میدان الکتریکی خودش بر بار $q_۲$ نیرو وارد می‌کند. $(d\neq ۰)$

oxygen۱۱_۱_g

۶۹ - کدام گزینه دربارهٔ خطوط میدان الکتریکی الزاماً درست است؟

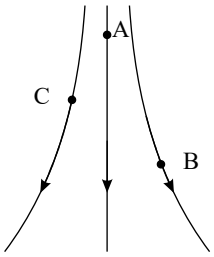
(۱) در نقاط نزدیک به بار الکتریکی، به‌خاطر افزایش بزرگی میدان الکتریکی و فشردگی خطوط، خطوط میدان یکدیگر را قطع می‌کنند.

(۲) در هر بخش از فضای بین دو بار ناهم‌نام و هم‌اندازه، خطوط میدان هم‌جهت هستند.

(۳) جهت خطوط میدان در هر نقطه همواره در خلاف جهت نیروی وارد بر بار الکتریکی منفی در آن نقطه است.

(۴) همواره با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی، اندازهٔ میدان الکتریکی در حال کاهش است.

۷۰ - شکل زیر، خط‌های میدان الکتریکی را در بخشی از فضا نشان می‌دهد. اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای q در نقاط A، B و C چه رابطه‌ای باهم دارند؟



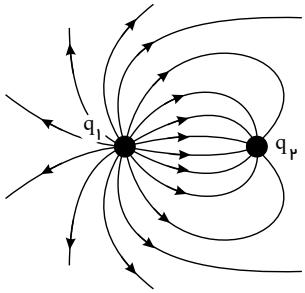
(۱) $F_B > F_C > F_A$

(۲) $F_B < F_C < F_A$

(۳) $F_B = F_C = F_A$

(۴) $F_C > F_B > F_A$

۷۱ - خطوط میدان الکتریکی برای دو بار الکتریکی نقطه‌ای در شکل مقابل نشان داده شده است. کدام گزینه در مورد مقایسهٔ این دو بار الکتریکی درست می‌باشد؟



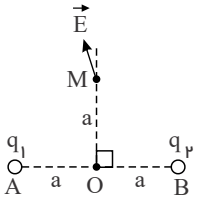
(۱) $q_1 > 0, q_2 < 0$ و $|q_1| > |q_2|$

(۲) $q_1 < 0, q_2 > 0$ و $|q_1| < |q_2|$

(۳) $q_1 > 0, q_2 < 0$ و $|q_1| < |q_2|$

(۴) $q_1 < 0, q_2 > 0$ و $|q_1| > |q_2|$

۷۲ - مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای در نقاط A و B ثابت شده‌اند. اگر برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از این دو بار در نقطهٔ M (روی عمودمنصف پاره‌خط AB) به‌صورت نشان داده‌شده در شکل باشد، کدام گزینه صحیح است؟



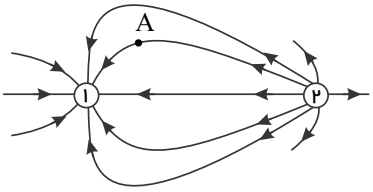
(۱) $q_1 < 0, q_2 > 0$ و $|q_1| > |q_2|$

(۲) $q_1 > 0, q_2 > 0$ و $|q_2| > |q_1|$

(۳) $q_1 > 0, q_2 < 0$ و $|q_1| > |q_2|$

(۴) $q_1 > 0, q_2 > 0$ و $|q_1| > |q_2|$

۷۳ - خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو کرهٔ رسانای مشابه باردار مطابق شکل زیر است. اگر این دو کره را توسط یک سیم رسانا به‌هم وصل کرده و بعد از تعادل، سیم را جدا کنیم، در صورتی‌که فاصلهٔ بین دو کره تغییر نکند، بردار میدان در نقطهٔ A در چه جهتی خواهد بود؟ (بار باقی‌مانده روی سیم را ناچیز در نظر بگیرید.)



(۱) ↙

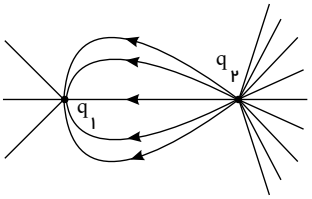
(۲) ↘

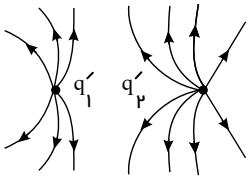
(۳) ↗

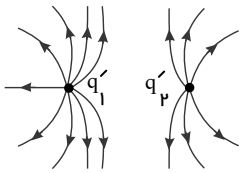
(۴) ←

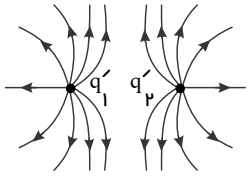
oxygen11_1_1_g

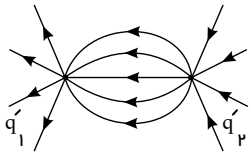
۷۴ - خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو کرهٔ رسانای کوچک باردار مطابق شکل زیر می‌باشد. اگر دو کره را در یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم و پس از برقراری تعادل دوباره به فاصلهٔ قبلی برگردانیم، کدام گزینه خطوط میدان را در اطراف دو کره به‌درستی نشان می‌دهد؟



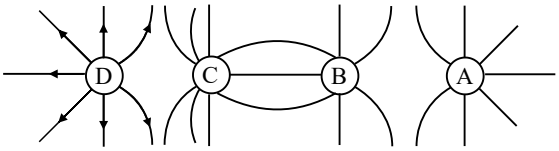
۱) 

۲) 

۳) 

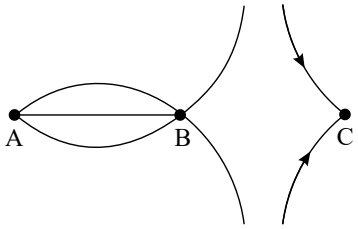
۴) 

۷۵ - باتوجه به خطوط میدان الکتریکی نشان داده شده در شکل زیر، کدام گزینه علامت بارهای نقطه‌ای A، B و C را به ترتیب از راست به چپ درست نشان می‌دهد؟



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

۷۶ - سه گوی خنثی A، B و C به‌ترتیب از جنس سرب، آلومینیم و برنج هستند. اگر گوی A را با مادهٔ x، گوی B را با مادهٔ y و گوی C را با مادهٔ z مالش دهیم، و سه گوی را در سه نقطه ثابت کنیم، خطوط میدان الکتریکی مطابق شکل زیر است. باتوجه به سری الکتریسیتهٔ مالشی x، y و z به‌ترتیب از راست به چپ کدام ماده‌ها می‌توانند باشند؟



انتهای سری مثبت
موی انسان
شیشه
نایلون
پشم
سرب
ابریشم
آلومینیم
کاغذ
پارچهٔ کتان
برنج
لاستیک
تفلون
انتهای سری منفی

۱) ابریشم، کاغذ، تفلون
۲) کاغذ، نایلون، پشم
۳) تفلون، ابریشم، لاستیک
۴) پشم، ابریشم، تفلون

۷۷ - اگر در اتم هیدروژن فاصلهٔ الکترون از پروتون هسته برابر $۱۰^{-۱۱} m$ باشد، بزرگی میدان الکتریکی خالص حاصل از پروتون هسته در مکان الکترون چند نیوتون بر کولن است؟ ($e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ ، $k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$)

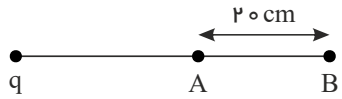
۱) $۹٫۶ \times ۱۰^{۱۲}$
۲) $۱٫۴۴ \times ۱۰^{۱۳}$
۳) $۹٫۶ \times ۱۰^{۱۳}$
۴) $۱٫۴۴ \times ۱۰^{۱۲}$

۷۸ - بزرگی میدان الکتریکی در فاصلهٔ ۱۰ سانتی‌متری از یک بار نقطه‌ای برابر با E است. چند سانتی‌متر از این بار دور شویم تا بزرگی میدان الکتریکی ۳۶ درصد کاهش یابد؟

۱) ۱۲٫۵
۲) ۱۰
۳) ۵
۴) ۲٫۵

oxygen11_1_1_g

۷۹ - در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی ناشی از بارالکتریکی نقطه‌ای q در نقاط A و B به‌ترتیب $۹۰\frac{N}{C}$ و $۴۰\frac{N}{C}$ است. اندازهٔ q چند نانوکولن است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}})$



۱) ۱٫۶
۲) ۱۶×۱۰^{۳}
۳) ۰٫۹
۴) ۹×۱۰^{۳}

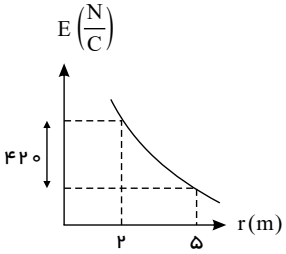
۸۰ - بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q در فاصلهٔ r از آن برابر E است. اگر ۲۰ درصد از اندازهٔ بار کاسته شود و فاصله از بار q به اندازهٔ ۲۵ درصد افزایش یابد، بزرگی میدان الکتریکی در حالت جدید چند برابر E می‌گردد؟

۱) $\frac{۶۴}{۱۲۵}$
۲) $\frac{۱۲۵}{۶۴}$
۳) $\frac{۵}{۴}$
۴) $\frac{۴}{۵}$

۸۱ - میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای $q = +۲\mu C$ در نقطهٔ A به فاصلهٔ x از آن برابر با $\vec{E}$ است. بار الکتریکی نقطه‌ای Q را بر روی بار q می‌گذاریم تا در نقطهٔ A بزرگی میدان الکتریکی $۲E$ شود. کدام گزینه اندازهٔ بار Q را برحسب میکروکولن به درستی می‌تواند نشان دهد؟

۱) ۱
۲) ۴
۳) ۶
۴) هر سه گزینه نادرست است.

۸۲ - نمودار اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار q برحسب فاصله از بار، مطابق شکل زیر است. اندازهٔ میدان الکتریکی در فاصلهٔ $۴m$ از این بار چند نیوتون بر کولن است؟



۱) ۱۲۵
۲) ۲۰۰
۳) ۲۵۰
۴) ۴۰۰

۸۳ - بار الکتریکی نقطه‌ای ساکن $q = -۲٫۵\mu C$ در نقطهٔ $A\begin{vmatrix} x = ۱m \\ y = ۱m \end{vmatrix}$ از صفحهٔ xoy قرار دارد. بردار میدان الکتریکی این بار در نقطهٔ $B\begin{vmatrix} x = ۴m \\ y = ۵m \end{vmatrix}$ از صفحهٔ xoy، برحسب $\frac{N}{C}$ کدام است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}})$

۱) $-۴۵۰\vec{i} - ۴۵۰\vec{j}$
۲) $-۵۴۰\vec{i} - ۷۲۰\vec{j}$
۳) $-۴۵۰\sqrt{۲}\vec{i} - ۴۵۰\sqrt{۲}\vec{j}$
۴) $-۴۵۰\vec{i} - ۴۵۰\sqrt{۳}\vec{j}$

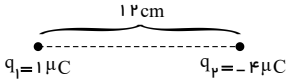
۸۴ - در فاصله‌ی مشخصی از بار نقطه‌ای q، به ذره‌ی باردار $q = -۲nC$، نیروی $\vec{F} = (۸\vec{i} - ۶\vec{j}) \times ۱۰^{-۶}N$ وارد می‌شود. میدان الکتریکی ناشی از بار q در این نقطه در SI کدام است؟

۱) $(۱۶\vec{i} - ۱۲\vec{j}) \times ۱۰^{-۱۵}$
۲) $(-۱۶\vec{i} + ۱۲\vec{j}) \times ۱۰^{-۱۵}$
۳) $(۴\vec{i} - ۳\vec{j}) \times ۱۰^{۳}$
۴) $(-۴\vec{i} + ۳\vec{j}) \times ۱۰^{۳}$

۸۵ - میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی مثبت $q_۱$ و $q_۲$ در نقطه‌ی M در SI به ترتیب $\vec{E}_۱ = ۸\vec{i} + ۷\vec{j}$ و $\vec{E}_۲ = ۴\vec{i} + ۹\vec{j}$ است. نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی $q = ۲C$ در این نقطه کدام است؟

۱) $\vec{F} = ۲۴\vec{i} + ۳۲\vec{j}$
۲) $\vec{F} = -۲\vec{i} + \vec{j}$
۳) $\vec{F} = ۱۲\vec{i} + ۱۶\vec{j}$
۴) $\vec{F} = ۶\vec{i} - ۸\vec{j}$

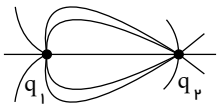
۸۶ - مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = +۱\mu C$ و $q_۲ = -۴\mu C$ در فاصلهٔ $۱۲cm$ از هم قرار گرفته‌اند. فاصلهٔ نقطه‌ای که برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دوبار $q_۱$ و $q_۲$ در آن صفر می‌باشد از بار $q_۲$ چند سانتی‌متر است؟



۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۱۶
۴) ۲۴

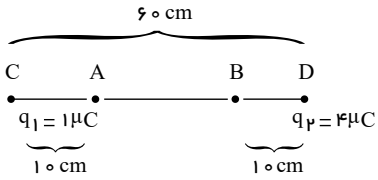
oxygen11_1_1_g

۸۷- در شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله‌ی ۱۲ سانتی‌متری از یکدیگر قرار دارند و خطوط میدان الکتریکی بین آن‌ها رسم شده است. اگر اندازه‌ی یکی از بارها ۹ برابر اندازه‌ی بار دیگری باشد، در چه فاصله‌ای از بار q_2 برحسب سانتی‌متر برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار صفر است؟



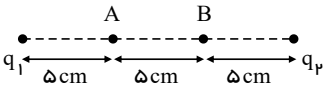
۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۸

۸۸- مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقاط C و D ثابت شده‌اند. اگر از نقطهٔ A تا نقطهٔ B حرکت کنیم، بزرگی میدان الکتریکی برآیند چگونه تغییر می‌کند؟



۱) مرتباً کاهش می‌یابد.
۲) مرتباً افزایش می‌یابد.
۳) در ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.
۴) در ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

۸۹- در شکل زیر اگر اندازهٔ میدان الکتریکی خالص حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقطهٔ A صفر و در نقطهٔ B، $۵/۴ \times ۱۰^۶ N/C$ باشد، اندازهٔ بار q_2 چند میکروکولن است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot /m^۲C^۲)$

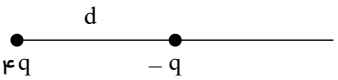


۱) ۰/۴ ۲) ۱/۶
۳) ۰/۳ ۴) ۱/۲

۹۰- دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = ۱۶q_1$ در فاصلهٔ r از هم قرار دارند. میدان الکتریکی برایند ناشی از دو بار در فاصلهٔ d_1 از بار q_1 برابر صفر است. حال اگر فقط علامت بار q_1 را قرینه می‌کنیم و بار q_2 بدون تغییر باقی بماند، میدان الکتریکی برایند ناشی از دو بار در فاصلهٔ d_2 از محل بار $-q_1$ صفر می‌شود. حاصل $\frac{d_2}{d_1}$ کدام است؟

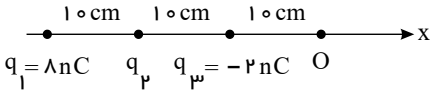
۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

۹۱- در شکل زیر بارهای $-q$ و $۴q$ در فاصلهٔ d از هم قرار دارند. در دو نقطهٔ M و N در راستای خط واصل دو بار، اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل هر یک از بارها با یکدیگر برابر می‌شود. فاصلهٔ بین دو نقطهٔ M و N کدام است؟



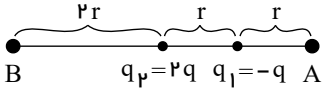
۱) d ۲) $\frac{d}{۳}$ ۳) $\frac{۴d}{۳}$ ۴) $\frac{۳d}{۲}$

۹۲- مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای روی محور x ثابت شده‌اند. اگر بردار میدان الکتریکی خالص حاصل از سه بار در نقطهٔ O به‌صورت $\vec{E} = ۱۰۰\vec{i}(\frac{N}{C})$ باشد، بار q_2 چند نانوکولن است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



۱) ۴ ۲) -۴ ۳) $\frac{۴۴}{۹}$ ۴) $-\frac{۴۴}{۹}$

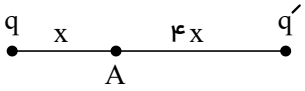
۹۳- در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای در نقطه‌ی B چند برابر بزرگی میدان برایند ناشی از همان دوبار در نقطه‌ی A است؟



۱) $\frac{۱۱}{۲۷}$ ۲) $\frac{۲۷}{۱۱}$ ۳) $\frac{۹}{۷}$ ۴) $\frac{۷}{۹}$

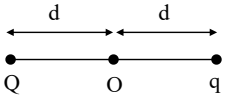
oxygen11_1_1_g

۹۴ - در شکل زیر، میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای q در نقطهٔ A برابر با $\vec{E}$ و میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ A برابر با $\frac{۳}{۴}\vec{E}$ است. مقدار $\frac{q'}{q}$ کدام است؟



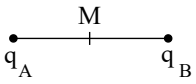
① $-\frac{۴}{۳}$ ② ۴ ③ $\frac{۴}{۳}$ ④ -۴

۹۵ - در شکل زیر، اندازهٔ میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای q و Q در نقطهٔ O برابر با $۲۰۰\frac{N}{C}$ می‌باشد. با حذف بار q، اندازهٔ میدان الکتریکی در همان نقطه برابر با $۵۰\frac{N}{C}$ می‌شود. کدام گزاره دربارهٔ بارهای q و Q الزاماً درست است؟



① دو بار q و Q ناهم‌نام هستند و $|q| > |Q|$ است.
② دو بار q و Q ناهم‌نام هستند و $|Q| > |q|$ است.
③ نوع بارها را نمی‌توان تشخیص داد اما $|q| > |Q|$ است.
④ در مورد نوع بار و اندازهٔ آن‌ها نمی‌توان قضاوت کرد.

۹۶ - در شکل زیر میدان الکتریکی برایند در نقطه‌ی M وسط خط واصل دو بار q_A و q_B، برابر $\overrightarrow{E}$ ۲ می‌باشد. اگر بار q_A را خنثی کنیم میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر $-۳\overrightarrow{E}$ می‌شود. در این صورت نسبت $\frac{q_B}{q_A}$ کدام است؟

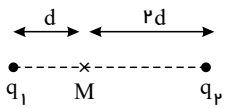


① $\frac{۱}{۳}$ ② $-\frac{۱}{۳}$ ③ $\frac{۳}{۵}$ ④ $-\frac{۳}{۵}$

۹۷ - میدان الکتریکی ناشی از دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ که در فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند، در نقطهٔ A در میان دو بار که فاصلهٔ آن از بار $q_۱$ برابر با $\frac{r}{۳}$ است، برابر $\overrightarrow{E}$ می‌باشد. اگر بار $q_۱$ را حذف کنیم، میدان الکتریکی در این نقطه برابر $\frac{\overrightarrow{E}}{۴}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_۲}{q_۱}$ کدام است؟

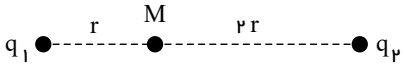
① $\frac{۴}{۳}$ ② $-\frac{۴}{۳}$ ③ $\frac{۱}{۳}$ ④ $-\frac{۱}{۳}$

۹۸ - در شکل زیر، میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در نقطهٔ M برابر با $\vec{E}$ است. اگر علامت بار $q_۲$ را قرینه و بار $q_۱$ را به اندازهٔ d و در راستای خط واصل دو بار از نقطهٔ M دور کنیم، میدان برایند در نقطهٔ M برابر با $\frac{\vec{E}}{۳}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



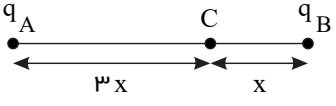
① -۴ ② ۴ ③ -۲ ④ ۲

۹۹ - مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در فاصلهٔ $۳r$ از هم قرار دارند و میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ M برابر $\bar{E}$ است. اگر جای دو بار را با یکدیگر عوض کنیم و مقدار آن‌ها را نیز نصف کنیم، میدان برایند در نقطهٔ M، $\frac{\bar{E}}{۲}$ می‌شود. حاصل $\frac{q_۱}{q_۲}$ کدام است؟



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

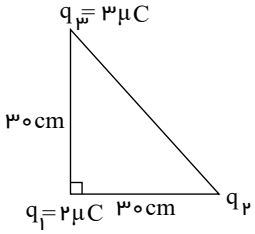
۱۰۰ - در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی برایند حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_A و q_B در نقطه‌ی C برابر با E است. اگر بار q_A خنثی شود، جهت میدان برایند در نقطه‌ی C عوض شده و اندازه‌اش دو برابر می‌شود. حاصل $\frac{q_A}{q_B}$ کدام است؟



① $\frac{۲۷}{۲}$ ② $-\frac{۲۷}{۲}$ ③ $\frac{۲۷}{۴}$ ④ $-\frac{۲۷}{۴}$

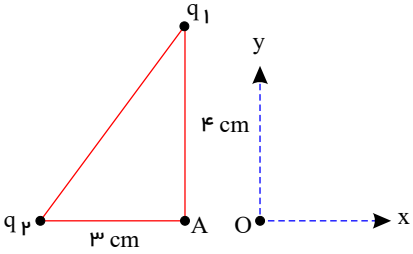
oxygen11_1_1_g

۱۰۱ - در شکل زیر سه بار الکتریکی نقطه‌ای بر روی رئوس یک مثلث قرار گرفته‌اند. اگر اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو بار q_1 و q_2 برابر با ۰٫۸ نیوتون باشد، اندازهٔ برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار q_2 و q_3 در محل بار q_1 چند N/C است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot m^۲/C^۲)$



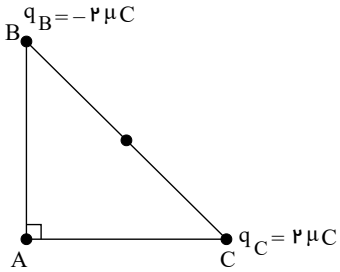
① ۷×۱۰^۵
② ۵×۱۰^۵
③ ۳×۱۰^۵
④ ۴×۱۰^۵

۱۰۲ - در شکل زیر، بردار برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه A برابر با $\vec{E} = (۳\vec{i} + ۴\vec{j}) \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}$ است. حاصل $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



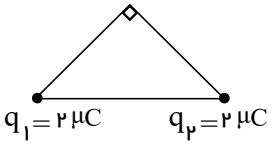
① $\frac{۶۴}{۲۷}$
② $\frac{۳}{۴}$
③ $-\frac{۳}{۴}$
④ $-\frac{۶۴}{۲۷}$

۱۰۳ - مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_B = -۲\mu C$ و $q_C = +۲\mu C$ در دو رأس B و C از مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین ABC قرار دارند. اندازهٔ میدان الکتریکی برایند حاصل از این دو بار در نقطهٔ O (وسط ضلع BC) چند برابر اندازهٔ میدان الکتریکی برایند در رأس A است؟



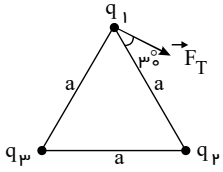
① $۴\sqrt{۲}$
② $۲\sqrt{۲}$
③ $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$
④ $\sqrt{۲}$

۱۰۴ - مطابق شکل مقابل بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = q_2 = ۲\mu C$ در دو سر وتر یک مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین ثابت شده‌اند. در وسط وتر مثلث بار نقطه‌ای q_3 را قرار می‌دهیم تا برایند میدان‌های الکتریکی در رأس قائمهٔ مثلث صفر شود، بار q_3 چند میکروکولن است؟



① $-\sqrt{۲}$
② $۲\sqrt{۲}$
③ $\sqrt{۲}$
④ $-۲\sqrt{۲}$

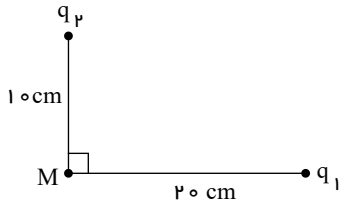
۱۰۵ - در شکل مقابل سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_1، q_2 و q_3 در سه رأس مثلث متساوی‌الاضلاعی ثابت شده‌اند. اگر بردار برایند نیروی الکتریکی وارد بر بار q_1 از طرف دو بار دیگر مطابق شکل باشد، $\left|\frac{q_2}{q_3}\right|$ کدام است؟



① $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
② $\frac{۱}{۲}$
③ ۲
④ $\sqrt{۳}$

oxygen11_1_1_g

۱۰۶ - اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 در فاصلهٔ $10cm$ از آن برابر با $4 \times 10^4 N/C$ و اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از بار q_2 در فاصلهٔ $20cm$ از آن برابر $2/5 \times 10^3 N/C$ است. در این صورت اندازهٔ میدان برایند ناشی از دو بار در نقطهٔ M در شکل زیر چند N/C است؟



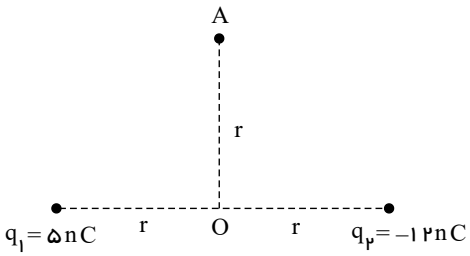
(۱) 2×10^4

(۲) 9×10^4

(۳) $\sqrt{65} \times 10^4$

(۴) $\sqrt{2} \times 10^4$

۱۰۷ - مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصلهٔ $2r$ از یکدیگر قرار دارند و نقطهٔ A روی عمودمنصف خط واصل دو بار و به فاصلهٔ r از خط واصل دو بار قرار دارد. اگر اندازهٔ میدان برایند دو بار در نقطهٔ O برابر $17 \times 10^4 N/C$ باشد، اندازهٔ میدان برایند دو بار در نقطهٔ A چند نیوتون بر کولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2)$



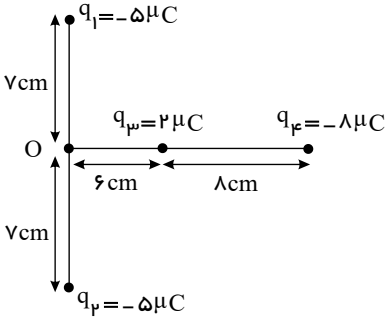
(۱) 13×10^4

(۲) $6/5 \times 10^4$

(۳) $\frac{13\sqrt{2}}{2} \times 10^4$

(۴) $\frac{39\sqrt{2}}{4} \times 10^4$

۱۰۸ - مطابق شکل زیر، بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1، q_2 و q_3 در مکان خود ثابت شده‌اند. بار q_4 را چند سانتی‌متر و در کدام جهت جابه‌جا کنیم تا برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارها در نقطهٔ O برابر صفر شود؟



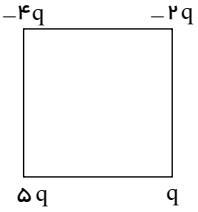
(۱) $2cm$ به سمت راست

(۲) $4cm$ به سمت راست

(۳) $2cm$ به سمت چپ

(۴) $4cm$ به سمت چپ

۱۰۹ - در شکل زیر، اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای q در مرکز مربع برابر با E است. اندازهٔ میدان الکتریکی برایند در مرکز مربع چند E است؟



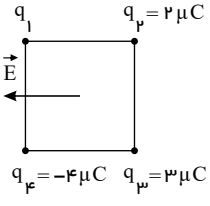
(۱) $\sqrt{74}$

(۲) $\sqrt{14}$

(۳) ۵

(۴) ۷

۱۱۰ - مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای در چهار رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر میدان الکتریکی برایند در مرکز مربع مطابق شکل به‌صورت افقی باشد، بار q_1 چند میکروکولن است؟



(۱) ۵

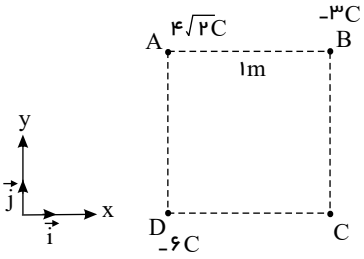
(۲) -6

(۳) ۳

(۴) -3

oxygen11_1_1_g

۱۱۱ - مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مربعی به ضلع ۱ متر ثابت شده‌اند. بردار برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از این سه بار در رأس C و در SI مطابق کدام گزینه است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



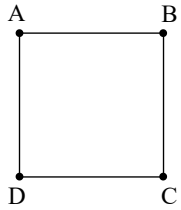
۱) $\vec{E} = -۱۸ \times ۱۰^۹ \vec{i} + ۹ \times ۱۰^۹ \vec{j}$

۲) $\vec{E} = -۳۶ \times ۱۰^۹ \vec{i} + ۹ \times ۱۰^۹ \vec{j}$

۳) $\vec{E} = ۳۶ \times ۱۰^۹ \vec{i} - ۱۸ \times ۱۰^۹ \vec{j}$

۴) $\vec{E} = -۳۶ \times ۱۰^۹ \vec{i} + ۱۸ \times ۱۰^۹ \vec{j}$

۱۱۲ - سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_A، q_B و q_C در سه رأس A، B و C از مربع شکل زیر قرار دارند. اگر $q_A = q_C$ و میدان الکتریکی برایند ناشی از بارها در نقطهٔ D برابر با صفر باشد، q_B چند برابر هر یک از دو بار دیگر است؟



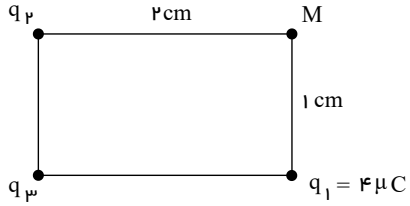
۱) $\sqrt{۲}$

۲) $۲\sqrt{۲}$

۳) $-۲\sqrt{۲}$

۴) $-\sqrt{۲}$

۱۱۳ - مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ در سه رأس مستطیلی ثابت شده‌اند. اگر برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از این سه بار در نقطهٔ M برابر با صفر باشد، $q_۲$ چند میکروکولن است؟



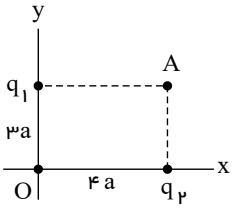
۱) -۱۶

۲) ۴

۳) ۳۲

۴) -۸

۱۱۴ - مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ در صفحهٔ xy ثابت شده‌اند. اگر میدان الکتریکی برایند ناشی از این دو بار در نقطهٔ A در SI برابر $\vec{E}_A = -۹\vec{i} + ۳۲\vec{j}$ باشد، میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ O (مبدأ مختصات) در SI برابر کدام گزینه است؟



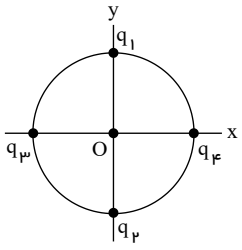
۱) $\vec{E}_O = ۱۶\vec{i} - ۱۸\vec{j}$

۲) $\vec{E}_O = -۱۸\vec{i} + ۱۶\vec{j}$

۳) $\vec{E}_O = ۱۸\vec{i} - ۱۶\vec{j}$

۴) $\vec{E}_O = -۱۶\vec{i} + ۱۸\vec{j}$

۱۱۵ - مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱ = ۰/۰۲\mu C$ ، $q_۲ = -۰/۰۶\mu C$ ، $q_۳ = ۰/۰۴\mu C$ و $q_۴$ در فاصله‌های مساوی از هم روی محیط یک دایره ثابت شده‌اند. اگر بردار میدان الکتریکی برایند ناشی از این چهار بار در مرکز دایره در SI به‌صورت $\vec{E} = ۱۵۰۰\vec{i} - ۲۰۰۰\vec{j}$ باشد، بار $q_۴$ چند میکروکولن است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot m^۲/C^۲)$



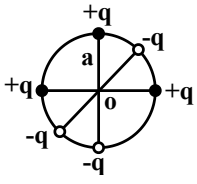
۱) $۰/۰۶$

۲) $-۰/۰۶$

۳) $۰/۰۲$

۴) $-۰/۰۲$

۱۱۶ - در شکل زیر، اندازه و جهت برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای نقطه‌ای واقع بر محیط دایره‌ای به شعاع a، در مرکز آن کدام است؟ (k ثابت کولن است.)



۱) $\sqrt{۲}k\frac{q}{a^۲}$ ، $\leftarrow$

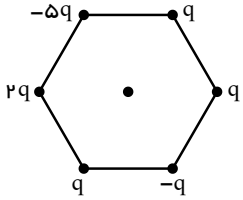
۲) $۲k\frac{q}{a^۲}$ ، $\rightarrow$

۳) $k\frac{q}{a^۲}$ ، $\downarrow$

۴) $۲k\frac{q}{a^۲}$ ، $\downarrow$

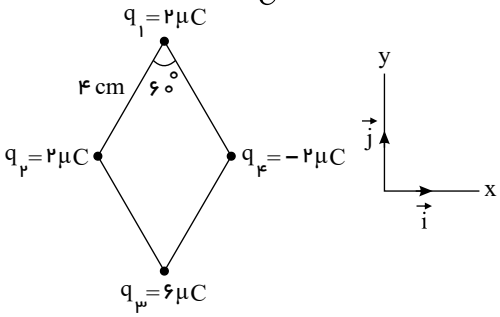
oxygen11_1_1_g

۱۱۷ - مطابق شکل زیر، شش ذرهٔ باردار در رئوس یک شش ضلعی منتظم قرار دارند. اگر اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از ذرهٔ q در مرکز این شش ضلعی برابر با E باشد، اندازهٔ میدان الکتریکی برآیند در مرکز این شش ضلعی چند برابر E می‌باشد؟



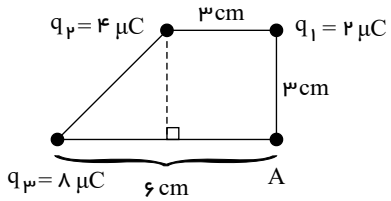
① ۳
② ۴
③ ۵
④ $\sqrt{۱۳}$

۱۱۸ - در شکل زیر، بارهای الکتریکی در رئوس لوزی قرار گرفته‌اند. میدان برایند در مرکز لوزی در SI کدام است؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^{۲}}{C^{۲}}$)



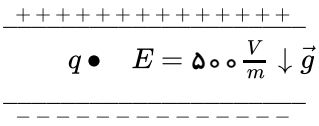
① $(۹\vec{i} + ۳\vec{j}) \times ۱۰^{۷}$
② $(۶\vec{i} + ۹\vec{j}) \times ۱۰^{۷}$
③ $(۹\vec{i} + ۶\vec{j}) \times ۱۰^{۷}$
④ $(۳\vec{i} + ۹\vec{j}) \times ۱۰^{۷}$

۱۱۹ - مطابق شکل زیر در سه رأس از یک ذوزنقه بار الکتریکی قرار داده‌ایم. اندازهٔ برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از آن‌ها در نقطهٔ A چند نیوتون بر کولن است؟ ($\sqrt{۲} = ۱٫۴$ و $k = ۹ \times ۱۰^{۹} N \cdot m^{۲}/C^{۲}$)



① $۲٫۸ \times ۱۰^{۵}$
② $۲٫۴ \times ۱۰^{۷}$
③ $۴٫۸ \times ۱۰^{۷}$
④ $۲٫۴ \times ۱۰^{۵}$

۱۲۰ - مطابق شکل زیر، روی ذره‌ای به جرم ۱ گرم، بار الکتریکی q قرار داده و آن را در میدان الکتریکی یکنواختی بین دو صفحه‌ی رسانای موازی باردار رها می‌کنیم. اگر ذره در حالت سکون باشد، q چند میکروکولن است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)

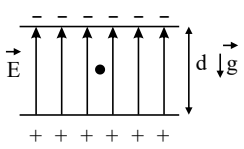


① ۲۰
② ۲×۱۰^{-۵}
③ -۲۰
④ -۲×۱۰^{-۵}

۱۲۱ - در آزمایش قطره – روغن میلیکان، قطره‌ای به جرم $۴ \times ۱۰^{-۱۳} kg$ در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $۱۰^{۶} N/C$ و رو به پایین معلق مانده است. قطره چه تعداد الکترون جذب کرده و یا از دست داده است؟
($e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$، $g = ۱۰ N/kg$ و صفحهٔ بالایی در این آزمایش دارای بار الکتریکی مثبت است.)

① ۵ عدد از دست داده
② ۵ عدد گرفته
③ ۲۵ عدد گرفته
④ ۲۵ عدد از دست داده

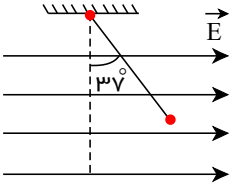
۱۲۲ - مطابق شکل زیر، ذره‌ای به‌جرم $۴g$ و بار الکتریکی $-۲۰\mu C$ را بین دو صفحهٔ باردار قرار می‌دهیم و رها می‌کنیم. اگر اندازهٔ میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه $۴۰۰ N/C$ باشد؛ اندازهٔ شتاب حرکت این ذره چند $\frac{m}{s^{۲}}$ خواهد بود؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



① ۸
② ۶
③ ۱۴
④ ۱۲

oxygen11_1_1_g

۱۲۳ - مطابق شکل زیر، گلوله‌ی فلزی کوچکی به جرم ۸۰ گرم و بار الکتریکی q که به نخی عایق متصل است، در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ با بزرگی $۲ \times ۱۰^{۵} \frac{N}{C}$ به حالت تعادل قرار دارد. بار q چند میکروکولن است؟ ($\sin ۳۷^{\circ} = ۰/۶ , g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



① $\frac{۱}{۳}$ ② ۳ ③ $-\frac{۱}{۳}$ ④ -۳

oxygen11_1_1_g

پاسخنامه تشریحی

۱ – گزینه ۴ طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع جبری همهٔ بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است، یعنی بار می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد. بنابراین گزینهٔ ۴ نادرست است.

۲ – گزینه ۴ عامل چرخش ماهواره‌ها به دور زمین، نیروی گرانشی است که زمین به ماهواره‌ها وارد می‌کند.

۳ – گزینه ۴ ابتدا این نکته را یادآوری کنم که نیروی دافعه فقط بین دو جسم باردار با بارهای هم نام رخ می‌دهد، اما نیروی جاذبه می‌تواند بین دو جسم باردار با بارهای ناهم‌نام و یا یک جسم باردار و یک جسم خنثی رخ بدهد. بنابراین با توجه به متن سوال داریم:

A و B جاذبه $\leftarrow$ هر دو باردار و ناهم‌نام یا یکی باردار دیگری خنثی.

C و D جاذبه $\leftarrow$ هر دو باردار و ناهم‌نام یا یکی باردار دیگری خنثی.

B و D دافعه $\leftarrow$ حتماً هر دو باردارند با بارهای هم نام.

به سراغ تحلیل گزینه‌ها برویم:

گزینهٔ «۱»: B حتماً باردار است اما A ممکن است خنثی باشد. ✗

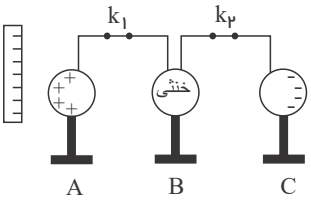
گزینهٔ «۲»: A و C ممکن است هر دو خنثی باشند. ✗

گزینهٔ «۳»: A و C ممکن است هر دو خنثی باشند. ✗

گزینهٔ «۴»: چون D و B حتماً باردارند هم‌نامند پس چون A، B را جذب کرده‌اند، A، D را هم جذب کند.

(چون نوع بار B و D یکسان است، رفتار A و B با رفتار A و D مشابه است.)

۴ – گزینه ۳



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

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

۵ – گزینه ۴ هنگامی که گلوله به یکی از صفحه‌ها تماس داده می‌شود، مقداری از بار صفحه به گلوله منتقل شده و گلوله توسط این صفحه رانده شده و از طرف صفحهٔ مقابل رباییش می‌شود. پس از تماس گلوله با صفحهٔ مقابل بار گلوله خنثی شده و مقداری از بار صفحهٔ دوم به گلوله منتقل می‌شود. درنتیجه از صفحهٔ دوم رانده و از طرف صفحهٔ اول رباییش می‌شود و به همین ترتیب گلوله بین دو صفحه نوسان می‌کند تا وقتی که باری روی صفحه‌ها باقی نماند؛ آن‌گاه گلوله به وضع تعادل اولیه بر می‌گردد.

۶ – گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

در جدول مواد پایین‌تر، الکترون خواهی بیش‌تری دارند. (گزینهٔ ۱ غلط است.)

یعنی اگر دو ماده در این جدول در تماس با یکدیگر قرار گیرند، الکترون از مادهٔ بالاتر جدول به ماده‌ای که پایین‌تر قرار دارد، منتقل می‌شود. (گزینهٔ ۲ نادرست است.)

اگر مادهٔ A را با مادهٔ B مالش دهیم، الکترون کم‌تری نسبت‌به حالتی که مادهٔ A را با مادهٔ C مالش دهیم، منتقل می‌شود.

(مادهٔ C الکترون خواهی بیش‌تری نسبت‌به B دارد) بنابراین گزینهٔ ۳ نادرست است.

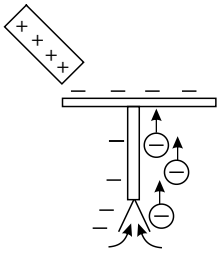
گزینهٔ ۴ گزینهٔ درست هست چون مادهٔ D الکترون خواهی بیش‌تری نسبت‌به C دارد.

۷ – گزینه ۳ با مالش دادن میلهٔ چوبی با پارچهٔ پشمی، میلهٔ چوبی دارای بار منفی و پارچهٔ پشمی به همان اندازه دارای بار مثبت می‌شود. با مالش دادن میلهٔ چوبی با پارچهٔ ابریشمی، میلهٔ چوبی بار منفی بیشتری پیدا می‌کند و پارچهٔ پشمی بار مثبت خواهد داشت.

۸ – گزینه ۲ A و B پس از مالش با جسم C، دارای بارهای هم‌نام می‌شوند، بنابراین در سری تریبوالکتریک بایستی هر دو جسم یا بالاتر از جسم C یا پایین‌تر از جسم C قرار گیرند. از طرفی با توجه به این که دو جسم B و C پس از مالش با جسم D دارای بارهای ناهم‌نام می‌شوند، بنابراین در سری تریبوالکتریک D بایستی بین B و C قرار گیرد.

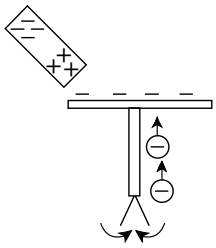
۹ – گزینه ۲ نوع بار میله می‌تواند مثبت یا خنثی باشد زیرا:

– اگر بار میله مثبت باشد، با نزدیک کردن آن به کلاهک الکتروسکوپ قسمتی از بارهای منفی روی ورقه‌ها به طرف کلاهک مهاجرت می‌کنند. در نتیجه تراکم بار روی ورقه‌ها کاهش یافته، ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند.



oxygen11_1_1_g

- اگر میله خنثی باشد با نزدیک کردن به کلاهک الکتروسکوپ بارهای میله تفکیک شده و بارهای مثبت میله در مجاور کلاهک قرار می‌گیرند که در نتیجه باز هم باعث می‌شود تا مقداری از بار ورقه‌ها به سمت کلاهک مهاجرت کنند پس در این حالت نیز بار ورقه‌ها کاسته شده و ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند.



۱۰ - گزینه ۳ همواره با نزدیک کردن جسم بارداری به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار، اگر بار جسم و کلاهک یکسان باشد، ورقه‌ها بیش‌تر باز می‌شوند، بنابراین بار جسم A همانند بارالکتروسکوپ منفی است.

اگر جسم باری مخالف بار الکتروسکوپ داشته باشد، ورقه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند پس بار جسم می‌تواند مثبت باشد. اما اگر جسم بدون باری را که رسانا است به کلاهک الکتروسکوپ باردار نزدیک کنیم، به علت القای بار در رسانا نیز ورقه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند، بنابراین بار جسم B می تواند مثبت و یا خنثی باشد.

۱۱ - گزینه ۳ در اثر مالش دو جسم نارسانا الکترون از یک جسم به جسم دیگر جابه‌جا می‌شوند. و بار جسمی که الکترون از دست داده مثبت و بار جسمی که الکترون گرفته منفی خواهد شد. بار جسم $+۲\mu C$ شده بنابراین $۲\mu C$ الکترون از دست داده است.

برای به دست آوردن تعداد الکترون‌ها از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$q = ne \rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۶} = n \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = ۱۲٫۵ \times ۱۰^{۱۲}$$

تعداد الکترون‌هایی که جسم از دست داده $۱۲٫۵ \times ۱۰^{۱۲}$ الکترون است.

بنابراین تعداد پروتون‌های جسم $۱۲٫۵ \times ۱۰^{۱۲}$ تا بیشتر از تعداد الکترون‌های آن است. (توجه کنید در ابتدا که جسم نارسانا خنثی است تعداد پروتون‌ها با تعداد الکترون‌ها یکسان بوده است)

۱۲ - گزینه ۳ بار الکتریکی کمیتی کوانتیده است؛ یعنی هنگام تماس جسم باردار با جسم خنثی، اگر جسم خنثی الکترون به‌دست آورد یا از دست دهد، همواره بار الکتریکی منتقل شده، مضرب درستی از بار بنیادی e است:

$$q = \pm ne, n = ۰, ۱, ۲, \cdots$$

حال به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

$$۱)\ n = \frac{۲ \times ۱۰^{-۱۳} \times ۱۰^{-۶}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = \frac{۲}{۱٫۶}$$

$$۲)\ n = \frac{۵ \times ۱۰^{-۱۳} \times ۱۰^{-۶}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = \frac{۵}{۱٫۶}$$

$$۳)\ n = \frac{۸ \times ۱۰^{-۱۳} \times ۱۰^{-۶}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = \frac{۸}{۱٫۶} = ۵$$

فقط در مورد گزینهٔ «۳»، بار مبادله شده کوانتیده است.

۱۳ - 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 $q = ne = ۶e$ بوده که نسبت آن‌ها برابر ۱ خواهد بود.

۱۴ - گزینه ۲ ابتدا بار معادل ۵×۱۰^{۱۳} الکترون را حساب می‌کنیم:

$$q = ne = ۵ \times ۱۰^{۱۳} \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow q = ۸ \times ۱۰^{-۶} C = ۸\mu C$$

خب بنابراین از جسم معادل $۸\mu C$ الکترون گرفته‌ایم و بار نهایی آن $۷\mu C$ شده. پس بار اولیهٔ آن $-۱\mu C$ بوده است.

بار اولیهٔ کره، یعنی $q = -۱\mu C$ معادل است با:

$$q = ne \rightarrow ۱۰^{-۶} = n \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \rightarrow n = ۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$$

که این بار با از دست دادن همین مقدار الکترون خنثی می‌شود.

۱۵ - گزینه ۲ با دادن الکترون به ذره‌ای که بارش مثبت است، مقداری بار مثبت آن خنثی می‌شود. بنابراین اگر بار اولیه را $q_۱$ فرض کنیم، مقدار بار ثانویه بار (الکترون‌ها) - $q_۲ = q_۱$ خواهد بود. پس:

$$\begin{cases} q_۲ = q_۱ - (\text{بار الکترون‌ها}) \\ \text{بار الکترون‌ها} = ne = ۲ \times ۱۰^{۱۲} \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۳٫۲ \times ۱۰^{-۷} C \end{cases}$$

از طرفی سؤال گفته کاهش بار برابر ۱۶ درصد است یعنی $۳٫۲ \times ۱۰^{-۷} C$ برابر ۱۶ درصد بار اولیه است. پس:

$$\frac{۱۶}{۱۰۰} q_۱ = ۳٫۲ \times ۱۰^{-۷} \Rightarrow q_۱ = ۲ \times ۱۰^{-۶} C = ۲\mu C$$

۱۶ - گزینه ۴

$$\Delta q = \pm ne \xrightarrow[\text{بار جسم منفی می‌شود}]{|q'| = \%۲۵ q} -\frac{۲۵}{۱۰۰} q - q = -۵ \times ۱۰^{۳} \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$$

$$-\frac{۵}{۴} q = -۵ \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۶} \Rightarrow q = ۶٫۴ \times ۱۰^{-۱۶} C \xrightarrow{\times ۱۰^{۹}} q = ۶٫۴ \times ۱۰^{-۷} nC$$

oxygen11_1_1_g

۱۷ - گزینه ۲ ابتدا بار الکتریکی هر یک از کره‌ها را بعد از بستن کلید حساب می‌کنیم.

دقت کنید. چون کره‌ها مشابه‌اند. طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، بعد از تماس، بار آن‌ها مشابه و نصف مجموع بارهای قبل از تماس آن‌ها است.

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{۲} \xrightarrow{q_A = ۲۰\mu C, q_B = ۱۲\mu C} q'_A = q'_B = \frac{۲۰ + ۱۲}{۲} = ۱۶\mu C$$

اکنون مقدار بار شارش شده بین دو کره را حساب می‌کنیم و سپس تعداد الکترون‌ها را به دست می‌آوریم.

$$\Delta q = q'_B - q_B = ۱۶ - ۱۲ = ۴\mu C$$

$$n = \frac{q}{e} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۶}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} \Rightarrow n = ۲٫۵ \times ۱۰^{۱۳}$$ الکترون

چون همواره جهت حرکت خودبه‌خودی الکترون‌ها از پتانسیل الکتریکی کم‌تر به طرف پتانسیل الکتریکی بیش‌تر است. الکترون‌ها از کرهٔ B به طرف کرهٔ A جابه‌جا می‌شوند. دقت کنید، چون بار الکتریکی هر دو کره مثبت و کره‌ها مشابه‌اند کره‌ای که در ابتدا بار الکتریکی کم‌تری دارد. پتانسیل الکتریکی آن نیز کم‌تر است.

۱۸ - گزینه ۳ چون کره‌ها رسانا و مشابه‌اند، بعد از هر اتصال، بار دو کره‌ای که به هم متصل می‌شوند هم‌اندازه، هم نوع و برابر با میانگین بارهایی است که قبل از تماس با هم داشته‌اند. یعنی $q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲}$ است. در این رابطه بارها را با قید علامت جایگذاری می‌کنیم.

گام اول: وقتی کلید $k_۱$ را می‌بندیم، کرهٔ A را با کرهٔ B تماس می‌دهیم. در این حالت داریم:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{۲} \xrightarrow[q_B = ۲۴\mu C]{q_A = -۴\mu C} q'_A = q'_B = \frac{-۴ + ۲۴}{۲} = +۱۰\mu C$$

گام دوم: با باز کردن کلید $k_۱$ و بستن کلید $k_۲$، کرهٔ C را با کرهٔ B که اکنون بار آن $q'_B = +۱۰\mu C$ است. تماس می‌دهیم. در این حالت داریم:

$$q'_C = q''_B = \frac{q_C + q'_B}{۲} \xrightarrow[q'_B = +۱۰\mu C]{q_C = +۵۰\mu C} q'_C = q''_B = \frac{۵۰ + ۱۰}{۲} = +۳۰\mu C$$

گام سوم: با باز کردن کلید $k_۲$ و بستن $k_۳$، کره‌های A و C را که اکنون بارهای آن‌ها $q'_C = +۳۰\mu C$ و $q'_A = +۱۰\mu C$ است، تماس می‌دهیم. در این حالت داریم:

$$q''_A = q''_C = \frac{q''_A + q''_C}{۲} = \frac{۱۰ + ۳۰}{۲} = ۲۰\mu C$$

گام چهارم: نسبت $\frac{q''_A}{q_B}$ را پیدا می‌کنیم:

$$\frac{q''_A}{q_B} = \frac{۲۰}{۲۴} = \frac{۵}{۶}$$

۱۹ - گزینه ۲ در ترازوی پیچشی کولن در یک سر میلهٔ نارسانای سبک افقی، یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن، یک قرص قرار دارد و میله از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانهٔ شیشه‌ای برده می‌شود. درجه‌هایی بر سطح استوانه حک شده است که زاویهٔ چرخش میله را نشان می‌دهد. نیروی موثر بین این بارها از اندازه‌گیری زاویهٔ چرخش تا رسیدن به حالت تعادل به دست می‌آید.

۲۰ - گزینه ۲

$$F = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} \rightarrow \text{یکای ثابت کولن} = \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$$

$$K = \frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰} \rightarrow \text{یکای ثابت ضریب گذردهی الکتریکی خلأ} = \frac{C^۲}{N \cdot m^۲}$$

۲۱ - گزینه ۱ طبق رابطهٔ قانون کولن خواهیم داشت:

$$F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲} \Rightarrow ۱۸ = \frac{۹ \times ۱۰^{+۹} \times ۱ \times ۱۰^{-۶} \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}{r^۲}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده می‌کنیم}} ۱ = \frac{۱۰^{-۳}}{r^۲} \Rightarrow r^۲ = ۱۰^{-۳}$$

$$\xrightarrow{\sqrt{\ }} r = \sqrt{۱۰^{-۳}}(m) \xrightarrow[\times ۱۰^{+۲}]{\text{تبدیل به } cm} r = ۱۰^{۲}\sqrt{۱۰^{-۳}} = \sqrt{۱۰}cm$$

۲۲ - گزینه ۲ چون نیروی الکتریکی بین دو بار رانشی است، بنابراین دو بار هم‌نام می‌باشند. باتوجه به رابطهٔ قانون کولن می‌توان نوشت:

$$F = k\frac{|q_۱|\ |q_۲|}{r^۲} \rightarrow ۳۰۰ = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{|q_۱|\ |q_۲|}{(۳ \times ۱۰^{-۲})^۲}$$

$$\rightarrow |q_۱|\ |q_۲| = ۳ \times ۱۰^{-۱۱}\ \ C^۲ = ۳۰ \times ۱۰^{-۱۲}\ \ C^۲ = ۳۰(\mu C)^۲$$

$$\rightarrow \begin{cases} |q_۱| = ۶\mu C \\ |q_۲| = ۵\mu C \end{cases} \text{ یا } \begin{cases} |q_۱|\ |q_۲| = ۳۰(\mu C)^۲ \\ |q_۱| + |q_۲| = ۱۱\mu C \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} |q_۱| = ۵\mu C \\ |q_۲| = ۶\mu C \end{cases}$$

۲۳ - گزینه ۳

$$F = ma \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{a_A}{a_B} \xrightarrow[\text{یکسان } E]{F = E|q|} \frac{q}{۲q} = \frac{m}{\frac{m}{۲}} \times \frac{a_A}{a_B} \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{۱}{۴}$$

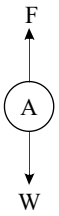
oxygen11_1_1_g

۲۴ - گزینه ۲

$$\frac{F'}{F}=(\frac{r}{r'})^{۲}\Rightarrow\frac{\frac{\not{۲۵}}{\not{۱۶}}}{}=(\frac{r-۱۰}{r+۱۰})^{۲}\xrightarrow{\text{جذر}}\frac{۴}{۵}=\frac{r-۱۰}{r+۱۰}\Rightarrow r=۹۰cm$$

$$F=k\frac{q_۱q_۲}{r^{۲}}\Rightarrow\frac{F}{۱۶}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۳\times۳\times۱۰^{-۱۲}}{(۹۰-۱۰)^{۲}\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow F=\frac{۸۱}{۴۰}N$$

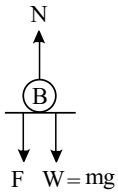
۲۵ - گزینه ۱



$$F=W\Rightarrow\frac{۹\times۱۰^{۹}\times q^{۲}}{(۶\times۱۰^{-۲})^{۲}}=۰/۲۵\times۱۰\Rightarrow q^{۲}=۱۰^{-۱۲}\xrightarrow{\text{بار مثبت}}q=۱۰^{-۶}C=۱\mu C$$

۲۶ - گزینه ۲ چون گلوله‌ها در حال تعادل هستند باید برآیند نیروی وارد بر آن‌ها صفر شود.

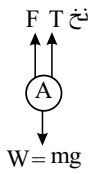
برای گلولهٔ B مطابق شکل نیروی وزن (W) رو به پایین، نیروی دافعهٔ کولنی از طرف گلولهٔ A رو به پایین، و نیروی عکس‌العمل عمودی سطح ترازو (N) رو به بالا وارد می‌شود. عدد ترازو همان نیروی عکس‌العمل عمودی سطح (ترازو) است.



$$F_{\text{خالص}}=۰\ \rightarrow\ +N-mg-F=۰$$

$$N=mg+F\xrightarrow[F=kq_Aq_B/r^{۲}]{m=۳۰۰g=۰/۳\,kg}N=۰/۳\times۱۰+\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۲\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{-۶}}{(۲۰\times۱۰^{-۲})^{۲}}=۳/۹\,(N)$$

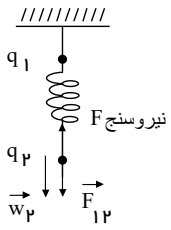
همینطور برای گلولهٔ A خواهیم داشت:



$$F_{\text{خالص}}=۰\Rightarrow+T+F-mg=۰$$

$$T=mg-F=۰/۳\times۱۰-۰/۹=۲/۱\,(N)$$

۲۷ - گزینه ۲ هر دو بار در حالت تعادل‌اند بنابراین نیروی خالص (برآیند) وارد بر هر یک صفر است. یکی از دو بار مثلاً بار $q_۲$ را انتخاب می‌کنیم و نیروی خالص وارد بر آن را به دست می‌آوریم و برابر صفر قرار می‌دهیم: نیروسنج از یک فنر تشکیل شده است و نیرویی به سمت بالا به $q_۲$ وارد می‌کند.



$$\text{نیروی خالص وارد بر } q_۲=۰\rightarrow F_{\text{نیرو سنج}}=W_۲+F_{۱۲}\rightarrow F_{\text{نیرو سنج}}=m_۲g+k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^{۲}}$$

$$\rightarrow۳=m_۲\times۱۰+۹\times۱۰^{۹}\frac{۲\times۱۰^{-۶}\times۵\times۱۰^{-۶}}{(۰/۳)^{۲}}\rightarrow m_۲=۰/۲kg=۲۰۰g$$

۲۸ - گزینه ۱

$$\left.\begin{array}{l}q_۱=q\\q_۲=q\\\text{فاصلهٔ دوبار}=r\end{array}\right\}\rightarrow\left\{\begin{array}{l}q_۱=?\\q'_۲=q-\frac{۲۰}{۱۰۰}q=۰/۸q\\r'=r+\frac{۲۰}{۱۰۰}r=۱/۲r\end{array}\right.$$

$$\frac{\not{F'}}{\not{F}}=\frac{|q'_۱||q'_۲|}{|q_۱||q_۲|}\times(\frac{r}{r'})^{۲}\rightarrow۱=\frac{q\times۰/۸q}{q^{۲}}\times(\frac{r}{۱/۲r})^{۲}\rightarrow۱=۰/۸\frac{q_۱}{q}\times\frac{۱}{\frac{۳۶}{۲۵}}\rightarrow q_۱=۱/۸q$$

oxygen11_1_1_g

درصد تغییر بار $q = \frac{\Delta q}{q_1} \times ۱۰۰ = \frac{q' - q}{q} \times ۱۰۰ = \frac{۱٫۸q - q}{q} \times ۱۰۰ = +۸۰\%$

۲۹ - گزینه ۳ طبق قانون سوم نیوتون $F_{۱۲}$ و $F_{۲۱}$ که عمل و عکس‌العمل هستند خلاف جهت هم هستند بنابراین $F_{۱۲}$ به سمت چپ خواهد بود. در حالت دوم علامت بارها تغییر نکرده و فقط فاصله را تغییر داده‌ایم بنابراین جهت نیروها تغییری نخواهد کرد بنابراین نیرویی که بار $۴\mu C$ به $۶\mu C$ وارد می‌کند به سمت چپ خواهد بود. برای محاسبهٔ این نیرو برحسب F رابطهٔ مقایسه‌ای قانون کولن را می‌نویسیم:

$$\vec{F}_{۲۱} \quad \vec{F}_{۱۲}$$
$$q_۱=۴\mu C \qquad r \qquad q_۲=۶\mu C$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_۱||q'_۲|}{|q_۱||q_۲|} \times (\frac{r}{r'})^۲ \rightarrow \frac{F'}{F} = (\frac{r}{\sqrt{۳}r})^۲ = \frac{۱}{۳}$$

$$F' = \frac{F}{۳}$$

۳۰ - گزینه ۳ برای این که نیروی الکتریکی بین دو بار بیشینه شود باید اندازهٔ بارها با هم برابر شوند. (تا حاصل‌ضرب آن‌ها بیشینه شود.)

$$q'_۲ = q'_۱ \Rightarrow ۶q - x(۶q) = ۱٫۲q + x(۶q) \Rightarrow ۱۲xq = ۴٫۸q$$
$$\Rightarrow x = ۰٫۴ \xrightarrow{\times ۱۰۰} x = ۴۰\%$$

۳۱ - گزینه ۴ بار هر یک از کره‌ها بعد از تماس برابر است با:

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = \frac{۸ + (-۲)}{۲} = ۳nC$$

حال طبق رابطهٔ مقایسه‌ای قانون کولن داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_۱|}{|q_۱|} \times \frac{|q'_۲|}{|q_۲|} \times (\frac{r}{r'})^۲ \xrightarrow[|q_۱|=۸nC\,,\,|q_۲|=۲nC]{|q'_۱|=|q'_۲|=۳nC\,,\,F'=F-\frac{۳۶}{۱۰۰}F=\frac{۶۴}{۱۰۰}F} \frac{۰٫۶۴\cancel{F}}{\cancel{F}} = \frac{۳ \times ۳}{۸ \times ۲} \times (\frac{r}{r'})^۲$$
$$\Rightarrow \frac{۶۴}{۱۰۰} = \frac{۹}{۱۶} \times (\frac{r}{r'})^۲ \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۸}{۱۰} = \frac{۳}{۴} \times \frac{r}{r'} \Rightarrow \frac{r'}{r} = \frac{۳۰}{۳۲} \Rightarrow \frac{r'}{r} = \frac{۱۵}{۱۶}$$

۳۲ - گزینه ۳

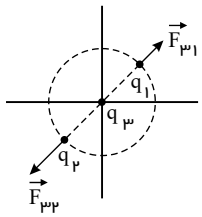
حالت اول : $F_B = F_{AB} + F_{CB} = \frac{k \times ۳q \times q}{r^۲} + \frac{k \times ۸q \times q}{r^۲} = \frac{۱۱kq^۲}{r^۲}$

حالت دوم : $q_{\text{نهایی هر کره}} = \frac{q_A + q_B + q_C}{۳} = ۲q$

در حالت سوم، نیروی خالص وارد بر کرهٔ B (F'_B) صفر است (به علت تقارن بار و فاصلهٔ کره‌های A و C)

خواستهٔ سوال : $F_B - F'_B = \frac{۱۱kq^۲}{r^۲} - ۰ = \frac{۱۱kq^۲}{r^۲}$

۳۳ - گزینه ۱ مطابق شکل، اگر بار $q_۳$ را در مبدأ مختصات فرض کنیم، بارهای $q_۱$ و $q_۲$ روی دایره‌ای به شعاع d و مرکز $q_۳$ قرار خواهند داشت. اگر نیروهای $\vec{F}_{۳۱}$ و $\vec{F}_{۳۲}$ را رسم کنیم. محل بارهای $q_۱$ و $q_۲$ مطابق شکل به دست می‌آید. با توجه به این که نیروهای وارد بر بارهای $q_۱$ و $q_۲$ از طرف بار $q_۳$ به صورت دافعه است، بنابراین بارهای $q_۱$ ، $q_۲$ $q_۳$ هم‌نام هستند. ابتدا اندازهٔ نیروهای $\vec{F}_{۳۱}$ و $\vec{F}_{۳۲}$ را محاسبه کرده و سپس از رابطهٔ قانون کولن استفاده می‌کنیم. داریم:

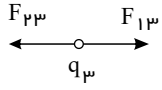


$$\vec{F}_{۳۱} = ۳\vec{i} + ۴\vec{j} \Rightarrow F_{۳۱} = \sqrt{۳^۲ + ۴^۲} \Rightarrow F_{۳۱} = ۵N$$
$$\vec{F}_{۳۲} = -۶\vec{i} - ۸\vec{j} \Rightarrow F_{۳۲} = \sqrt{(-۶)^۲ + (-۸)^۲} \Rightarrow F_{۳۲} = ۱۰N$$
$$F = k\frac{|q||q'|}{r^۲} \Rightarrow \frac{F_{۳۲}}{F_{۳۱}} = \frac{|q_۲|}{|q_۱|} \Rightarrow \frac{۱۰}{۵} = |\frac{q_۲}{q_۱}|$$
$$\xrightarrow{q_۱ \text{ و } q_۲ \text{ هم‌نام هستند}} \frac{q_۲}{q_۱} = ۲$$

۳۴ - گزینه ۲

چون برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ از طرف دو بار دیگر برابر صفر است؛ بنابراین میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار در محل بار $q_۳$ برابر با صفر است و دو بار ناهم‌نام هستند ($q_۱ q_۲ < ۰$) و از طرفی برایند میدان الکتریکی در نزدیکی بار با اندازهٔ کوچکتر برابر صفر می گردد، یعنی $|q_۱| < |q_۲|$.

۳۵ - گزینه ۲



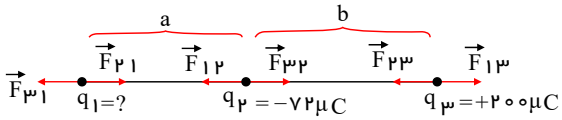
$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \Rightarrow \frac{\cancel{k}\,|q_۱|\,|\cancel{q_۳}|}{۲^۲} = \frac{\cancel{k}\,|q_۲|\,|\cancel{q_۳}|}{۶^۲} \Rightarrow \frac{|q_۱|}{|q_۲|} = \frac{۱}{۹}$$

چون تعادل دو بار $q_۱$ و $q_۲$ در نقطه‌ای بین آن‌ها رخ داده، پس دو بار الکتریکی هم‌نام هستند.

oxygen۱۱_۱_۱_g

۳۶ - گزینه ۴

برای این‌که برآیند نیروهای وارد بر $q_۲$ صفر شود باید علامت بار $q_۱$ مثبت باشد تا $\vec{F}_{۱۲}$ خلاف جهت $\vec{F}_{۳۲}$ شود تا آن را خنثی کند.



برایند نیروهای وارد بر $q_۱$ باید صفر باشد:

$$F_{۲۱} = F_{۳۱} \to k\frac{|q_۲||q_۱|}{a^۲} = k\frac{|q_۳||q_۱|}{(a+b)^۲}$$

$$\to \frac{۷۲\times ۱۰^{-۶}}{a^۲} = \frac{۲۰۰\times ۱۰^{-۶}}{(a+b)^۲} \to (\frac{a+b}{a})^۲ = \frac{۲۰۰}{۷۲} = \frac{۱۰۰}{۳۶}$$

$$\frac{a+b}{a} = \frac{۱۰}{۶} \to a = \frac{۳}{۲}b$$

برایند نیروهای وارد بر $q_۳$ نیز صفر است:

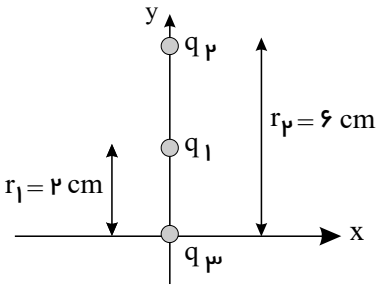
$$F_{۲۳} = F_{۱۳} \to k\frac{|q_۲||q_۳|}{b^۲} = k\frac{|q_۱||q_۳|}{(a+b)^۲}$$

$$\frac{۷۲\times ۱۰^{-۶}}{b^۲} = \frac{|q_۱|}{(a+b)^۲} \to \frac{۷۲\times ۱۰^{-۶}}{b^۲} = \frac{|q_۱|}{(\frac{۳}{۲}b+b)^۲}$$

$$|q_۱| = \frac{۲۵}{۴}\times ۷۲\times ۱۰^{-۶} = ۴۵۰\times ۱۰^{-۶}C = ۴۵۰\mu C \to q_۱ = +۴۵۰\mu C$$

۳۷ - گزینه ۱ ابتدا مختصات بارها را برروی محور مختصات رسم می‌کنیم.

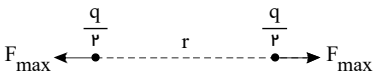
باتوجه به این که بار $q_۳$ در خارج از خط واصل بارهای $q_۱$ و $q_۲$ قرار دارد، در نتیجه این ۲ بار غیر هم‌نامند (در واقع یکی مثبت و دیگری منفی است تا یکی $q_۳$ را دفع ودیگری آن را جذب کند)، پس بار $q_۱$ حتماً مثبت است. حال داریم:



$$F_۱ = F_۲ \Rightarrow k\frac{|q_۱||q_۲|}{r_۱^۲} = k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_۲^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_۱|}{r_۱^۲} = \frac{|q_۲|}{r_۲^۲} \Rightarrow \frac{|q_۱|}{۴} = \frac{۹}{۳۶} \Rightarrow |q_۱| = ۱\mu C \xrightarrow{q_۱>۰} q_۱ = ۱\mu C$$

۳۸ - گزینه ۴ اگر بخواهیم بار q را بین دو ذرهٔ خنثی به‌گونه‌ای تقسیم کنیم که نیروی الکتریکی بین دو ذره بیشینه شود، باید بار هر ذره $\frac{q}{۲}$ باشد.



حالت اول: اگر با برداشتن مقداری بار از $q_۱$ و دادن آن مقدار بار به $q_۲$ اندازهٔ بارها یکسان شود، نیروی الکتریکی بین دو بار افزایش می‌یابد.

$$\left.\begin{matrix} q_۱ = ۱۲\mu C \\ q_۲ = ۸\mu C \end{matrix}\right\} \xrightarrow[\text{و به } q_۲ \text{ می‌دهیم.}]{\text{۲}\mu C \text{ بار از } q_۱ \text{ برمی‌داریم}} \begin{matrix} q_۱' = ۱۰\mu C \\ q_۲' = ۱۰\mu C \end{matrix} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۱۰۰}{۹۶}$$

حالت دوم: اگر با برداشتن مقداری بار از $q_۱$ و دادن آن مقدار بار به $q_۲$ حاصل ضرب بارها تغییر نکند، نیروی الکتریکی بین دو بار ثابت می‌ماند.

$$\left.\begin{matrix} q_۱ = ۱۲\mu C \\ q_۲ = ۸\mu C \end{matrix}\right\} \xrightarrow[\text{و به } q_۲ \text{ می‌دهیم.}]{\text{۴}\mu C \text{ بار از } q_۱ \text{ برمی‌داریم}} \begin{matrix} q_۱' = ۸\mu C \\ q_۲' = ۱۲\mu C \end{matrix} \Rightarrow \frac{F'}{F} = ۱$$

حالت سوم: اگر با برداشتن مقداری بار از $q_۱$ و دادن آن مقدار بار به $q_۲$ حاصل‌ضرب بارها کاهش یابد، نیروی F کاهش می‌یابد. بنابراین هر سه حالت امکان‌پذیر است.

$$\left.\begin{matrix} q_۱ = ۱۰\mu C \\ q_۲ = ۱۰\mu C \end{matrix}\right\} \xrightarrow[\text{و به } q_۲ \text{ می‌دهیم.}]{\text{۲}\mu C \text{ بار از } q_۱ \text{ برمی‌داریم}} \begin{matrix} q_۱' = ۸\mu C \\ q_۲' = ۱۲\mu C \end{matrix} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۹۶}{۱۰۰}$$

۳۹ - گزینه ۳ رابطهٔ مقایسه‌ای برای دو حالت را می‌نویسیم:

oxygen11_1_1_g

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

$$\frac{560}{630} = \frac{q^2-9}{q^2} \to \frac{8}{9} = \frac{q^2-9}{q^2} \to 8q^2 = 9q^2 - 81 \to q^2 = 81 \to q = 9\mu C$$

۴۰ - گزینه ۱ نیروهای وارد بر $+q$ از طرف $+q'$ و q'' را به ترتیب $\vec{F}'$ و $\vec{F}''$ می‌نامیم و برایند نیروهای وارد بر $+q$ را $\vec{F}_T$ می‌نامیم. داریم:

$$\begin{cases} \vec{F}_T = \vec{F}' + \vec{F}'' = 5\vec{F} \\ \vec{F}' = \vec{F} \end{cases} \Rightarrow \vec{F}'' = 4\vec{F} = 4\vec{F}'$$

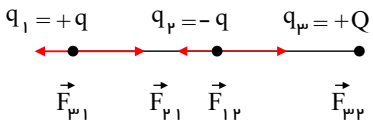
باتوجه به رابطهٔ به دست آمده $(\vec{F}'' = 4\vec{F}')$، نیروهای $\vec{F}''$ و $\vec{F}'$ هم‌جهت هستند و در نتیجه بارهای q' و q'' ناهم‌نام هستند.

$$\vec{F}'' = 4\vec{F}' \Rightarrow k\frac{|q''q|}{d^2} = 4k\frac{|q'q|}{(2d)^2} \Rightarrow |q''| = |q'| \Rightarrow q'' = -q'$$

پس پاسخ گزینهٔ ۱ است.

۴۱ - گزینه ۲

ابتدا نیروهای وارد بربار $+q$ و $-q$ را رسم کرده و سپس برآیند نیروهای وارد بر هریک از بارها را به‌دست می‌آوریم:



برآیند نیروهای وارد بر بار $-q$

$$F_T = F_{32} - F_{12} = k\frac{qQ}{a^2} - k\frac{q^2}{a^2} = k\frac{q}{a^2}(Q-q)$$

برآیند نیروهای وارد بر بار $+q$

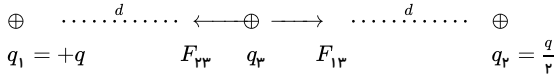
$$F'_T = F_{21} - F_{31} = k\frac{q^2}{a^2} - k\frac{qQ}{(2a)^2} = k\frac{q}{a^2}(q - \frac{Q}{4})$$

برای این که اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بارهای $+q$ و $-q$ باهم برابر باشند داریم:

$$F'_T = F_T \Rightarrow k\frac{q}{a^2}(q - \frac{Q}{4}) = k\frac{q}{a^2}(Q-q) \Rightarrow q - \frac{Q}{4} = Q - q \Rightarrow 2q = Q + \frac{Q}{4}$$

$$\Rightarrow 2q = \frac{5}{4}Q \Rightarrow \frac{Q}{q} = \frac{8}{5}$$

۴۲ - گزینه ۳ بزرگی نیروی برآیند وارد q_3 بر را در حالت اول محاسبه می‌کنیم:



توجه کنید علامت بار q_3 بی‌تأثیر است چون چه مثبت باشد و چه منفی F_{13} و F_{23} در خلاف جهت خواهند بود. بنابراین علامت q_3 را مثبت فرض کرده‌ایم.

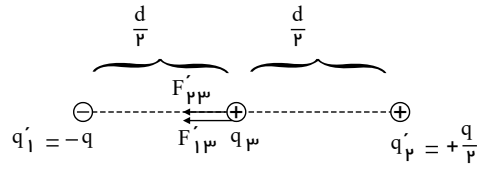
$$F_{13} = k\frac{|q_1||q_3|}{r^2} = k\frac{qq_3}{d^2} \quad , \quad F_{23} = k\frac{|q_2||q_3|}{r^2} = k\frac{\frac{q}{2} \times q_3}{d^2}$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} \to \vec{F}_T = k\frac{qq_3}{d^2} - k\frac{qq_3}{2d^2} = \frac{1}{2}k\frac{qq_3}{d^2}$$

حالت دوم:

$$F'_{13} = k\frac{qq_3}{(\frac{d}{2})^2} = 4k\frac{qq_3}{d^2}$$

$$F'_{23} = k\frac{\frac{q}{2}q_3}{(\frac{d}{2})^2} = 2k\frac{qq_3}{d^2}$$



$$\vec{F}_T = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} \to F'_T = 4k\frac{qq_3}{d^2} + 2k\frac{qq_3}{d^2} = 6k\frac{qq_3}{d^2}$$

$$\frac{\vec{F}_T}{F_T} = \frac{\frac{6kqq_3}{d^2}}{\frac{1}{2}\frac{kqq_3}{d^2}} = 12$$

۴۳ - گزینه ۳ در حالت اوّل داریم: $F_T = \vec{F}_A + \vec{F}_B = \vec{F}$ در حالت دوم با حذف بار q_A داریم: $F_T = \vec{F}_B = \frac{\vec{F}}{2}$

با حل این دو رابطه خواهیم داشت:

$$\begin{cases} \vec{F}_B = \frac{\vec{F}}{2} \\ \vec{F}_A = \frac{\vec{F}}{2} \end{cases}$$

اندازهٔ نیروی این دو بار باهم برابر است، فاصلهٔ آن‌ها نیز تا بار q_0 یکسان است. بنابراین اندازهٔ بار آن‌ها نیز یکسان خواهد بود. $|q_A| = |q_B|$

oxygen11_1_1_g

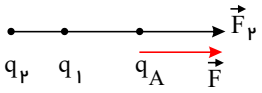
از طرفی چون نیروی هر دو هم‌جهت است (هر دو در جهت $\frac{\vec{F}}{۲}$ هستند) پس، در نقطهٔ M هر دو به‌سمت راست یا به‌سمت چپ هستند بنابراین یکی دافعه و یکی جاذبه است. نتیجه این‌که این دو بار ناهم‌نام هستند. پس: $\frac{q_A}{q_B} = -۱$

۴۴ - گزینه ۳ در حالت اول داریم: $\vec{F} = \vec{F}_۱ + \vec{F}_۲$

در صورتی‌که بار $q_۲$ حذف شود، تنها نیرویی که بر q_A وارد می‌شود $\vec{F}_۱$ خواهد بود. بنابراین نیروی خالصی که در حالت دوم داریم $(\frac{\vec{F}}{۴})$ همان $\vec{F}_۱$ خواهد بود. این مقدار را می‌توانیم در رابطهٔ حالت اول قرار دهیم و $\vec{F}_۱$ را به‌دست آوریم.

$$\vec{F} = \frac{\vec{F}}{۴} + \vec{F}_۲ \rightarrow \vec{F}_۲ = \frac{۳}{۴}\vec{F}$$

از این رابطه متوجه می‌شویم که $\vec{F}_۲$ و $\vec{F}$ هم‌جهت هستند:



برای تشخیص جهت $\vec{F}_۱$ دو حالت را در نظر می‌گیریم:

۱) اگر $F_۱$ و $F_۲$ هم‌جهت باشند:

$$F_۲ = \frac{۳}{۴}F$$
$$F_۱ = \frac{۱}{۴}F$$
$F_T = F \rightarrow$ قابل قبول است.

۲) اگر $F_۱$ و $F_۲$ در خلاف جهت هم باشند:

$$F_۲ = \frac{۳}{۴}F$$

$F_۱ = \frac{۱}{۴} \rightarrow F_T = \frac{۱}{۲}F \rightarrow$ نیروی خالص برابر F به‌دست نمی‌آید.

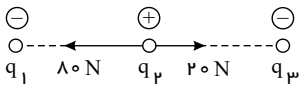
بنابراین $F_۱$ و $F_۲$ هم‌جهت هستند. بنابراین $q_۱$ و $q_۲$ هم‌نام هستند.

$$\frac{F_۱}{F_۲} = \frac{|q_۱|}{|q_۲|}\frac{|q_A|}{|q_A|} \times (\frac{r_۲}{r_۱})^۲ \rightarrow \frac{\frac{F}{۴}}{\frac{۳F}{۴}} = \frac{|q_۱|}{|q_۲|} \times (\frac{۲d}{d})^۲$$

$$\rightarrow \frac{|q_۱|}{|q_۲|} = \frac{۱}{۱۲} \rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = \frac{۱}{۱۲}$$

۴۵ - گزینه ۱ بار $q_۲$ را مثبت فرض می‌کنیم.

با توجه به شکل: $F_{۱۲} = ۸۰N \quad , \quad F_{۳۲} = ۲۰N$



$$F_{۱۲} = ۴F_{۳۲} \Rightarrow \frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} = ۴\frac{|q_۳||q_۲|}{r^۲} \Rightarrow \left|\frac{q_۱}{q_۳}\right| = ۴ \xrightarrow{\text{بارها هم‌نام}} \frac{q_۱}{q_۳} = ۴$$

۴۶ - گزینه ۱ در حالت اول، نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q برابر است با:

$$\vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ = \vec{F} \qquad (۱)$$

در حالت دوم با تغییر بار $q_۱$ به $-q_۱$، نیروی الکتریکی بین دو بار $q_۱$ و q تغییر جهت داده و به نیروی $-\vec{F}_۱$ تبدیل می‌شود.

$$-\vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ = -۵\vec{F} \qquad (۲)$$

با حل هم‌زمان معادله‌های (۱) و (۲)، داریم:

$$\left.\begin{array}{l}\vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ = \vec{F} \\ -\vec{F}_۱ + \vec{F}_۲ = -۵\vec{F}\end{array}\right\} \Rightarrow ۲\vec{F}_۲ = -۴\vec{F} \Rightarrow \vec{F}_۲ = -۲\vec{F}$$
$$\vec{F}_۱ - ۲\vec{F} = \vec{F} \Rightarrow \vec{F}_۱ = ۳\vec{F}$$
$$F = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲}$$

oxygen11_1_1_g

طبق رابطهٔ کولن داریم:

$$\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{|q_۲|}{|q_۱|}\frac{|q|}{|q|}\times(\frac{d}{۲d})^۲\Rightarrow\frac{۲F}{۳F}=|\frac{q_۲}{q_۱}|\times\frac{۱}{۴}\Rightarrow\frac{|q_۲|}{|q_۱|}=\frac{۸}{۳}$$

با توجه به جهت نیروهای $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ در محل بار q، می‌توان گفت دو بار ناهم‌نام هستند. بنابراین:

$$\frac{q_۲}{q_۱}=-\frac{۸}{۳}$$

۴۷ - گزینه ۱ در حالت اول، اگر اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر بار q_A از طرف بار q_B را F_B فرض کنیم، بنابر رابطهٔ $F=\frac{kq^۲}{r^۲}$، اندازهٔ نیروی وارد بر بار q_A از طرف بار q_C برابر $\frac{F_B}{۴}$ خواهد بود و چون این دو نیرو هم‌جهت هستند اندازهٔ آن‌ها باهم جمع می‌شود.

$$F=F_B+\frac{F_B}{۴}=\frac{۵F_B}{۴}$$

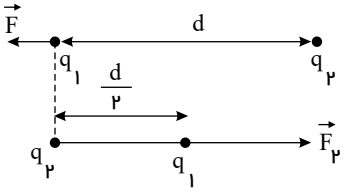
در حالت دوم، اندازهٔ نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A مانند حالت اول است ولی جهت آن‌ها خلاف جهت هم خواهد بود. پس داریم:

$$F'=F_B-\frac{۱}{۴}F_B=\frac{۳}{۴}F_B$$

$$\frac{F'}{F}=\frac{\frac{۳}{۴}F_B}{\frac{۵}{۴}F_B}=\frac{۳}{۵}$$

۴۸ - گزینه ۲

فرض کنیم دو بار هم‌نام باشند، مطابق شکل‌های زیر با عوض کردن مکان دو بار، جهت نیروی وارد بر بار عکس می‌شود، از طرفی طبق قانون کولن داریم:

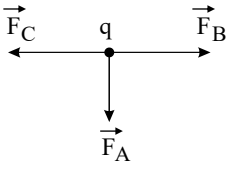


$$F=\frac{k|q_۱||q_۲|}{d^۲}\Rightarrow\frac{F_۲}{F_۱}=(\frac{d_۱}{d_۲})^۲\xrightarrow{d_۲=\frac{d_۱}{۲}}\frac{F_۲}{F_۱}=(\frac{d_۱}{\frac{d_۱}{۲}})^۲=۴\Rightarrow F_۲=۴F_۱\Rightarrow\vec{F_۲}=-۴\vec{F}$$

۴۹ - گزینه ۱ برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۳$ برابر است با مجموع نیروهای $\vec{F}_{۱۳}$ و $\vec{F}_{۲۳}$. امّا سؤال نیروهای $\vec{F}_{۳۱}$ و $\vec{F}_{۳۲}$ را داده است. از طرفی طبق قانون سوم نیوتون می‌دانیم $\vec{F}_{۳۲}=-\vec{F}_{۲۳}$ و $\vec{F}_{۱۳}=-\vec{F}_{۳۱}$، پس داریم:

$$\left.\begin{array}{l}\vec{F}_{۲۳}=-۶i+۸j\\ \vec{F}_{۱۳}=-۳i-۴j\end{array}\right\}\Rightarrow F_T=-۹i+۴j\Rightarrow|F_T|=\sqrt{(-۹)^۲+(۴)^۲}=\sqrt{۹۷}\ (N)$$

۵۰ - گزینه ۳ ابتدا تک تک نیروهای وارد بر بار q را محاسبه و رسم می‌کنیم:



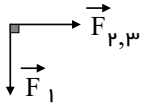
$$F_A=\frac{kq_Aq}{r_A^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۰/۷\times۱۰^{-۶}\times۱/۶\times۱۰^{-۶}}{(۱۲\times۱۰^{-۲})^۲}=۰/۷(N)$$

$$F_B=\frac{kq_Bq}{r_B^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۰/۹\times۱۰^{-۶}\times۱/۶\times۱۰^{-۶}}{(۹\times۱۰^{-۲})^۲}=۱/۶\,(N)$$

$$F_C=\frac{kq_Cq}{r_C^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۱/۶\times۱۰^{-۶}\times۱/۶\times۱۰^{-۶}}{(۱۶\times۱۰^{-۲})^۲}=۰/۹(N)$$

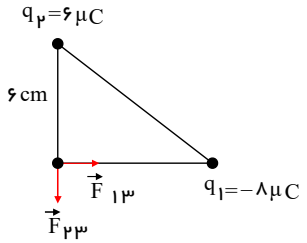
$\vec{F}_B$ و $\vec{F}_B$ خلاف جهت هستند که برآیندشان برابر است با: $F_{B,C}=۱/۶-۰/۹=۰/۷(N)$ و $\vec{F}_{B,C}$ و $\vec{F}_A$ عمود بر هم خواهند بود، پس برآیندشان برابر است با:

$$F_T=\sqrt{F_۱^۲+F_{۲,۳}^۲}=\sqrt{۰/۷^۲+۰/۷^۲}=۰/۷\sqrt{۲}(N)$$



oxygen11_1_1_g

۵۱ - گزینه ۱



$$F_{۱۳}=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r_{۱۳}^۲}\rightarrow F_{۱۳}=۹\times ۱۰^۹\frac{۸\times ۱۰^{-۶}\times ۴\times ۱۰^{-۶}}{(۸\times ۱۰^{-۲})^۲}=۴۵N$$

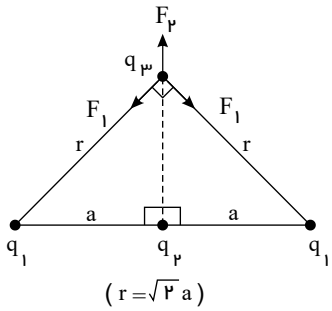
$$F_{۲۳}=۹\times ۱۰^۹\times\frac{۶\times ۱۰^{-۶}\times ۴\times ۱۰^{-۶}}{(۶\times ۱۰^{-۲})^۲}=۶۰N\rightarrow \vec{F}=۴۵\vec{i}-۶۰\vec{j}\quad (N)$$

۵۲ - گزینه ۴ $q_۲$ باید ناهم‌نام با بارهای $q_۱$ باشد. باتوجه به این که علامت بار $q_۳$ در اندازهٔ برایند نیروهای آن بی‌اثر است، $q_۳$ را هم‌نام با $q_۲$ فرض می‌کنیم و داریم:

$$F_۲^۲=F_۱^۲+F_۱^۲=۲F_۱^۲\ \Rightarrow F_۲=\sqrt{۲}F_۱$$

$$\Rightarrow k\frac{|q_۲q_۳|}{a^۲}=\sqrt{۲}k\frac{|q_۱q_۳|}{(\sqrt{۲}a)^۲}\Rightarrow\frac{|q_۲|}{a^۲}=\sqrt{۲}\frac{|q_۱|}{۲a^۲}$$

$$\Rightarrow |q_۱|=\sqrt{۲}\,|q_۲|\Rightarrow q_۱=-\sqrt{۲}q_۲\Rightarrow\frac{q_۱}{q_۲}=-\sqrt{۲}$$



اگر $q_۳$ را ناهم‌نام با $q_۲$ فرض می‌کردیم، هر یک از نیروهای وارد بر آن قرینه می‌شد و تفاوتی در محاسبات ایجاد نمی‌شد.

بنابراین پاسخ گزینهٔ ۴ است.

۵۳ - 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 $F_{۲۱}$ و $F_{۳۱}$ ظاهر می شوند وداریم :

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

$$F\cos\beta=F_{۲۱}\rightarrow F\times\frac{۸}{۱۰}=\frac{kq_۱q_۲}{۶^۲}\Rightarrow q_۲=\frac{۳۶\times ۰/۸F}{kq_۱}$$

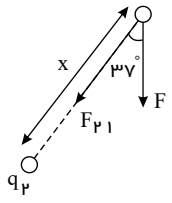
$$F\cos\alpha=F_{۳۱}\rightarrow F\times\frac{۶}{۱۰}=\frac{kq_۱q_۳}{۸^۲}\Rightarrow q_۳=\frac{۶۴\times ۰/۶F}{kq_۱}$$

$$\Rightarrow\frac{q_۲}{q_۳}=\frac{۳۶\times ۰/۸F}{۶۴\times ۰/۶F}=\frac{۳}{۴}$$

از آن جایی که $q_۲$ و $q_۳$ هر دو $q_۱$ را جذب کرده اند، پس هر دو هم نام اند.

۵۴ - گزینه ۳

$$x=۵\sin ۳۷^\circ=۵\times ۰/۶=۳cm$$



$$\cos ۳۷^\circ=\frac{F_{۲۱}}{F}\Rightarrow ۰/۸=\frac{\frac{k|q_۱q_۲|}{x^۲}}{F}\Rightarrow F=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۲\times ۱۰^{-۶}\times ۲۰\times ۱۰^{-۶}}{۰/۸\times(۳\times ۱۰^{-۲})^۲}=۵۰۰N$$

۵۵ - گزینه ۱ اگر نیروی $\vec{F}$ را روی اضلاع مثلث تجزیه کنیم، باتوجه به جهت نیروی $\vec{F}_{۳۱}$ و همچنین علامت بار $q_۳$، نتیجه می‌گیریم که $q_۱<۰$ خواهد بود و بنابراین باتوجه به جهت نیروی $\vec{F}_{۲۱}$، به‌سادگی $q_۲>۰$ به‌دست می‌آید. داریم:

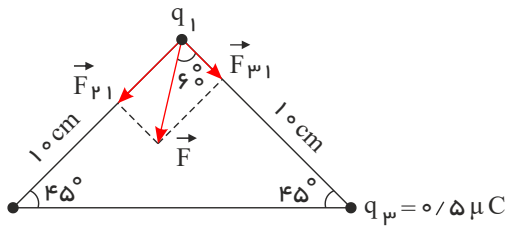
$$\cos ۶۰^\circ=\frac{F_{۳۱}}{F}\Rightarrow\frac{۱}{۲}=\frac{F_{۳۱}}{۹}\Rightarrow F_{۳۱}=۴/۵N$$

oxygen11_1_1_g

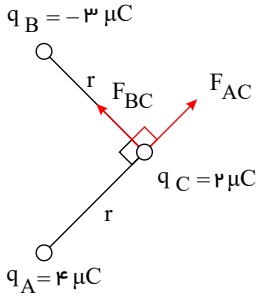
با استفاده از قانون کولن، داریم:

$$F_{۳۱}=k\frac{|q_۱||q_۳|}{r_{۳۱}^۲}\Rightarrow ۴/۵=۹\times ۱۰^۹\times\frac{|q_۱|\times ۰/۵\times ۱۰^{-۶}}{(۰/۱)^۲}$$

$$\Rightarrow |q_۱|=۱۰\times ۱۰^{-۶}C=۱۰\mu C\xrightarrow{q_۱<۰} q_۱=-۱۰\mu C$$



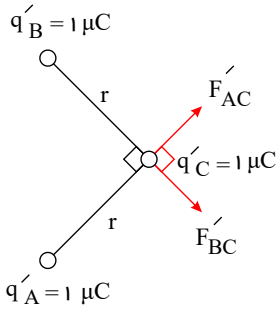
۵۶ - گزینه ۱ ابتدا نیروی برایند وارد بر q_C را قبل از اتصال کره‌ها حساب می‌کنیم (چون در آخر می‌خواهیم نسبت بگیریم مقدار k و r را جایگذاری نکرده و بارها را نیز برحسب μC قرار می‌دهیم)



$$\begin{cases}F_{AC}=\frac{kq_Aq_C}{r^۲}=\frac{k\times ۴\times ۲}{r^۲}=۸\frac{k}{r^۲}\\ F_{BC}=\frac{kq_Bq_C}{r^۲}=\frac{k\times ۳\times ۲}{r^۲}=۶\frac{k}{r^۲}\end{cases}\xrightarrow{\text{عمود برهمند } F_{BC},F_{AC}} F_T=\sqrt{(\frac{۸k}{r^۲})^۲+(\frac{۶k}{r^۲})^۲}=\frac{۱۰k}{r^۲}$$

پس از اتصال کره‌ها بار آنها یکسان شده و برابر با میانگین بارهای اولیه خواهد شد پس:

$$q'_A=q'_B=q'_C=\frac{-۳+۲+۴}{۳}=۱$$



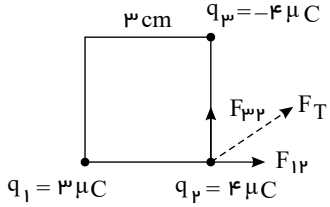
$$\begin{cases}F'_{AC}=\frac{k\times ۱\times ۱}{r^۲}=\frac{k}{r^۲}\\ F'_{BC}=\frac{k\times ۱\times ۱}{r^۲}=\frac{k}{r^۲}\end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{عمودند } F'_{AC},F'_{BC}} F'_T=\sqrt{(\frac{k}{r^۲})^۲+(\frac{k}{r^۲})^۲}=\frac{k}{r^۲}\sqrt{۲}$$

سوال نسبت این دو را خواسته پس:

$$\frac{F_T\text{ قبل از اتصال}}{F'_T\text{ بعد از اتصال}}=\frac{۱۰\frac{k}{r^۲}}{\sqrt{۲}\frac{k}{r^۲}}=\frac{۱۰}{\sqrt{۲}}=۱۰\frac{\sqrt{۲}}{۲}=۵\sqrt{۲}$$

۵۷ - گزینه ۱ ابتدا دو نیروی وارد بر بار $q_۲$ را رسم و سپس مقدار آن‌ها را حساب می‌کنیم.



$$|F_{۱۲}|=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۶}\times ۴\times ۱۰^{-۶}}{(۰/۰۳)^۲}=۱۲۰\ (N)$$

$$|F_{۳۲}|=\frac{kq_۲|q_۳|}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۴\times ۱۰^{-۶}\times ۴\times ۱۰^{-۶}}{(۰/۰۳)^۲}=۱۶۰\ (N)$$

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

$$F_T=\sqrt{F_{۳۲}^۲+F_{۱۲}^۲}=\sqrt{۱۲۰^۲+۱۶۰^۲}=۲۰۰\ (N)$$

۵۸ - گزینه ۴ طبق رابطهٔ قانون کولن $(F=\frac{kq_۱q_۲}{r^۲})$ تعداد نیرو با اندازهٔ هر بار رابطهٔ مستقیم دارد $(F\propto q)$ و با مجذور فاصله رابطهٔ عکس دارد $(F\propto\frac{۱}{r})$ بنابراین اگر نیروی دو بار q در

oxygen۱۱_۱_۱_g

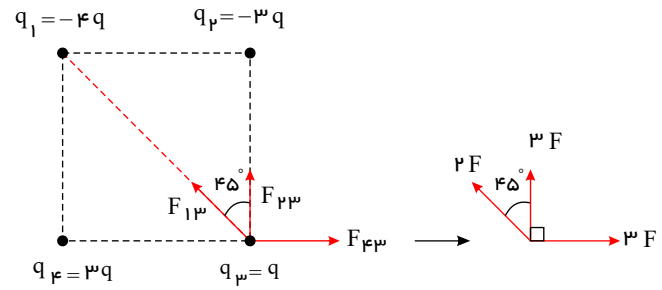
فاصلهٔ a برابر F باشد $F=\frac{kqq}{a^۲}$ آنگاه:

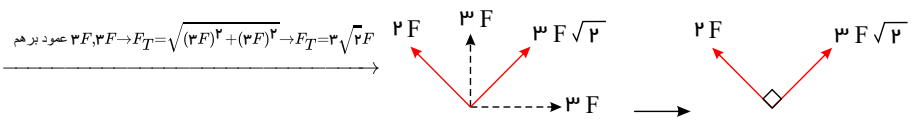
$$\xrightarrow[r_{۱۳}=\text{قطر مربع}=\sqrt{۲}a]{|q_۱|=۴q} F_{۱۳}=F\times ۴\times\frac{۱}{(\sqrt{۲})^۲}=۲F$$

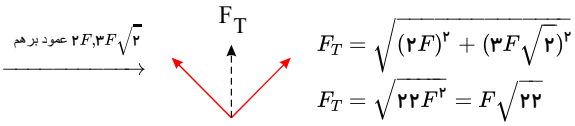
$$\xrightarrow[r_{۲۳}=a]{|q_۲|=۳q} F_{۲۳}=F\times ۳\times\frac{۱}{۱^۲}=۳F$$

$$\xrightarrow[r_{۴۳}=a]{|q_۴|=۳q} F_{۴۳}=F\times ۳\times\frac{۱}{۱^۲}=۳F$$

با توجه به نوع بارها برحسب نیروهای وارد بر $q_۳$ داریم:



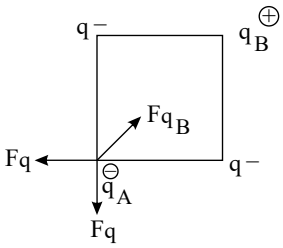




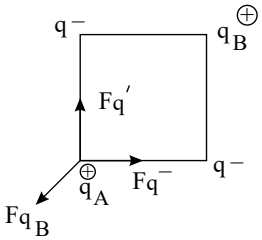
$$F_T=\sqrt{(۲F)^۲+(۳F\sqrt{۲})^۲}$$
$$F_T=\sqrt{۲۲F^۲}=F\sqrt{۲۲}$$

۵۹ - گزینه ۳

برای اینکه نیروی برآیند وارد بر بار q_A صفر شود باید نیروی q_B نیروهای بارهای q^- را خنثی کند پس اگر بار q_A منفی باشد و نیروی بین q_A و q^-ها دافعه باشد، q_B باید برخلاف آن‌ها q_A را جذب کند. پس q_A مثبت است.

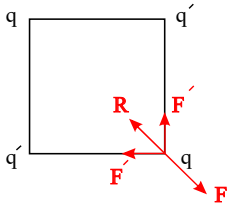


و اگر q_A مثبت باشد و نیروی بین q_A و q^-ها جاذبه است. پس q_B باز باید مثبت باشد تا q_A را دفع کند.



۶۰ - گزینه ۲ اگر طول ضلع مربع را برابر با a در نظر بگیریم، طول قطر آن برابر با $a\sqrt{۲}$ می‌شود. از طرف دیگر چون دو بار q هم علامت هستند، یک‌دیگر را با نیروی $\vec{F}$ می‌رانند، بنابراین برای آن که برایند نیروهای وارد بر هر بار q صفر شود، باید نیروی $\vec{R}$ از طرف دو بار q در خلاف $\vec{F}$ و هم‌اندازه با آن بر هر بار q وارد شود. نیروی $\vec{R}$ برایند نیروهای وارد از طرف بارهای q' است و باتوجه به جهت آن، نیروی بین بارهای q و q' باید ربایشی باشد. بنابراین بارهای q و q' ناهم‌نام هستند. با استفاده از قانون کولن، داریم:

$$F=k\frac{q^۲}{۲a^۲}$$



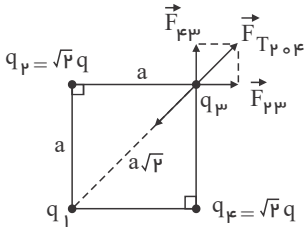
oxygen۱۱_۱_۱_g

$$F' = k\frac{|q||q'|}{a^۲} \Rightarrow R = ۲F'\cos(\frac{۹۰^\circ}{۲}) = ۲F' \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow R = F'\sqrt{۲}$$

شرط تعادل $R = F \Rightarrow \sqrt{۲}k\frac{|q||q'|}{a^۲} = k\frac{q^۲}{۲a^۲} \Rightarrow \frac{|q|}{|q'|} = ۲\sqrt{۲} \Rightarrow \frac{q}{q'} = -۲\sqrt{۲}$

۶۱ - گزینه ۱

باتوجه به این‌که بارهای $q_۲$، $q_۳$ و $q_۴$ همگی دارای علامت مثبت می‌باشند،



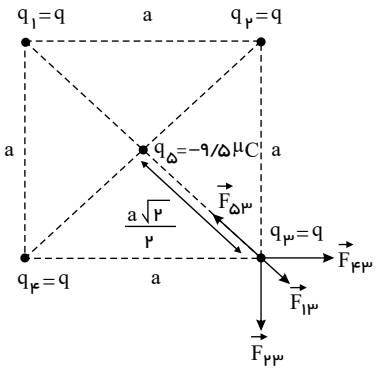
جهت نیروهای $\vec{F}_{۲۳}$، $\vec{F}_{۴۳}$ و $\vec{F}_{T_{۲,۴}}$ (که برایند $\vec{F}_{۲۳}$ و $\vec{F}_{۴۳}$ است) به‌صورت شکل مقابل می‌باشد. بنابراین علامت بار $q_۱$ باید منفی بوده و اندازهٔ آن به‌گونه‌ای تعیین شود که نیروی $\vec{F}_{۱۳}$ و $\vec{F}_{T_{۲,۴}}$ را خنثی کند.

$$\left.\begin{aligned} F_{۲۳} &= k\frac{|q_۲||q_۳|}{a^۲} = k\frac{\sqrt{۲}|q||q|}{a^۲} = \sqrt{۲}\frac{kq^۲}{a^۲} \\ F_{۴۳} &= k\frac{|q_۴||q_۳|}{a^۲} = k\frac{\sqrt{۲}|q||q|}{a^۲} = \sqrt{۲}\frac{kq^۲}{a^۲} \end{aligned}\right\} \Rightarrow F_{T_{۲,۴}} = \sqrt{F_{۲۳}^۲ + F_{۴۳}^۲} = ۲\frac{kq^۲}{a^۲}$$

$$F_{۱۳} = F_{T_{۲,۴}} \Rightarrow k\frac{|q_۱||q_۳|}{(a\sqrt{۲})^۲} = ۲k\frac{q^۲}{a^۲} \Rightarrow \frac{|q_۱|q}{۲a^۲} = \frac{۲q^۲}{a^۲} \Rightarrow |q_۱| = ۴q$$

۶۲ - گزینه ۱ یکی از بارهای واقع در رئوس مربع را در نظر می گیریم و نیروهای وارد بر آن را رسم می کنیم.

مطابق شکل، باید برایند نیروهای $\vec{F}_{۱۳}$ و $\vec{F}_{۲۳}$ و $\vec{F}_{۴۳}$ بتواند نیروی $\vec{F}_{۵۳}$ را خنثی کند. بنابراین باید بارهای مشابه q مثبت باشند. در این حالت داریم:



$$\begin{cases} q_۲ = q_۴ \\ r_{۲۳} = r_{۴۳} = a \end{cases} \Rightarrow F_{۴۳} = F_{۲۳} = k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^۲} \Rightarrow F_{۴۳} = F_{۲۳} = \frac{kq^۲}{a^۲}$$

$$F_{۱۳} = k\frac{|q_۱||q_۳|}{r_{۱۳}^۲} \xrightarrow{r_{۱۳}=a\sqrt{۲}} F_{۱۳} = \frac{kq^۲}{۲a^۲}$$

اکنون برایند $\vec{F}_{۴۳}$ و $\vec{F}_{۲۳}$ را حساب می کنیم و با $\vec{F}_{۱۳}$ که هم جهت با آن است. جمع می کنیم:

$$F' = \sqrt{F_{۲۳}^۲ + F_{۴۳}^۲} \xrightarrow{F_{۲۳}=F_{۴۳}} F' = \sqrt{۲}F_{۲۳} \Rightarrow F' = \sqrt{۲}\frac{kq^۲}{a^۲}$$

$$F'' = F' + F_{۱۳} \Rightarrow F'' = \sqrt{۲}\frac{kq^۲}{a^۲} + \frac{kq^۲}{۲a^۲} \Rightarrow F'' = \frac{kq^۲}{a^۲}(\sqrt{۲} + \frac{۱}{۲})$$

در آخر F'' را مساوی $F_{۵۳}$ قرار می‌دهیم:

$$F_{۵۳} = F'' \Rightarrow \frac{k|q_۵||q_۳|}{r_{۵۳}^۲} = F'' \xrightarrow[|q_۳|=q]{r_{۵۳}=\frac{a\sqrt{۲}}{۲}} \frac{k|q_۵| \times q}{\frac{a^۲}{۲}} = \frac{kq^۲}{a^۲}(\sqrt{۲} + \frac{۱}{۲})$$

$$\Rightarrow ۲|q_۵| = q(\sqrt{۲} + \frac{۱}{۲}) \xrightarrow[|q_۵|=۹/۵\mu C]{\sqrt{۲}=۱/۴} ۲ \times ۹/۵ = q(۱/۴ + ۰/۵) \Rightarrow ۱۹ = ۱/۹q \Rightarrow q = ۱۰\mu C$$

۶۳ - گزینه ۳ چون می‌خواهیم نیروها را مقایسه کنیم. از رابطهٔ $F = \frac{kq_۱q_۲}{r^۲}$ از مقدار k و تبدیل واحدها صرف‌نظر می‌کنیم و صرفاً رابطهٔ $\frac{q_۱q_۲}{r^۲}$ را بررسی می‌کنیم:

oxygen11_1_1_g

$q_۲$ ، $q_۱$ نیروی بین بارهای $\rightarrow \frac{q_۱q_۲}{r^۲}=\frac{۱\times ۳}{۸^۲}=\frac{۳}{۶۴}$

$q_۴$ ، $q_۱$ نیروی بین بارهای $\rightarrow \frac{q_۱q_۴}{r^۲}=\frac{۱\times ۴}{۶^۲}=\frac{۱}{۹}$

$q_۳$ ، $q_۱$ نیروی بین بارهای $\rightarrow \frac{q_۱q_۳}{r^۲}=\frac{۱\times ۲}{۱۰^۲}=\frac{۱}{۵۰}$

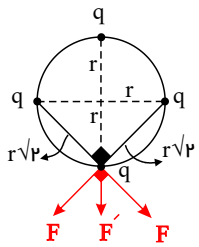
$q_۳$ ، $q_۲$ نیروی بین بارهای $\rightarrow \frac{q_۲q_۳}{r^۲}=\frac{۳\times ۲}{۶^۲}=\frac{۱}{۶}$

$q_۴$ ، $q_۲$ نیروی بین بارهای $\rightarrow \frac{q_۲q_۴}{r^۲}=\frac{۳\times ۴}{۱۰^۲}=\frac{۶}{۵۰}$

$q_۴$ ، $q_۳$ نیروی بین بارهای $\rightarrow \frac{q_۳q_۴}{r^۲}=\frac{۲\times ۴}{۸^۲}=\frac{۱}{۸}$

$$\Rightarrow \frac{F_{max}}{F_{min}}=\frac{F_{۲۳}}{F_{۱۳}}=\frac{\frac{۱}{۶}}{\frac{۱}{۵۰}}=\frac{۵۰}{۶}=\frac{۲۵}{۳}$$

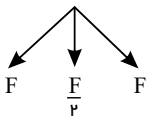
۶۴ - گزینه ۱ اگر شعاع دایره را r فرض کنیم، فاصله ی بارهای مجاور $r\sqrt{۲}$ می شود. بنابراین مقدار نیروهای وارد بر یکی از بارها (مثلاً بار پایینی) برابر خواهد شد با :



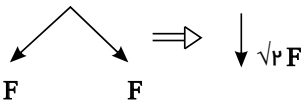
نیرویی که دو بار مجاور به‌هم وارد می کنند $F=\frac{kqq}{(r\sqrt{۲})^۲}=\frac{kq^۲}{۲r^۲}$

نیرویی که دو باری که روی قطر هستند به‌هم وارد می‌کنند $F'=\frac{kqq}{(۲r)^۲}=\frac{kq^۲}{۴r^۲}$

واضح است که $F'=\frac{F}{۲}$ ، پس داریم :



برای برآیند گیری ابتدا برآیند دوبردار عمود برهم F را حساب می کنیم :



دوبردار عمود برهم $F_T=\sqrt{F^۲+F^۲}=\sqrt{۲}F$

برآیند دو بردار $\frac{F}{۲}$ و $\sqrt{۲}F$ رو به پایین برابر است با:

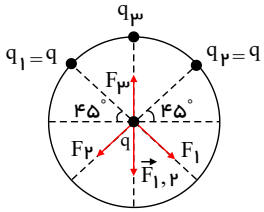
دو بردار هم جهت $F_T=\sqrt{۲}F+\frac{F}{۲}=F(\sqrt{۲}+\frac{۱}{۲})$

که این مقدار $(\frac{۱}{۲}+\sqrt{۲})$ برابر F است.

۶۵ - گزینه ۲

نیروی وارد بر q از طرف $q_۳$ باید به سمت بالا باشد تا بتواند برآیند $F_۱$ و $F_۲$ را که به سمت پایین است خنثی کند.

دو بار برابر $q_۱$ و $q_۲$ هر دو فاصلهٔ یکسانی تا q دارند (شعاع $=r$) بنابراین نیروی یکسانی به q وارد می‌کنند:



$$F_۱=F_۲=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}\rightarrow F_۱=F_۲=\frac{kq^۲}{r^۲}$$

زاویهٔ بین $F_۱$ و $F_۲$، ۹۰ درجه است بنابراین طبق قضیهٔ فیثاغورس داریم:

$$F_{۱,۲}=\sqrt{F_۱^۲+F_۲^۲}=\sqrt{F_۱^۲+F_۱^۲}=\sqrt{۲}F_۱=\sqrt{۲}F_۲=\sqrt{۲}\frac{kq^۲}{r^۲}$$

برای این‌که نیروی خالص وارد بر q صفر شود باید $\rightarrow F_۳=F_{۱,۲}$

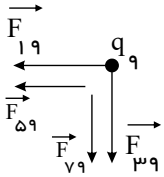
$$\rightarrow k\frac{|q_۳||q|}{r^۲}=\sqrt{۲}\frac{kq^۲}{r^۲}\rightarrow |q_۳|=\sqrt{۲}q$$

برای این‌که جهت $\vec{F}_۳$ به‌سمت بالا باشد باید بار $q_۳$ منفی باشد.

$$\rightarrow q_۳=-\sqrt{۲}q$$

oxygen۱۱_۱_۱_g

۶۶ - گزینه ۱ با توجه به شکل داده شده نیروهای $\vec{F}_{۸۹}$ و $\vec{F}_{۴۹}$ هم‌اندازه و خلاف جهت‌اند و برآیندشان صفر می‌شود، دو نیروی $\vec{F}_{۲۹}$ و $\vec{F}_{۶۹}$ نیز همین‌طور هستند.

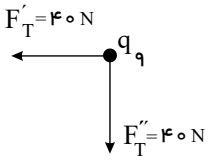


$$\left|\vec{F}_{۳۹}\right| = \left|\vec{F}_{۷۹}\right| = ۹\times ۱۰^{۹} \times \frac{۸\times ۱۰^{-۶}\times ۱\times ۱۰^{-۶}}{(۶\times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۲۰N$$

$$\left|\vec{F}_{۱۹}\right| = \left|\vec{F}_{۵۹}\right| = ۹\times ۱۰^{۹} \times \frac{۲\times ۱۰^{-۶}\times ۱\times ۱۰^{-۶}}{(۳\times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۲۰N$$

$$F'_T = F''_T = ۲۰ + ۲۰ = ۴۰N$$

$$\Rightarrow \left|\vec{F}_T\right| = \sqrt{۴۰^{۲} + ۴۰^{۲}} = ۴۰\sqrt{۲}N$$



حال اندازهٔ نیروی $\vec{F}_{۲۹}$ را محاسبه می‌کنیم:

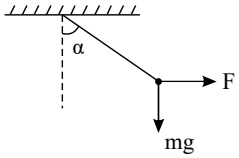
$$\left|\vec{F}_{۲۹}\right| = ۹\times ۱۰^{۹} \times \frac{۲\times ۱۰^{-۶}\times ۱\times ۱۰^{-۶}}{(۱\times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۱۸۰N$$

اکنون داریم:

$$\frac{\left|\vec{F}_T\right|}{\left|\vec{F}_{۲۹}\right|} = \frac{۴۰\sqrt{۲}}{۱۸۰} = \frac{۲\sqrt{۲}}{۹}$$

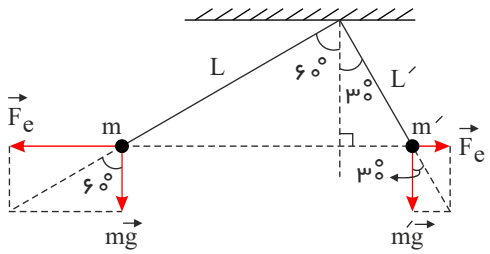
۶۷ - گزینه ۲ طبق قانون سوم نیوتن اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد شده به دو گلوله باهم برابر است و بنابراین هرچه گلوله سنگین‌تر باشد، کم‌تر منحرف می‌شود. از طرفی می دانیم اگر گلوله ی تحت اثر نیروی افقی F به اندازه ی α از حالت قائم منحرف شود. رابطه ی زیر برقرار است:

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



پس:

$$\left.\begin{aligned}\tan ۳۰^{\circ} &= \frac{F_e}{m'g} \Rightarrow F_e = m'g\times\frac{\sqrt{۳}}{۳}\\ \tan ۶۰^{\circ} &= \frac{F_e}{mg} \Rightarrow F_e = mg\times\sqrt{۳}\end{aligned}\right\} \Rightarrow m'g\frac{\sqrt{۳}}{۳} = mg\sqrt{۳} \Rightarrow m' = ۳m$$



۶۸ - گزینه ۲ بزرگی میدان به مقدار بار آزمون وابسته نیست چون طبق رابطهٔ $E = \frac{F}{q_۰}$ در صورت و مخرج ساده می‌شود: $q_۰$

$$E = \frac{\frac{kqq_۰}{r^{۲}}}{q_۰} = \frac{kq}{r^{۲}}$$

۶۹ - گزینه ۳ بررسی سایر گزینه‌ها:

نادرستی گزینهٔ «۱»: خطوط میدان هیچ‌گاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

نادرستی گزینهٔ «۲»: فقط در میدان الکتریکی یکنواخت، خط‌های میدان هم‌جهت هستند.

نادرستی گزینهٔ «۴»: بزرگی میدان الکتریکی به تراکم خطوط بستگی دارد و ربطی به جهت حرکت ندارد.

۷۰ - گزینه ۲ طبق رابطهٔ $F = E|q|$ باتوجه به شکل، $E_A > E_C > E_B$. پس $F_A > F_C > F_B$

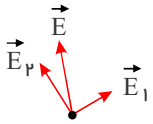
۷۱ - گزینه ۱ می دانیم خطوط میدان الکتریکی همواره از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شوند. بنابراین بار الکتریکی $q_۱$ مثبت و بارالکتریکی $q_۲$ منفی خواهد بود.

oxygen۱۱_۱_۱_g

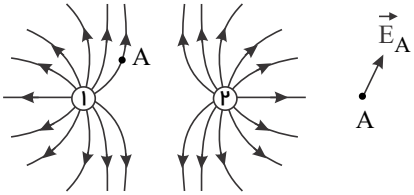
از طرفی تراکم خطوط میدان الکتریکی در هر ناحیه از فضا بیانگر بزرگی میدان الکتریکی است. با توجه به شکل، چون تراکم در اطراف بار الکتریکی q_1 بیشتر است. بنابراین $|q_1| > |q_2|$

۷۲ - گزینه ۲

باتوجه به بردارهای $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$، مشخص است که q_1 و q_2 هر دو مثبت هستند. چون $\vec{E}$ به $\vec{E}_2$ نزدیک‌تر است، اندازهٔ q_2 بزرگ‌تر است.



۷۳ - گزینه ۳ باتوجه به تراکم و جهت خطوط میدان درمی‌یابیم که قبل از اتصال دو کره، بار کرهٔ «۱» منفی و بار کرهٔ «۲» مثبت بوده و اندازهٔ بار کرهٔ «۲» از اندازهٔ بار کرهٔ «۱» بیش‌تر است. بنابراین پس از اتصال دو کره و تعادل بارها، هر دو کره دارای بار مثبت و هم‌اندازه می‌شوند و خطوط میدان در اطراف دو کره با بار مثبت مطابق شکل است و همان‌طور که می‌دانیم بردار میدان در هر نقطه برداری است مماس بر خط میدان در آن نقطه و هم‌جهت با آن.

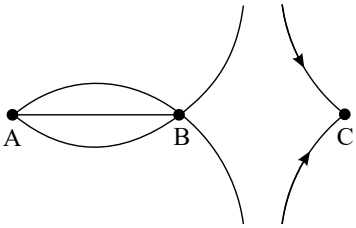


۷۴ - گزینه ۳ با توجه به شکل، q_2 بار مثبت با اندازهٔ بزرگ‌تر و q_1 بار کوچک‌تر و منفی است. پس از تماس، هر دو کره دارای بار مثبت و هم‌اندازه می‌شوند.

۷۵ - گزینه ۳ خطوط میدان الکتریکی همواره از بار مثبت خارج به بار منفی وارد می‌شوند: در این شکل چون خطوط میدان الکتریکی از D خارج شده‌اند، پس D بار مثبت دارد، از طرفی خطوط میدان الکتریکی C و D از یکدیگر دور شده‌اند یعنی C و D یکدیگر را می‌رانند، پس C و D با یکدیگر همنام و دارای بار مثبت‌اند. و همچنین چون C و B تشکیل دو قطبی داده‌اند یعنی یکدیگر را می‌ربایند پس دارای بارهای ناهم‌نامند یعنی B بار منفی دارد و از آن‌جا که خطوط میدان B و A از یکدیگر دور می‌شوند پس B با A نیز دارای بار منفی است.

۷۶ - گزینه ۲

باتوجه به شکل روبه‌رو خطوط میدان به بار C وارد می‌شوند و بار C منفی است و بار B نیز هم‌نام با بار C و منفی و بار A ناهم‌نام با بار B و مثبت است.



باتوجه به این‌که گوی A از جنس سرب است و بار مثبت دارد، مادهٔ x نمی‌تواند از جنس پشم، نایلون، شیشه و موی انسان باشد و گزینهٔ ۴ نادرست است.

گوی B نیز از جنس آلومینیوم است و بار منفی دارد. در نتیجه مادهٔ y نمی‌تواند از جنس کاغذ، کتان، برنج، لاستیک و تفلون باشد و گزینهٔ ۱ نیز نادرست است.

همچنین گوی C از جنس برنج است و بار منفی دارد. بنابراین مادهٔ zنمی‌تواند از جنس لاستیک و تفلون باشد و گزینهٔ ۳ نیز نادرست است.

پس پاسخ گزینهٔ ۲ است.

۷۷ - گزینه ۲

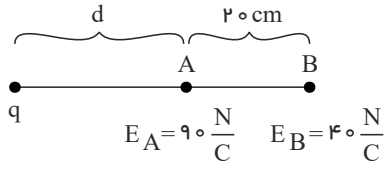
$$E = \frac{k|q|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 1/6 \times 10^{-19}}{(10^{-11})^2} = 1/44 \times 10^{13} N/C$$

۷۸ - گزینه ۴

$$\frac{E'}{E} = (\frac{r}{r'})^2 \Rightarrow \frac{64}{100} = (\frac{10}{10+x})^2 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{8}{10} = \frac{10}{10+x} \Rightarrow x = 2/5cm$$

۷۹ - گزینه ۱ با توجه به رابطهٔ بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذرهٔ باردار $E = \frac{k|q|}{r^2}$ ، اندازهٔ میدان در یک نقطهٔ معین با مربع فاصله آن نقطه تا بار رابطهٔ عکس دارد، بنابراین داریم:

$$\frac{E_A}{E_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{90}{40} = \left(\frac{20+d}{d}\right)^2 \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{20+d}{d}$$
$$\Rightarrow d = 40cm$$



با توجه به رابطهٔ بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A داریم:

$$E_A = k\frac{|q|}{d^2} \Rightarrow 90 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q|}{(40 \times 10^{-2})^2}$$
$$\Rightarrow |q| = 16 \times 10^{-10} C = 1/6 \times 10^{-9} C = 1/6 nC$$

۸۰ - گزینه ۱ با استفاده از رابطهٔ بزرگی میدان الکتریکی ناشی از بار الکتریکی نقطه‌ای، داریم:

$$E = k\frac{|q|}{r^2}$$

oxygen11_1_1_g

$$\frac{E_۲}{E_۱}=\frac{|q_۲|}{|q_۱|}\times(\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \xrightarrow[r_۲=۱٫۲۵r_۱]{q_۲=۰٫۸q_۱} \frac{E_۲}{E_۱}=\frac{۰٫۸}{۱}\times(\frac{۱}{۱٫۲۵})^۲ \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱}=\frac{۶۴}{۱۲۵}$$

۸۱ - گزینه ۳ اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطهٔ A دو برابر شده است. باتوجه به ثابت بودن فاصلهٔ A تا محل بار الکتریکی، نتیجه می‌گیریم اندازهٔ بار الکتریکی در حالت دوم، ۲ برابر اندازهٔ بار الکتریکی در حالت اول است.

$$|q_۲|=۲\,|q_۱| \Rightarrow |Q+q|=۲\,|q| \Rightarrow \begin{cases} Q+q=+۲q \Rightarrow Q=+q=+۲\mu C \\ Q+q=-۲q \Rightarrow Q=-۳q=-۶\mu C \end{cases}$$

پس اندازهٔ بار Q ممکن است ۲ یا ۶ میکروکولن باشد و پاسخ گزینهٔ ۳ است.

توجه: چون در مورد جهت میدان الکتریکی نهایی فرضی وجود ندارد، میدان الکتریکی نهایی ممکن است هم‌سو یا ناهم‌سو با میدان الکتریکی اولیه باشد و به همین دلیل بار الکتریکی اضافه شده (Q) می‌تواند هم‌نام یا ناهم‌نام با بار الکتریکی اولیه (q) باشد و سؤال دو جواب برای Q دارد.

۸۲ - گزینه ۱ همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود تفاضل بزرگی میدان الکتریکی در فواصل ۲ و ۵ متری از بار، برابر $۴۲۰\frac{N}{C}$ است. لذا داریم:

$$E=k\frac{|q|}{r^۲} \rightarrow E_۲-E_۵=۴۲۰ \rightarrow k\frac{|q|}{۴}-k\frac{|q|}{۲۵}=۴۲۰$$

$$۲۱k\,|q|=۴۲\times۱۰^۳ \rightarrow k\,|q|=۲\times۱۰^۳\frac{N\cdot m^۲}{C}$$

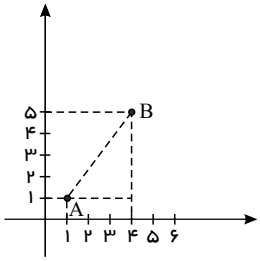
اندازهٔ میدان در فاصلهٔ ۴ متری از بار برابر است با:

$$E_۴=k\frac{|q|}{۱۶} \xrightarrow{k|q|=۲\times۱۰^۳} E_۴=\frac{۲۰۰۰}{۱۶}=۱۲۵\frac{N}{C}$$

۸۳ - گزینه ۲ باتوجه به شکل، r طول وتر مثلث قائم‌الزاویه‌ای به اضلاع $۳m$ و $۴m$ است.

$$r^۲=۳^۲+۴^۲=۲۵ \Rightarrow r=۵m$$

$$E=\frac{k\,|q|}{r^۲}=\frac{(۹\times۱۰^۹)\times(۲٫۵\times۱۰^{-۶})}{۲۵}=۹۰۰\frac{N}{C}$$



با تجزیهٔ بردار E به مولفه‌هایش داریم:

$$\begin{cases} E_x=-E\cos\theta \\ E_y=-E\sin\theta \end{cases}$$

$$\sin\theta=\frac{|y_B-y_A|}{r}=\frac{۴}{۵}=۰٫۸\ ,\ \cos\theta=\frac{|x_B-x_A|}{r}=\frac{۳}{۵}=۰٫۶$$

$$E_x=-E\cos\theta=-۹۰۰\times۰٫۶=-۵۴۰\frac{N}{C}$$

$$E_y=-E\sin\theta=-۹۰۰\times۰٫۸=-۷۲۰\frac{N}{C}$$

$$\vec{E}=E_x\vec{i}+E_y\vec{j} \Rightarrow \vec{E}=-۵۴۰\vec{i}-۷۲۰\vec{j}(\frac{N}{C})$$

۸۴ - گزینه ۴

$$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q'}=\frac{(۸\vec{i}-۶\vec{j})\times۱۰^{-۶}}{-۲\times۱۰^{-۹}}=(-۴\vec{i}+۳\vec{j})\times۱۰^۳\frac{N}{C}$$

نکته: هرگاه مسائل را برداری حل می کنیم باید بار الکتریکی را با رعایت علامت آن در رابطه جای گذاری کنیم، چون بار منفی جهت بردار را قرینه می کند.

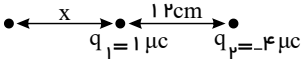
۸۵ - گزینه ۱ ابتدا برایند میدان الکتریکی را در نقطه‌ی مورد نظر به‌دست می‌آوریم:

$$\vec{E}=\vec{E}_۱+\vec{E}_۲ \Rightarrow \vec{E}=۸\vec{i}+۷\vec{j}+۴\vec{i}+۹\vec{j}=۱۲\vec{i}+۱۶\vec{j}$$

حال بنا به رابطه‌ی $\vec{F}=\vec{E}q$ می‌توان نوشت:

$$\vec{F}=(۱۲\vec{i}+۱۶\vec{j})\times۲=۲۴\vec{i}+۳۲\vec{j}$$

۸۶ - گزینه ۴ چون دو بار ناهم‌نام هستند، میدان در خارج آن‌ها و نزدیک بار کوچک‌تر صفر می‌شود. خواهیم داشت:



$$E_۱=E_۲$$

$$\frac{\cancel{k}\,q_۱}{x^۲}=\frac{\cancel{k}\,q_۲}{(۱۲+x)^۲} \Rightarrow \frac{۱}{x^۲}=\frac{۴}{(۱۲+x)^۲} \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{x}=\frac{۲}{۱۲+x}$$

$$\Rightarrow ۲x=۱۲+x \Rightarrow x=۱۲cm$$

باتوجه به اینکه نزدیک بار $q_۱$ میدان صفر می‌شود، پس فاصله از $q_۲$ برابر $۲۴cm$ می‌باشد.

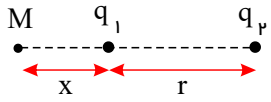
۸۷ - گزینه ۴ باتوجه به شکل خط‌های میدان الکتریکی، بارهای $q_۱$ و $q_۲$ ناهم‌نام هستند (چون خطوط آن ها به هم رسیده و یکدیگر را دفع کرده اند) از طرفی چون اولاً تراکم خطوط میدان در اطراف بار $q_۲$ بیشتر است . پس اندازه‌ی بار $q_۱$ کوچک‌تر از اندازه‌ی بار $q_۲$ است. و همچنین می‌دانیم که میدان الکتریکی برایند برای دو بار الکتریکی ناهم‌نام، روی امتداد خط واصل آن‌ها و در خارج از فاصله‌ی بین دو بار و نزدیک به بار با اندازه‌ی کوچک‌تر می‌تواند صفر شود. بنابراین داریم:

oxygen۱۱_۱_۱_g

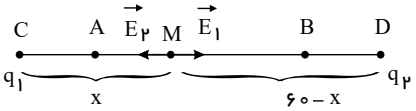
$E_M = ۰ \Rightarrow$ میدان های مساوی و خلاف جهت $E_۱ = E_۲ \Rightarrow k\frac{|q_۱|}{x^۲} = k\frac{|q_۲|}{(r+x)^۲} \Rightarrow \frac{q_۱}{x^۲} = \frac{۹q_۱}{(r+x)^۲}$

$\Rightarrow \frac{۱}{x^۲} = \frac{۹}{(r+x)^۲} \Rightarrow ۹x^۲ = (r+x)^۲ \Rightarrow ۳x = r + x \xrightarrow{r=۱۲cm} x = ۶cm$

فاصله از بار $q_۲ = r + x = ۱۲ + ۶ = ۱۸cm$



۸۸ - گزینه ۳ ابتدا نقطه‌ای که در آن‌جا میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارها صفر می‌شود را می‌یابیم. شرط صفرشدن برآیند این است که $E_۱ = E_۲$



فرض می‌کنیم در نقطهٔ M که از $q_۱$ به اندازهٔ x فاصله دارد، میدان برآیند صفر شود.

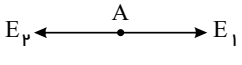
$E_۱ = E_۲ \rightarrow k\frac{|q_۱|}{x^۲} = k\frac{|q_۲|}{(۶۰-x)^۲}$

$\rightarrow \frac{۱}{x^۲} = \frac{۴}{(۶۰-x)^۲} \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{x} = \frac{۲}{۶۰-x} \rightarrow ۶۰ - x = ۲x \rightarrow x = ۲۰cm$

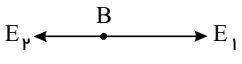
(توجه کنید چون رابطه مقایسه‌ای است، یکاهای qها و همچنین rها کافیست یکسان باشد.)

بنابراین میدان از A تا M کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد و از M تا B افزایش می‌یابد.

۸۹ - گزینه ۲



$E_۲ = E_۱ \Rightarrow \frac{kq_۲}{۱۰^۲} = \frac{kq_۱}{۵^۲} \Rightarrow \frac{q_۲}{q_۱} = ۴$ (۱)

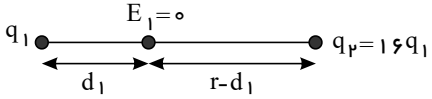


$E_۲ - E_۱ = ۵/۴ \times ۱۰^۶ \Rightarrow \frac{kq_۲}{(۵\times۱۰^{-۲})^۲} - \frac{kq_۱}{(۱۰\times۱۰^{-۲})^۲} = ۵/۴\times۱۰^۶$

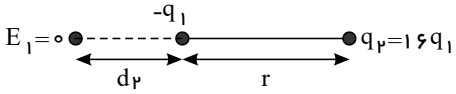
$\xrightarrow{(۱)} \frac{۹\times۱۰^۹\times q_۲}{۲۵\times۱۰^{-۴}} - \frac{۹\times۱۰^۹\times\frac{q_۲}{۴}}{۱۰۰\times۱۰^{-۴}} = ۵/۴\times۱۰^۶$

$\rightarrow q_۲ = ۱/۶\times۱۰^{-۶}C = ۱/۶\mu C$

۹۰ - گزینه ۱ اگر دو بار هم‌نام باشند، میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی خط واصل دو بار بین دو بار و نزدیک‌تر به بار با اندازهٔ کوچک‌تر صفر می‌شود و اگر دو بار ناهم‌نام باشند، میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی خط واصل دو بار، خارج دو بار و نزدیک‌تر به بار به اندازهٔ کوچکتر صفر می‌شود. بنابراین داریم:



$\frac{q_۱}{d_۱^۲} = \frac{q^۲}{(r-d_۱)^۲} \Rightarrow \frac{q_۱}{d_۱^۲} = \frac{۱۶q_۱}{(r-d_۱)^۲} \Rightarrow \frac{۱}{d_۱} = \frac{۴}{r-d_۱} \Rightarrow r - d_۱ = ۴d_۱ \Rightarrow d_۱ = \frac{r}{۵}$ (۱)

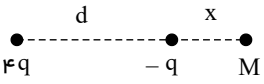


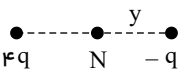
$\frac{q_۱}{d_۲^۲} = \frac{q_۲}{(r+d_۲)^۲} \Rightarrow \frac{q_۱}{d_۲^۲} = \frac{۱۶q_۱}{(r+d_۲)^۲} \Rightarrow \frac{۱}{d_۲} = \frac{۴}{r+d_۲} \Rightarrow r + d_۲ = ۴d_۲ \Rightarrow d_۲ = \frac{r}{۳}$ (۲)

$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{d_۲}{d_۱} = \frac{\frac{r}{۳}}{\frac{r}{۵}} = \frac{۵}{۳}$

oxygen11_1_1_g

۹۱ - گزینه ۳





$$\frac{\not{q}}{x^۲}=\frac{۴\not{q}}{(d+x)^۲}\xrightarrow{\text{جذر}}\frac{۱}{x}=\frac{۲}{d+x}\Rightarrow x=d$$

$$\frac{\not{q}}{y^۲}=\frac{۴\not{q}}{(d-y)^۲}\xrightarrow{\text{جذر}}\frac{۱}{y}=\frac{۲}{d-y}\Rightarrow y=\frac{d}{۳}$$

خواستهٔ سؤال: $x+y=\frac{۴d}{۳}$

تذکر: دقت کنید اندازهٔ میدان حاصل از دو بار در سمت چپ بار $۴q$ نمی‌تواند برابر شود. چون قطعاً میزان میدان بار $۴q$ بیشتر از میدان بار $q-$ خواهد بود.

۹۲ - گزینه ۳ ابتدا بردار میدان الکتریکی ناشی از بارهای $q_۱$ و $q_۳$ را در نقطهٔ O محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$E_۱=k\frac{|q_۱|}{r_۱^۲}=۹\times ۱۰^۹\times\frac{۸\times ۱۰^{-۹}}{(۰/۳)^۲}\Rightarrow E_۱=۸۰۰\frac{N}{C}\Rightarrow\vec{E}_۱=۸۰۰\vec{i}$$

$$E_۳=k\frac{|q_۳|}{r_۳^۲}=۹\times ۱۰^۹\times\frac{۲\times ۱۰^{-۹}}{(۰/۱)^۲}\Rightarrow E_۳=۱۸۰۰\frac{N}{C}\Rightarrow\vec{E}_۳=-۱۸۰۰\vec{i}$$

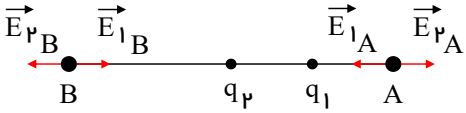
میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ O برابر است با:

$$\vec{E}_O=\vec{E}_۱+\vec{E}_۲+\vec{E}_۳\Rightarrow ۱۰۰\vec{i}=۸۰۰\vec{i}+\vec{E}_۲+(-۱۸۰۰)\vec{i}\Rightarrow\vec{E}_۲=۱۱۰۰\vec{i}$$

با توجه به جهت $\vec{E}_۲$، بار $q_۲$ مثبت و اندازهٔ آن برابر است با:

$$E_۲=k\frac{|q_۲|}{r_۲^۲}\Rightarrow ۱۱۰۰=۹\times ۱۰^۹\times\frac{|q_۲|}{(۰/۲)^۲}\Rightarrow|q_۲|=\frac{۴۴}{۹}\times ۱۰^{-۹}C\Rightarrow q_۲=\frac{۴۴}{۹}nC$$

۹۳ - گزینه ۴ ابتدا میدان های ناشی از دو بار را در نقاط A , B به‌دست می‌آوریم:



$$E_{۱A}=\frac{kq}{r^۲}$$
$$E_{۱B}=\frac{kq}{۹r^۲}$$
$$E_{۲A}=\frac{k۲q}{۴r^۲}=\frac{kq}{۲r^۲}$$
$$E_{۲B}=\frac{k۲q}{۴r^۲}=\frac{kq}{۲r^۲}$$

اکنون با توجه به جهت میدان‌ها در هر نقطه میدان برایند را محاسبه می‌کنیم:

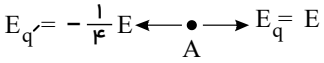
$$E_A=|E_{۱A}-E_{۲A}|=|\frac{kq}{r^۲}-\frac{kq}{۲r^۲}|=\frac{kq}{۲r^۲}$$

$$E_B=|E_{۱B}-E_{۲B}|=|\frac{kq}{۹r^۲}-\frac{kq}{۲r^۲}|=\frac{۷kq}{۱۸r^۲}$$

بنابراین می‌توان گفت:

$$\frac{E_B}{E_A}=\frac{\frac{۷kq}{۱۸r^۲}}{\frac{kq}{۲r^۲}}=\frac{۱۴}{۱۸}=\frac{۷}{۹}$$

۹۴ - گزینه ۲ با فرض مثبت بودن q داریم:



طبق شکل: $E_q=۴E_{q'}$

$$\frac{q}{x^۲}=۴\times\frac{q'}{(۴x)^۲}\Rightarrow\frac{q'}{q}=۴$$

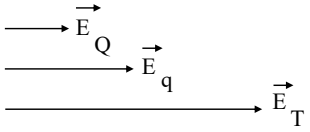
۹۵ - گزینه ۳ با حذف بار q، در نقطهٔ O تنها میدان حاصل از بار Q را داریم بنابراین میدان برآیند همان میدان حاصل از Q است:

$$E_Q=۵۰\frac{N}{C}$$

دو حالت وجود دارد:

oxygen11_1_1_g

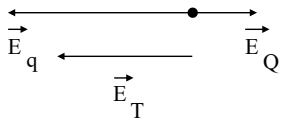
۱) اگر $\vec{E}_q$ و $\vec{E}_Q$ هم‌جهت باشند: (در این‌صورت یکی از بارها مثبت و دیگری منفی است.)



$$E_T = E_Q + E_q \rightarrow ۲۰۰ = ۵۰ + E_q \rightarrow E_q = ۱۵۰\frac{N}{C}$$

چون $E_q > E_Q$ است باتوجه به فاصلهٔ یکسان هر دو بار از نقطهٔ O، نتیجه می‌گیریم: $|q| > |Q|$

۲) اگر $\vec{E}_q$ و $\vec{E}_Q$ در خلاف جهت هم باشند. (دراین‌صورت علامت دو بار یکسان است.)



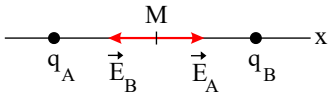
$$E_T = E_q - E_Q \rightarrow ۲۰۰ = E_q - ۵۰ \rightarrow E_q = ۲۵۰\frac{N}{C}$$

باز هم $E_q > E_Q$ شد بنابراین $|q| > |Q|$

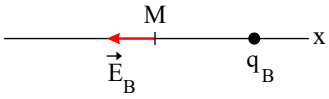
چون هر دو حالت امکان‌پذیر است در مورد هم‌نام یا ناهم‌نام بودن بارها نمی‌توانیم با قطعیّت صحبت کنیم ولی در هر دو حالت نتیجه گرفتیم $|q|$ از $|Q|$ بزرگ‌تر است.

۹۶ - گزینه ۳ بعد از خنثی شدن بار q_A جهت میدان الکتریکی در فاصله‌ی بین دو بار تغییر می‌کند، پس دو بار هم‌نام هستند. فرض می‌کنیم دو بار مثبت باشند.

حالت اول : $\vec{E}_T = \vec{E}_A + \vec{E}_B = ۲\vec{E} \quad (I)$



حالت دوم : $\vec{E}_T = \vec{E}_B = -۳\vec{E} \quad (II)$



$$(I),(II) \Rightarrow \vec{E}_A - ۳\vec{E} = ۲\vec{E} \Rightarrow \vec{E}_A = ۵\vec{E}$$

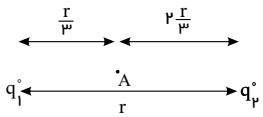
$$E = k\frac{|q|}{r^۲} \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \left|\frac{q_B}{q_A}\right|(\frac{r_A}{r_B})^۲ \Rightarrow \frac{۳E}{۵E} = \left|\frac{q_B}{q_A}\right| \times ۱ \Rightarrow \left|\frac{q_B}{q_A}\right| = \frac{۳}{۵}$$

چون $\vec{E}_A = ۵\vec{E}$ و $\vec{E}_B = -۳\vec{E}$، بنابراین میدان حاصل از هر بار، در بین دو بار، خلاف جهت هم شده است، پس باید دو بار هم‌نام باشند. بنابراین:

$$\frac{q_B}{q_A} = \frac{۳}{۵}$$

۹۷ - گزینه ۲

ابتدا یک شکل می کشیم.



می‌دانیم در حالت اوّل: $\vec{E} = \vec{E}_۱ + \vec{E}_۲$

و پس از حذف بار $q_۱$، فقط میدان بار $q_۲$ باقی می‌ماند بنابراین $\vec{E}_۲ = \frac{\vec{E}}{۴}$، حالا با جایگذاری در رابطهٔ قبلی داریم:

$$\vec{E} = \vec{E}_۱ + \vec{E}_۲ \Rightarrow \vec{E} = \vec{E}_۱ + \frac{\vec{E}}{۴} \Rightarrow \vec{E}_۱ = \frac{۳\vec{E}}{۴}$$

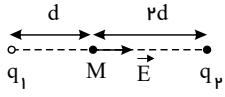
حال طبق رابطهٔ $E = \frac{kq}{r^۲}$ برای مقایسهٔ دو میدان داریم:

$$\frac{E_۲}{E_۱} = \frac{q_۲}{q_۱} \times (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \rightarrow \frac{\frac{E}{۴}}{\frac{۳E}{۴}} = \frac{q_۲}{q_۱} \times (\frac{\frac{r}{۳}}{\frac{۲r}{۳}})^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{q_۲}{q_۱} \times \frac{۱}{۴} \Rightarrow \frac{q_۲}{q_۱} = \frac{۴}{۳}$$

از طرفی چون میدان هر دو بار در دو نقطهٔ A هم‌جهت است.

۹۸ - گزینه ۲

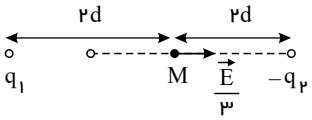
فرض می‌کنیم هر دو بار مثبت باشند.



$$E_۱ - E_۲ = E \Rightarrow \frac{kq_۱}{d^۲} - \frac{kq_۲}{(۲d)^۲} = E \Rightarrow \frac{k}{d^۲}(q_۱ - \frac{q_۲}{۴}) = E \quad (I)$$

oxygen11_1_1_g

$q_۲$ در این حالت میدان خالص، از جمع دو میدان $q_۱$ و



$$E_۱ + E_۲ = \frac{E}{۳} \Rightarrow \frac{kq_۱}{(۲d)^۲} + \frac{kq_۲}{(۲d)^۲} = \frac{E}{۳} \xrightarrow{(I)} \frac{k}{d^۲}(\frac{q_۱}{۴} + \frac{q_۲}{۴}) = \frac{۱}{۳}[\frac{k}{d^۲}(q_۱ - \frac{q_۲}{۴})] \Rightarrow q_۱ = ۴q_۲$$

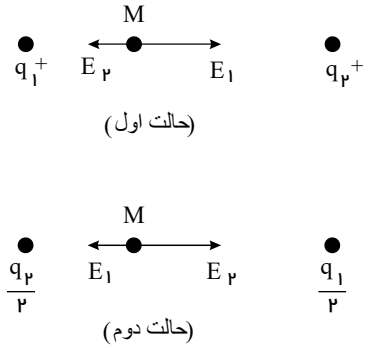
۹۹ - گزینه ۳ چون پس از جابه‌جا شدن دوباره، جهت میدان خالص در نقطهٔ M تغییری نمی‌کند، نتیجه می‌گیریم دو بار هم‌نام بوده‌اند. (مثلاً هر دو مثبت)

$$E_۱ - E_۲ = E \Rightarrow \frac{kq_۱}{r^۲} - \frac{kq_۲}{۴r^۲} = E \qquad (I)$$

$$E_۲ - E_۱ = \frac{E}{۲} \Rightarrow \frac{k\frac{q_۲}{۲}}{r^۲} - \frac{k\frac{q_۱}{۲}}{۴r^۲} = \frac{E}{۲}$$

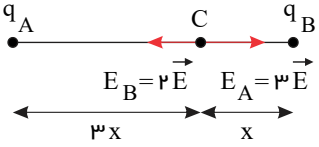
$$\Rightarrow \frac{kq_۲}{r^۲} - \frac{kq_۱}{۴r^۲} = E \qquad (II)$$

$$\xrightarrow{(I)\ ,\ (II)} q_۱ = q_۲ \Rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = ۱$$



۱۰۰ - گزینه ۱ اگر میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_A و q_B را در نقطه‌ی C با E_A و E_B نشان دهیم، داریم:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{حالت اوّل} & \vec{E}_A + \vec{E}_B = \vec{E} \\ ۲- = \vec{E}_B + \text{حالت دوم}\vec{E} & \end{array}\right\} \Rightarrow \vec{E}_A - ۲\vec{E} = \vec{E} \Rightarrow \vec{E}_A = ۳\vec{E} \Rightarrow \frac{\vec{E}_A}{\vec{E}_B} = \frac{۳}{۲}$$



چون در فاصلهٔ بین دو بار (نقطه ی C) هر دو میدان خلاف جهت هم بوده‌اند $\left(\begin{array}{l}\vec{E}_B = -۲\vec{E} \\ \vec{E}_A = +۳\vec{E}\end{array}\right)$ بنابراین بارها هم نام اند و از طرفی با استفاده از رابطه‌ی بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک بار نقطه‌ای داریم:

$$E = k\frac{|q|}{r^۲} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \left|\frac{q_A}{q_B}\right| \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۳}{۲} = \left|\frac{q_A}{q_B}\right| \times \left(\frac{x}{۳x}\right)^۲$$

$$\Rightarrow \left|\frac{q_A}{q_B}\right| = \frac{۲۷}{۲} \Rightarrow \frac{q_A}{q_B} = \frac{۲۷}{۲}$$

۱۰۱ - گزینه ۲

$$F_{۱۲} = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲} \Rightarrow ۰/۸ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۲ \times ۱۰^{-۶} \times q_۲}{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} \Rightarrow q_۲ = ۴ \times ۱۰^{-۶} C$$

$$\left.\begin{array}{l} E_۱ = \frac{kq_۱}{r^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۳ \times ۱۰^{-۶}}{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۳ \times ۱۰^۵ N/C \\ E_۲ = \frac{kq_۲}{r^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۴ \times ۱۰^{-۶}}{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۴ \times ۱۰^۵ N/C \end{array}\right\}$$

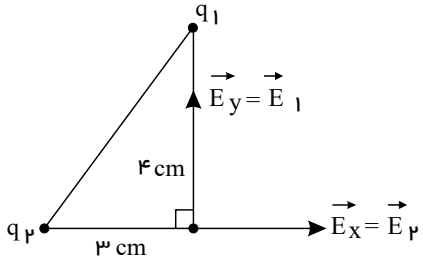
$$\xrightarrow[\text{عمود بر هم}]{E_۲, E_۱} E_T = ۱۰^۵\sqrt{۳^۲ + ۴^۲} = ۵ \times ۱۰^۵ N/C$$

۱۰۲ - گزینه ۴ چون $\vec{E} = (۳\vec{i} + ۴\vec{j}) \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}$ است، لذا $\vec{E}_۲ = \vec{E}_x = ۳ \times ۱۰^۵ \vec{i}(\frac{N}{C})$ و $\vec{E}_۱ = \vec{E}_y = ۴ \times ۱۰^۵ \vec{j}(\frac{N}{C})$ می‌باشد. بنابراین باتوجه به شکل زیر $q_۱ < ۰$ و $q_۲ > ۰$ است؛ لذا $\frac{q_۱}{q_۲} < ۰$ می‌باشد. از طرف دیگر طبق رابطه $E = k\frac{|q|}{r^۲}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{E_۱}{E_۲} = \frac{|q_۱|}{|q_۲|} \times (\frac{r_۲}{r_۱})^۲ \xrightarrow[E_۱ = ۴ \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}\ ,\ E_۲ = ۳ \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}]{r_۱ = ۴cm\ ,\ r_۲ = ۳cm} \frac{۴ \times ۱۰^۵}{۳ \times ۱۰^۵} = \frac{|q_۱|}{|q_۲|} \times (\frac{۳}{۴})^۲ \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \frac{|q_۱|}{|q_۲|} \times \frac{۹}{۱۶}$$

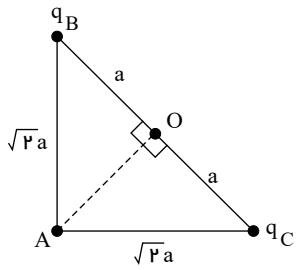
oxygen11_1_1_g

$$\Rightarrow \frac{|q_۱|}{|q_۲|} = \frac{۶۴}{۲۷} \xrightarrow{q_۱<۰\ ,\ q_۲>۰} \frac{q_۱}{q_۲} = -\frac{۶۴}{۲۷}$$

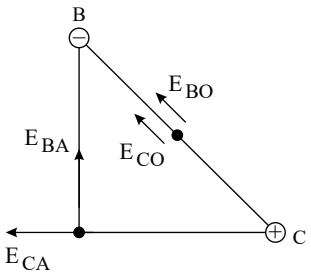


۱۰۳ - گزینه ۲

اگر طول وتر مثلث قائم‌الزاویه را $۲a$ فرض کنیم، مطابق شکل روبه‌رو فاصلهٔ نقطهٔ O از بارهای q_B و q_C برابر a و فاصلهٔ نقطهٔ A از بارهای q_B و q_C برابر $\sqrt{۲}a$ می‌شود.



باتوجه به شکل روبه‌رو میدان‌های الکتریکی ناشی از بارهای q_B و q_A در نقطهٔ O هم‌سو هستند و در نقطهٔ A بر هم عمود می‌باشند. اندازهٔ بارهای q_B و q_C را که یکسان هستند، q فرض می‌کنیم و داریم:



$$E_{BO} = E_{CO} = k\frac{q}{a^۲} \Rightarrow E_O = E_{BO} + E_{CO} = ۲k\frac{q}{a^۲}$$

$$E_{BA} = E_{CA} = k\frac{q}{(\sqrt{۲}a)^۲} = k\frac{q}{۲a^۲} \Rightarrow E_A = \sqrt{E_{BA}^۲ + E_{CA}^۲} = \sqrt{۲}(k\frac{q}{۲a^۲})\frac{\sqrt{۲}}{۲}k\frac{q}{a^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{E_O}{E_A} = \frac{۲}{(\frac{\sqrt{۲}}{۲})} = \frac{۴}{\sqrt{۲}} = ۲\sqrt{۲}$$

پس پاسخ گزینهٔ ۲ است.

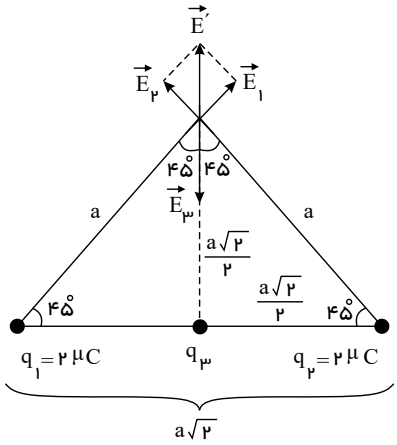
۱۰۴ - گزینه ۱ ابتدا اندازه و جهت میدان الکتریکی هر یک از بارهای الکتریکی را در رأس قائمهٔ مثلث تعیین می‌کنیم و سپس اندازهٔ برایند میدان‌های الکتریکی بارهای $q_۱$ و $q_۲$ را برابر با اندازهٔ میدان الکتریکی بار $q_۳$ قرار می‌دهیم. دقت کنید با توجه به شکل، چون بردار $\vec{E}_۳$ هم‌راستا و در سوی مخالف برایند $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۲$ است، باید بار $q_۳$ منفی باشد.

$$\begin{cases} q_۱ = q_۲ = ۲\mu C \\ r_۱ = r_۲ = a \end{cases} \Rightarrow E_۱ = E_۲ = k\frac{q_۱}{r_۱^۲} \Rightarrow E_۱ = E_۲ = \frac{kq_۱}{a^۲}$$

برایند $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۲$ که زاویهٔ بین آن‌ها ۹۰° است، برابر است با:

$$E' = \sqrt{E_۱^۲ + E_۲^۲} \xrightarrow{E_۱=E_۲} E' = E_۱\sqrt{۲}$$

oxygen11_1_1_g



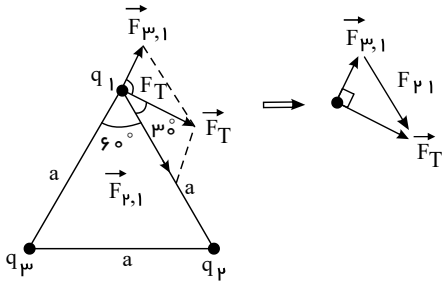
شرط صفر شدن میدان الکتریکی برایند در رأس قائمهٔ مثلث قائم‌الزاویه برابر بودن $E_۳$ و E' است.

$$E_۳ = E' \Rightarrow k\frac{|q_۳|}{r'^۲} = E_۱\sqrt{۲} \xrightarrow{r'=\frac{a\sqrt{۲}}{۲}} k\frac{|q_۳|}{\frac{a^۲}{۲}} = k\frac{|q_۱|}{a^۲} \times \sqrt{۲}$$

$$|q_۳| = |q_۱|\frac{\sqrt{۲}}{۲} \xrightarrow{q_۱=۲\mu C} |q_۳| = ۲\frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow |q_۳| = \sqrt{۲}\mu C \xrightarrow{q_۳<۰} q_۳ = -\sqrt{۲}\mu C$$

۱۰۵ - گزینه ۳ باتوجه به این که مثلث مورد نظر متساوی‌الاضلاع است، مطابق شکل زیر $\vec{F}_{T}$ و $\vec{F}_{۳,۱}$ بر هم عمودند، داریم:

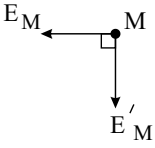
$$\sin ۳۰^\circ = \frac{\left|\vec{F}_{۳,۱}\right|}{\left|\vec{F}_{۲,۱}\right|} = \frac{k\left|\frac{q_۱q_۳}{r_{۳۱}^۲}\right|}{k\left|\frac{q_۱q_۲}{r_{۲۱}^۲}\right|} \xrightarrow{r_{۳۱}=r_{۲۱}=a} \frac{۱}{۲} = \left|\frac{q_۳}{q_۲}\right| \Rightarrow \left|\frac{q_۲}{q_۳}\right| = ۲$$



۱۰۶ - گزینه ۴ می‌دانیم میدان یک بار الکتریکی، با مربع فاصله از بار رابطهٔ عکس دارد (فرض کنیم هر دو بار، مثبت هستند).

$q_۱$ بار : $\frac{E_M}{E_۱} = (\frac{r_۱}{r_M})^۲ \Rightarrow \frac{E_M}{۴\times ۱۰^۴} = (\frac{۱۰}{۲۰})^۲ \Rightarrow E_M = ۱۰^۴ N/C$

$q_۲$ بار : $\frac{E'_M}{E_۲} = (\frac{r_۲}{r_M})^۲ \Rightarrow \frac{E'_M}{۲/۵\times ۱۰^۳} = (\frac{۲۰}{۱۰})^۲ \Rightarrow E'_M = ۱۰^۴ N/C$



$$E_T = \sqrt{E_M^۲ + E_M'^۲} = ۱۰^۴\sqrt{۲}N/C$$

۱۰۷ - گزینه ۲

$$E_۰ = E_۱ + E_۲ = \frac{kq_۱}{r^۲} + \frac{k|q_۲|}{r^۲} = \frac{۹\times ۱۰^۹}{r^۲}(۵\times ۱۰^{-۹} + ۱۲\times ۱۰^{-۹})$$

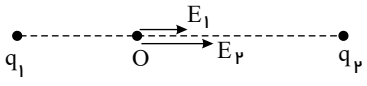
$$\Rightarrow ۱۷\times ۱۰^۴ = \frac{۹\times ۱۰^۹}{r^۲} \times ۱۷\times ۱۰^{-۹} \Rightarrow r^۲ = ۹\times ۱۰^{-۴} \Rightarrow r = ۳\times ۱۰^{-۲} m$$

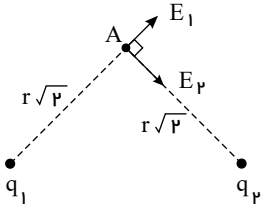
oxygen11_1_1_g

$$E_۱ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۵ \times ۱۰^{-۹}}{(۳\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^۲} = \frac{۵}{۲} \times ۱۰^۴ N/C$$

$$E_۲ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۹}}{(۳\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۶ \times ۱۰^۴ N/C$$

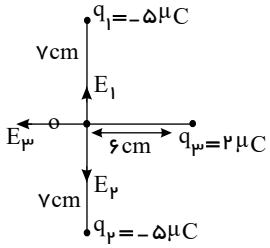
$$\xrightarrow[\text{عمود بر هم}]{E_۱ \text{ و } E_۲} E_A = ۱۰^۴ \sqrt{(\frac{۵}{۲})^۲ + ۶^۲} = ۶٫۵ \times ۱۰^۴ N/C$$





۱۰۸ - گزینه ۳ ابتدا میدان برآیند حاصل از سه بار $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ را حساب می‌کنیم، سپس می‌دانیم بار $q_۴$ باید در شرایطی باشد که میدان آن میدان برآیند این سه بار را خنثی کند.

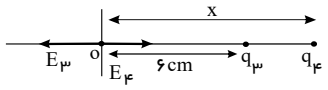
مطابق شکل جهت و مقدار $E_۱$ و $E_۲$ و $E_۳$ را حساب می‌کنیم.



از آنجایی که فاصله و مقدار بارهای $q_۱$ و $q_۲$ باهم برابر است پس $E_۱ = E_۲$ و چون خلاف جهت هم هستند همدیگر را خنثی می‌کنند، فقط میدان $E_۳$ را داریم. بنابراین باید محل $q_۴$ را طوری مشخص کنیم که میدان آن $E_۳$ را خنثی کند. می‌دانیم شرط خنثی کردن آن خلافِ جهت بودنِ آن‌ها (که هست) و مساوی بودن مقدارها می‌باشد.

بنابراین:

(فاصلهٔ بار $q_۴$ را x فرض می‌کنیم تا ببینیم محل دقیقش باید کجا باشد!)



$$E_۳ = E_۴$$

$$\frac{\cancel{k}\, q_۳}{r^۲} = \frac{\cancel{k}\, q_۴}{r^۲}$$

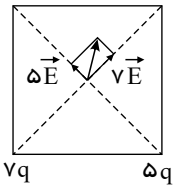
$$\frac{۲}{۶^۲} = \frac{۸}{x^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۳۶} = \frac{۴}{x^۲} \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{۱}{۶} = \frac{۲}{x} \rightarrow x = ۱۲cm$$

همین‌طور که معلوم شد بار $q_۴$ باید در ۱۲ سانتی‌متر نقطهٔ O باشد، در صورت سؤال در فاصلهٔ ۱۴ سانتی‌متری قرار دارد بنابراین باید $۲cm$ به سمت چپ جابه‌جا شود.

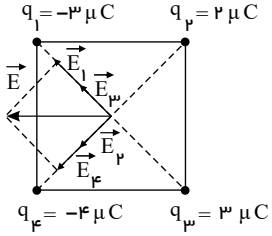
۱۰۹ - گزینه ۱ میدان بارهای ناهمنامی که در دو سر قطر مربع می‌باشند با هم جمع می‌شوند و شکل صورت مسأله مطابق زیر ساده می‌شود:

$$E_t = \sqrt{(۵E)^۲ + (۷E)^۲} = (\sqrt{۲۵ + ۴۹})E \Rightarrow E_t = \sqrt{۷۴}E$$



۱۱۰ - گزینه ۴ چون میدان الکتریکی برایند در مرکز مربع به‌صورت افقی است، پس برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از بارهای $q_۱$ و $q_۳$ با برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از بارهای $q_۲$ و $q_۴$ در مرکز مربع باید هم‌اندازه باشند. بنابراین داریم:

$$\left|\vec{E}_۱ + \vec{E}_۳\right| = \left|\vec{E}_۲ + \vec{E}_۴\right| \Rightarrow \frac{k\,|q_۱|}{r^۲} + \frac{k\,|q_۳|}{r^۲} = \frac{k\,|q_۲|}{r^۲} + \frac{k\,|q_۴|}{r^۲} \Rightarrow |q_۱| + ۳ = ۲ + ۴ \Rightarrow |q_۱| = ۳ \Rightarrow q_۱ = -۳\mu C$$

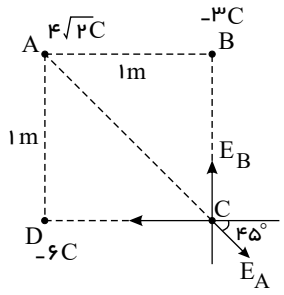


دقت کنید علامت بار $q_۱$ باید منفی باشد تا جهت میدان الکتریکی آن با جهت میدان الکتریکی ناشی از بار $q_۳$ یکسان باشد.

oxygen11_1_1_g

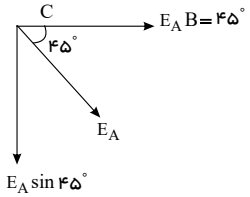
۱۱۱ - گزینه ۲

ابتدا جهت و سپس مقدار میدان هر کدام از بارها را حساب می‌کنیم (می‌دانیم جهت میدان، جهت نیروی وارد بر بار آزمون مثبت است).



$$\Rightarrow E_A = \frac{kq}{r^2} \xrightarrow{r^2=1^2+1^2 \to r=\sqrt{2}m} E = \frac{9\times10^{+9}\times 4\sqrt{2}}{(\sqrt{2})^2} = 18\sqrt{2}\times10^{+9}\frac{N}{C}$$

این میدان را برحسب بردارهای یکه تجزیه می‌کنیم:



$$\vec{E_A} = E_A\cos 45^\circ \vec{i} + E_A \sin 45^\circ \vec{j}$$

$$\vec{E_A} = 18\sqrt{2}\times10^{9}\frac{\sqrt{2}}{2}\vec{i} - 18\sqrt{2}\times10^{+9}\frac{\sqrt{2}}{2}\vec{j}$$

$$\Rightarrow \vec{E_A} = 18\times10^{+9}\vec{i} - 18\times10^{+9}\vec{j}$$

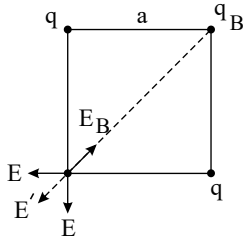
$$\Rightarrow E_B = \frac{kq}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times3}{1^2} = 27\times10^{9}\frac{N}{C} \to E_B = +27\times10^{9}\vec{j}$$

$$\Rightarrow E_D = \frac{kq}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times6}{1^2} = 54\times10^{9}\frac{N}{C} \to E_D = -54\times10^{9}\vec{i}$$

حال E_A، E_B و E_D را برآیند می‌گیریم:

$$\vec{E_T} = -36\times10^{+9}\vec{i} + 9\times10^{9}\vec{j}$$

۱۱۲ - گزینه ۳



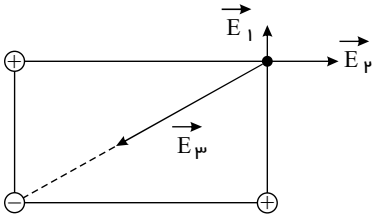
$$E = \frac{kq}{a^2} \xrightarrow[\text{بر هم}]{\text{دو میدان } E \text{ عمود}} E' = \sqrt{2}E = \sqrt{2}\frac{kq}{a^2}$$

$$E_B = \frac{kq_B}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{kq_B}{2a^2}$$

شرط صفر شدن میدان خالص: $E_B = E' \Rightarrow \frac{kq_B}{2a^2} = \sqrt{2}\frac{kq}{a^2} \Rightarrow q_B = 2\sqrt{2}q$

باتوجه به شکل، مشخص است که q_B و q ناهم‌نام هستند و جواب درست به‌صورت $\frac{q_B}{q} = -2\sqrt{2}$ خواهد بود.

۱۱۳ - گزینه ۳

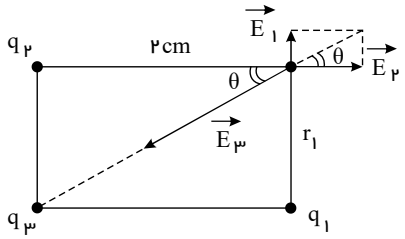


باتوجه به شکل روبه‌رو، بار q_2 باید هم‌نام با بار q_1 و مثبت و بار q_3 باید ناهم‌نام با بار q_1 و منفی باشد تا میدان الکتریکی در نقطهٔ M بتواند صفر باشد.

oxygen11_1_1_g

برای صفر شدن برایند میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۲$ و $\vec{E}_۳$، برایند میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۲$ باید مطابق شکل روبه‌رو قرینهٔ میدان الکتریکی $\vec{E}_۳$ باشد

($\vec{E}_{۱۲}$ باید قرینهٔ $\vec{E}_۳$ باشد). در نتیجه $\vec{E}_{۱۲}$ باید در راستای $\vec{E}_۳$ و قطر مستطیل باشد و می‌توان از تشابه مثلث‌های تشکیل شده نتیجه گرفت، نسبت $E_۲$ به $E_۱$ برابر نسبت طول مستطیل به عرض آن است.



$$\Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱}=\frac{r_۲}{r_۱}\Rightarrow r_۱E_۲=r_۲E_۱\Rightarrow r_۱k\frac{|q_۲|}{r_۲^۲}=r_۲k\frac{|q_۱|}{r_۱^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_۲|}{|q_۱|}=(\frac{r_۲}{r_۱})^۳=(\frac{۲cm}{۱\ cm})^۳=۸\Rightarrow q_۲=+۸q_۱=۸\times ۴=۳۲\mu C$$

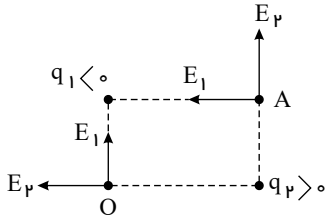
۱۱۴ - گزینه ۲

$q_۱$ میدان بار: $\frac{E_o}{E_A}=(\frac{r_A}{r_o})^۲\Rightarrow \frac{E_o}{۹}=(\frac{۴a}{۳a})^۲\Rightarrow E_o=۱۶\frac{N}{C}$

همین جا می‌توان گزینهٔ صحیح را انتخاب کرد ولی برای تکمیل راه‌حل داریم:

$$|\vec{E}_{A_۱}|<۰\rightarrow q_۱<۰\rightarrow |\vec{E}_{O_۱}|>۰$$

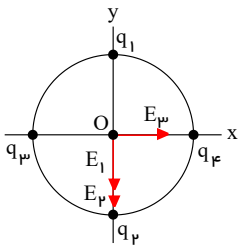
$q_۲$ میدان بار: $\frac{E_o}{E_A}=(\frac{r_A}{r_o})^۲\Rightarrow \frac{E_o}{۳۲}=(\frac{۳a}{۴a})^۲\Rightarrow E_o=۱۸\frac{N}{C}$



با توجه به شکل $\longrightarrow \vec{E}_o=-۱۸\vec{i}+۱۶\vec{j}$

۱۱۵ - گزینه ۴

ابتدا میدان هر یک از بارها را معلوم کنیم:



$$E_۱=\frac{kq_۱}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^{+۹}\times ۰/۰۲\times ۱۰^{-۶}}{r^۲}=\frac{۱۸۰}{r^۲}\Rightarrow \vec{E}_۱=-\frac{۱۸۰}{r^۲}\vec{j}$$

$$E_۲=\frac{kq_۲}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^{+۹}\times ۰/۰۶\times ۱۰^{-۶}}{r^۲}=\frac{۵۴۰}{r^۲}\Rightarrow \vec{E}_۲=-\frac{۵۴۰}{r^۲}\vec{j}$$

$$\Rightarrow \text{برآیند}E=۱۵۰۰i-۲۰۰۰j\Rightarrow ۲۰۰۰=\frac{۵۴۰}{r^۲}+\frac{۱۸۰}{r^۲}\rightarrow r^۲=۰/۳۶۰$$

$$E_۳=\frac{kq_۳}{r^۲}=\frac{۹\times ۱۰^{۹}\times ۰/۰۴\times ۱۰^{-۶}}{۰/۳۶}=۱۰۰۰\Rightarrow \vec{E}_۳=۱۰۰۰i$$

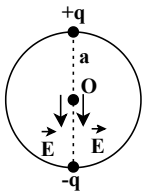
ازطرفی $\longrightarrow \text{برآیند}E=۱۵۰۰i-۲۰۰۰j\Rightarrow ۱۵۰۰=E_۴+۱۰۰۰\rightarrow E_۴=+۵۰۰i$

چون جهت $E_۴$ به سمت $+x$ شد پس بارش منفی است $\longrightarrow ۵۰۰=\frac{۹\times ۱۰^{+۹}\times q_۴}{۰/۳۶}\Rightarrow |q_۴|=۰/۰۲\mu C$ بار منفی $\longrightarrow q_۴=-۰/۰۲\mu C$

۱۱۶ - گزینه ۴ برایند میدان‌های الکتریکی هر یک از دو بار مشابه که مقابل یکدیگر قرار دارند، در مرکز دایره برابر با صفر است(چون میدان‌ها مساوی هستند و خلاف جهت) و برایند میدان الکتریکی حاصل از بارهای $+q$, $-q$ که در بالا و پایین دایره قرار دارند،یکدیگر را خنثی نمی کنند بنابراین میدان برآیند برابر است با:

oxygen11_1_1_g

$$\left|\vec{E}_T\right| = ۲\left|\vec{E}\right| = ۲k\frac{q}{a^۲}$$

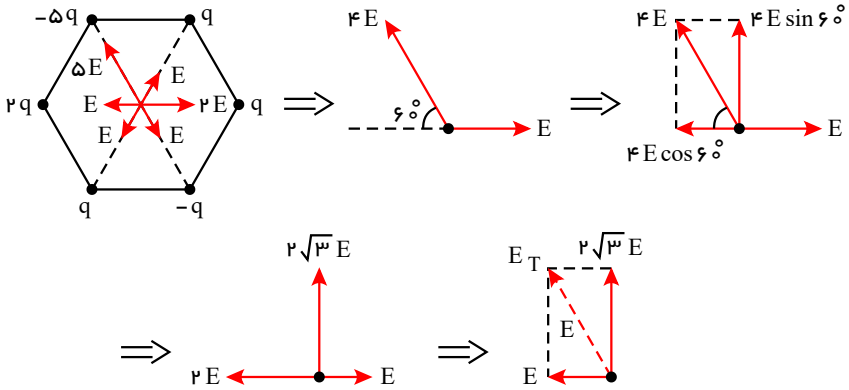


با توجه به علامت بارهای بالا و پایین، میدان برآیند در مرکز دایره روبه پایین است.

۱۱۷ - گزینه ۴ با توجه به شکل و اینکه فاصلهٔ تمام بارها از مرکز شش‌ضلعی یکسان است، و اینکه میدان هر بار با اندازهٔ بار نسبت مستقیم دارد، داریم:

$$E = E_q = k\frac{|q|}{r^۲} \quad , \quad E_{۲q} = k\frac{۲|q|}{r^۲} = ۲E$$

$$E_{-۵q} = k\frac{۵|q|}{r^۲} = ۵E$$

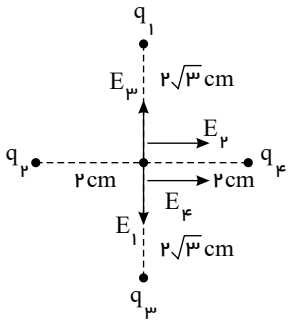


برآیند میدان‌های الکتریکی در مرکز شش ضلعی : $E_T = \sqrt{E^۲ + (۲\sqrt{۳}E)^۲} = \sqrt{۱۳}E$

۱۱۸ - گزینه ۱

$$E_{۲,۴} = ۲E_۲ = \frac{۲ \times ۹ \times ۱۰^۹ \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}{(۲ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۹ \times ۱۰^۷$$

$$E_{۳,۱} = E_۳ - E_۱ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times (۶-۲) \times ۱۰^{-۶}}{(۲\sqrt{۳} \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۳ \times ۱۰^۷ \Rightarrow \vec{E}_T = (۹\vec{i} + ۳\vec{j}) \times ۱۰^۷$$

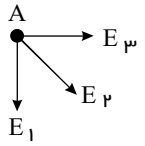


۱۱۹ - گزینه ۳

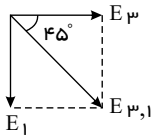
$$E_۱ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۲ \times ۱۰^{-۶}}{(۳ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۲ \times ۱۰^۷ \frac{N}{C}$$

$$E_۲ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۴ \times ۱۰^{-۶}}{(۳\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۲ \times ۱۰^۷ \frac{N}{C}$$

$$E_۳ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۸ \times ۱۰^{-۶}}{(۶ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۲ \times ۱۰^۷ \frac{N}{C}$$



$$E_{۱,۳} = \sqrt{E_۱^۲ + E_۲^۲} = ۲\sqrt{۲} \times ۱۰^۷ \frac{N}{C} \quad ,$$

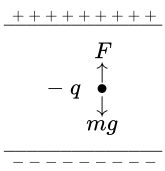


$$E_A = E_{۱,۳} + E_۲ = ۲\sqrt{۲} \times ۱۰^۷ + ۲ \times ۱۰^۷ = (۲\sqrt{۲} + ۲) \times ۱۰^۷ \xrightarrow{\sqrt{۲}=۱٫۴} E_A = ۴٫۸ \times ۱۰^۷ \frac{N}{C}$$

oxygen11_1_1_g

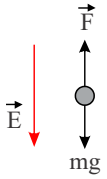
۱۲۰ - گزینه ۳

مطابق شکل مقابل، بار ذره باید منفی باشد تا نیرویی که از طرف میدان الکتریکی به آن اثر می‌کند به سمت بالا بوده و نیروی وزن ذره را خنثی کند، شرط خنثی شدن نیروها هم خلاف جهت بودن و تساوی آن ها است، پس داریم:



$$F = mg \Rightarrow E|q| = mg \Rightarrow ۵۰۰|q| = ۱۰^{-۳} \times ۱۰$$
$$\Rightarrow |q| = \frac{۱۰^{-۲}}{۵ \times ۱۰^{۲}} = \frac{۱۰^{-۴}}{۵} = ۲ \times ۱۰^{-۵} C \Rightarrow q = -۲۰\mu C$$

۱۲۱ - گزینه ۳



$$F = mg \Rightarrow E|q| = mg \Rightarrow |q| = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۳} \times ۱۰}{۱۰^{۶}} = ۴ \times ۱۰^{-۱۸} C$$
$$q = ne \Rightarrow n = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۸}}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۲۵$$

چون جهت $\vec{F}$ و $\vec{E}$ مخالف هم است، بار ذره منفی بوده و الکترون جذب کرده است.

گزینه ۴ - ۱۲۲

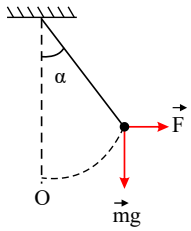
$$W = mg = ۴ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ = ۴ \times ۱۰^{-۲} N$$
$$F = E|q| = ۴۰۰ \times ۲۰ \times ۱۰^{-۶} = ۸ \times ۱۰^{-۳} N$$

قانون دوم نیوتون: $F_{\text{خالص}} = ma \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۲} + ۸ \times ۱۰^{-۳} = ۴ \times ۱۰^{۳} a$

ضرب کل عبارت در $۱۰^{۳}$ $\longrightarrow ۴۰ + ۸ = ۴a \Rightarrow a = ۱۲ \frac{m}{s^{۲}}$

۱۲۳ - گزینه ۲

می دانیم هرگاه آونگی تحت اثر نیروی F به اندازه زاویه‌ی α از وضع قائم منحرف شود و به تعادل برسد رابطه زیر برقرار است:



$$\tan\alpha = \frac{F}{mg} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{E|q|}{mg}$$
$$\Rightarrow \tan ۳۷^{\circ} = \frac{۲ \times ۱۰^{۵} \times |q|}{۸۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{۲ \times ۱۰^{۵} \times |q|}{۰٫۸}$$
$$\Rightarrow |q| = \frac{۳ \times ۰٫۸}{۸ \times ۱۰^{۵}} = ۳ \times ۱۰^{-۶} C = ۳\mu C$$

دقت کنید چون گلوله در جهت خط‌های میدان الکتریکی منحرف شده است،نیروی وارد بر بار در جهت میدان بوده پس بار الکتریکی گلوله مثبت است.

oxygen11_1_1_g

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۴
۲ - ۴
۳ - ۴
۴ - ۳
۵ - ۴
۶ - ۴
۷ - ۳
۸ - ۲
۹ - ۲
۱۰ - ۳
۱۱ - ۳
۱۲ - ۳
۱۳ - ۲
۱۴ - ۲
۱۵ - ۲
۱۶ - ۴
۱۷ - ۲
۱۸ - ۳
۱۹ - ۲
۲۰ - ۲
۲۱ - ۱
۲۲ - ۲
۲۳ - ۳
۲۴ - ۲
۲۵ - ۱
۲۶ - ۲
۲۷ - ۲
۲۸ - ۱
۲۹ - ۳
۳۰ - ۳
۳۱ - ۴
۳۲ - ۳
۳۳ - ۱
۳۴ - ۲
۳۵ - ۲
۳۶ - ۴
۳۷ - ۱
۳۸ - ۴
۳۹ - ۳
۴۰ - ۱
۴۱ - ۲
۴۲ - ۳
۴۳ - ۳
۴۴ - ۳
۴۵ - ۱
۴۶ - ۱
۴۷ - ۱
۴۸ - ۲
۴۹ - ۱
۵۰ - ۳
۵۱ - ۱
۵۲ - ۴
۵۳ - ۱
۵۴ - ۳
۵۵ - ۱
۵۶ - ۱
۵۷ - ۱
۵۸ - ۴
۵۹ - ۳
۶۰ - ۲
۶۱ - ۱
۶۲ - ۱
۶۳ - ۳
۶۴ - ۱
۶۵ - ۲
۶۶ - ۱
۶۷ - ۲
۶۸ - ۲
۶۹ - ۳
۷۰ - ۲
۷۱ - ۱
۷۲ - ۲
۷۳ - ۳
۷۴ - ۳
۷۵ - ۳
۷۶ - ۲
۷۷ - ۲
۷۸ - ۴
۷۹ - ۱
۸۰ - ۱
۸۱ - ۳
۸۲ - ۱
۸۳ - ۲
۸۴ - ۴
۸۵ - ۱
۸۶ - ۴
۸۷ - ۴
۸۸ - ۳
۸۹ - ۲
۹۰ - ۱
۹۱ - ۳
۹۲ - ۳
۹۳ - ۴
۹۴ - ۲
۹۵ - ۳
۹۶ - ۳
۹۷ - ۲
۹۸ - ۲
۹۹ - ۳
۱۰۰ - ۱
۱۰۱ - ۲
۱۰۲ - ۴
۱۰۳ - ۲
۱۰۴ - ۱
۱۰۵ - ۳
۱۰۶ - ۴
۱۰۷ - ۲
۱۰۸ - ۳
۱۰۹ - ۱
۱۱۰ - ۴
۱۱۱ - ۲
۱۱۲ - ۳
۱۱۳ - ۳
۱۱۴ - ۲
۱۱۵ - ۴
۱۱۶ - ۴
۱۱۷ - ۴
۱۱۸ - ۱
۱۱۹ - ۳
۱۲۰ - ۳
۱۲۱ - ۳
۱۲۲ - ۴
۱۲۳ - ۲