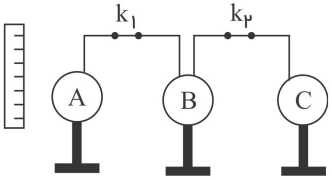
۱ - سه کرهٔ فلزی مشابه A، B و C مطابق شکل در کنار یکدیگر و روی پایه‌های عایقی قرار دارند. در حالتی که هر ۲ کلید k_1 و k_2 بسته هستند، میله‌ای با بار منفی را به کرهٔ A نزدیک می‌کنیم. اگر در حضور میله ابتدا کلید k_2 قطع شود و پس از دور کردن میله، کلید k_1 را قطع کنیم، بار الکتریکی کره‌های A، B و C به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

#۲۸۲۳۹۵- نم- متوسط- قلم چی- ۱۳۹۷



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

۲ - یک الکتروسکوپ دارای مقداری بار الکتریکی است. یک میلهٔ پلاستیکی را که دارای بار منفی است به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. کدام گزینه در مورد انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ صحیح است؟

#۴۱۳۰۴۷- نم- متوسط- قلم چی- ۱۳۹۸

(۱) از هم دور می‌شوند.
(۲) ابتدا به هم می‌چسبند و سپس از هم دور می‌شوند.
(۳) به هم نزدیک می‌شوند.
(۴) بسته به شرایط هر سه حالت می‌تواند رخ دهد.

۳ - 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؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

#۴۹۷۲۲۸- نم- آسان- قلم چی- ۱۳۹۹

(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.

۴ - اگر به جسمی رسانا که در ابتدا دارای بار الکتریکی مثبت است، تعداد ۵×۱۰^{۱۳} الکترون بدهیم، بار آن منفی شده و اندازهٔ بار آن ۲۵ درصد بار اولیهٔ جسم می‌شود. اگر جسم رسانا را در حالت اولیه به زمین متصل کنیم، چند الکترون از زمین به جسم منتقل می‌شود؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

#۴۹۷۴۵۰- نم- متوسط- قلم چی- ۱۳۹۹

(۱) $۱۰^{۱۳}$
(۲) ۲×۱۰^{۱۳}
(۳) ۳×۱۰^{۱۳}
(۴) ۴×۱۰^{۱۳}

۵ - با توجه به جدول سری الکتریستهٔ مالشی، اگر گلوله‌های آلومینیومی و برنجی را با پارچهٔ کتان و گلوله‌های سربی و شیشه‌ای را با پارچهٔ پشمی مالش دهیم، در این‌صورت هنگامی که گلوله‌ها را به یکدیگر نزدیک می‌کنیم، کدام گزینه صحیح است؟

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

#۵۵۷۶۸۳- نم- آسان- قلم چی- ۱۳۹۹

(۱) گلولهٔ آلومینیومی، گلولهٔ شیشه‌ای را جذب می‌کند.
(۲) گلولهٔ سربی، گلولهٔ برنجی را جذب می‌کند.
(۳) گلولهٔ برنجی، گلولهٔ شیشه‌ای را جذب می‌کند.
(۴) گلولهٔ سربی، گلولهٔ آلومینیومی را دفع می‌کند.

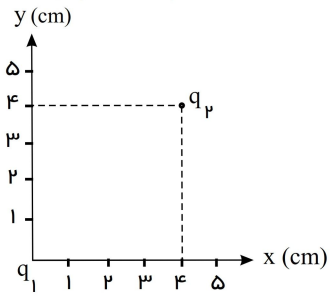
۶ - دو بار الکتریکی نقطه‌ای برابر، در فاصله‌ی ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار الکتریکی یکی را کم کرده و همان مقدار بر بار دیگری اضافه کنیم، نیرویی که به هم وارد می‌کنند چند F می‌شود؟

#۵۸۲۸- نم- آسان- سراسری- ۱۳۸۸

(۱) ۱
(۲) ۴
(۳) $\frac{۱۵}{۱۶}$
(۴) $\frac{۱۶}{۱۵}$

۷ - بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 8\mu C$ و $q_2 = -4\mu C$ مطابق شکل در دستگاه مختصات قرار گرفته‌اند. اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 از طرف بار q_1 چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

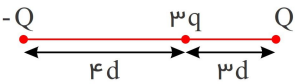
#۲۶۴۳۳۱- نم- آسان- قلم چی- ۱۳۹۷



۱) ۹
۲) ۹۰
۳) ۰٫۹
۴) ۰٫۰۹

۸ - اگر اندازهٔ نیرویی که بار الکتریکی نقطه‌ای Q از فاصلهٔ d بر بار الکتریکی نقطه‌ای q وارد می‌کند برابر با F باشد، در شکل زیر، اندازهٔ نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای $3q$ چند برابر F است؟

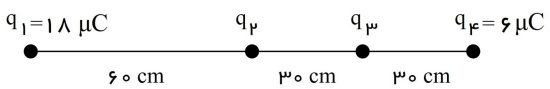
#۴۲۲۸۰۶- نم- متوسط- قلم چی- ۱۳۹۸



۱) $\frac{25}{48}$
۲) $\frac{7}{48}$
۳) $\frac{48}{25}$
۴) $\frac{14}{48}$

۹ - در شکل زیر، اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر با صفر باشد، بار q_2 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

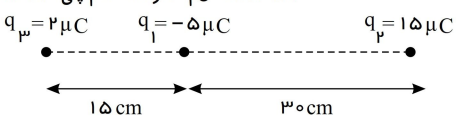
#۴۹۷۴۵۶- نم- متوسط- قلم چی- ۱۳۹۹



۱) ۴
۲) -4
۳) ۸
۴) -8

۱۰ - در شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای روی یک خط راست قرار دارند. چند الکترون از بار q_2 کم کنیم تا برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 صفر باشد؟ $(e = 1{,}6 \times 10^{-19} C)$

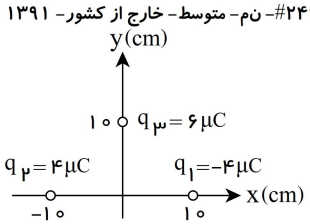
#۵۱۳۹۵۲- نم- متوسط- قلم چی- ۱۳۹۹



۱) $\frac{8}{15} \times 10^{14}$
۲) $\frac{15}{8} \times 10^{13}$
۳) $\frac{8}{15} \times 10^{13}$
۴) $\frac{15}{8} \times 10^{14}$

۱۱ - در شکل زیر، ۳ بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

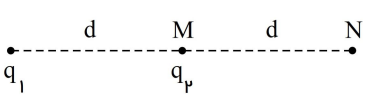
#۲۴۹۷۲۷- نم- متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۱



۱) $9 \times 10^6 \vec{i}$
۲) $-5{,}4 \times 10^6 \vec{j}$
۳) $(7{,}2\vec{i} - 5{,}4\vec{j}) 10^6$
۴) $(5{,}4\vec{i} - 7{,}2\vec{j}) 10^6$

۱۲ - در شکل زیر بردار میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ N برابر با $\vec{E}$ است. اگر بار q_2 را به نقطهٔ N منتقل کنیم بردار میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ M (مکان اولیهٔ بار q_2)، $2\vec{E}$ - می‌شود. $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

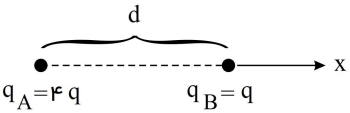
#۴۲۱۲۴۰- نم- متوسط- قلم چی- ۱۳۹۸



۱) $\frac{3}{2}$
۲) $\frac{-3}{2}$
۳) -6
۴) ۶

۱۳ - در شکل زیر، اندازهٔ میدان الکتریکی برایند ناشی از بارهای مثبت q_A و q_B در نقطهٔ M صفر است. اگر جای بارهای q_A و q_B را با یکدیگر عوض کنیم، میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ M مطابق با کدام گزینه می‌شود؟ (k ثابت کولن است.)

#۴۹۸۰۱۸- نم- متوسط- قلم چی- ۱۳۹۹



۱) $\frac{۱۳۵}{۴}\frac{kq}{d^۲}\vec{i}$

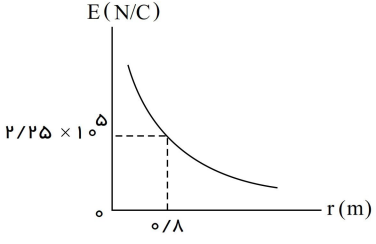
۲) $-\frac{۱۳۵}{۴}\frac{kq}{d^۲}\vec{i}$

۳) $۲۷\frac{kq}{d^۲}\vec{i}$

۴) $-۲۷\frac{kq}{d^۲}\vec{i}$

۱۴ - نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی q برحسب فاصله از آن به‌صورت شکل زیر است. اگر بار الکتریکی $q' = ۹\mu C$ را در فاصلهٔ ۹۰ سانتی‌متری بار q قرار دهیم، نیرویی که دو ذرهٔ باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟

#۴۶۶۰۱۵- نم- متوسط- خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۰٫۱۶

۲) ۰٫۳۲

۳) ۱٫۶

۴) ۳٫۲

۱۵ - میدان الکتریکی در فاصله‌ی r از یک بار نقطه‌ای $۲۵۰\frac{N}{C}$ است. اگر فاصله را $۱۰cm$ بیش تر کنیم، میدان الکتریکی $۱۶۰\frac{N}{C}$ می‌شود. r چند سانتی‌متر می‌باشد؟

#۲۴۹۷۳۴- نم- آسان- خارج از کشور- ۱۳۹۲

۱) ۲۰

۲) ۴۰

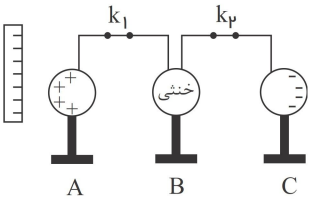
۳) $\frac{۴۰}{۹}$

۴) $\frac{۱۶۰}{۹}$

پاسخنامه تشریحی

۱ – 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 $k_۲$ 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 $k_۱$ هر دو کرهٔ A و B بار مثبت خواهند داشت.

۲ – گزینه ۴

۳ – 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.

۴ – گزینه ۴ ابتدا بار اولیهٔ جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$q - ne = -\frac{۱}{۴}q \Rightarrow \frac{۵}{۴}q = ne \Rightarrow q = \frac{۴}{۵}ne \Rightarrow q = \frac{۴}{۵} \times ۵ \times ۱۰^{۱۳} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q = ۴ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۶} C$$

با اتصال این جسم رسانا به زمین در حالت اولیه، الکترون از زمین به جسم منتقل شده و جسم خنثی می‌شود. داریم:

$$q = ne \Rightarrow ۴ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۶} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۴ \times ۱۰^{۱۳}$$ الکترون

۵ – گزینه ۳ آلومینیوم بار مثبت و برنج بار منفی پیدا می‌کند. شیشه بار مثبت و سرب بار منفی پیدا می‌کند.

۶ – گزینه ۳

$$F = k\frac{q_۱ q_۲}{r^۲} = \frac{kq^۲}{r^۲}$$

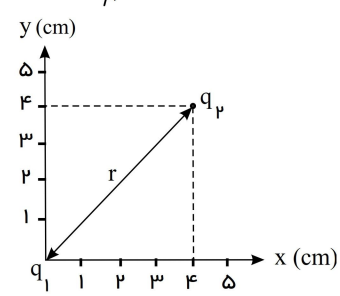
$$F' = k\frac{(q - ۰/۲۵q)(q + ۰/۲۵q)}{r^۲} = k\frac{(q^۲ - \frac{۱}{۱۶}q^۲)}{r^۲} = \frac{۱۵}{۱۶}\frac{kq^۲}{r^۲} \Rightarrow F' = \frac{۱۵}{۱۶}F$$

راه حل دوم:

$$F = k\frac{q_۱ q_۲}{r^۲} \Rightarrow F' = (\frac{۳}{۴} \times \frac{۵}{۴})F = \frac{۱۵}{۱۶}F$$

۷ – گزینه ۲ باید از رابطهٔ $F = \frac{kq_۱ q_۲}{r^۲}$ تعداد نیروی بین دو بار را حساب کنیم. ابتدا به کمک رابطهٔ فیثاغورث فاصلهٔ دو بار $q_۱$ و $q_۲$، (r) را حساب می‌کنیم:

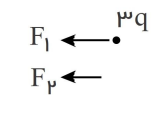
$$r^۲ = ۴^۲ + ۴^۲ = ۳۲ \rightarrow r = \sqrt{۳۲} = \sqrt{۲ \times ۱۶} = ۴\sqrt{۲} cm$$
$$= ۴\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۲} m$$



حالا با جایگذاری در رابطهٔ نیرو داریم:

$$F=\frac{kq_1q_2}{r^2}=\frac{9\times10^9\times8\times10^{-6}\times4\times10^{-6}}{(4\sqrt{2}\times10^{-2})^2}=\frac{9\times8\times4\times10^{-3}}{16\times2\times10^{-4}}=9\times10^1=90N$$

۸ - گزینه ۱



$$F_1=\frac{k(3q)(Q)}{(3d)^2}=\frac{3kqQ}{9d^2}=\frac{kqQ}{3d^2}\xrightarrow{\frac{kqQ}{d^2}=F}F_1=\frac{F}{3}$$

$$F_2=\frac{k(3q)(Q)}{(4d)^2}=\frac{3kqQ}{16d^2}\xrightarrow{\frac{kqQ}{d^2}=F}F_2=\frac{3F}{16}\Rightarrow F_T=F_1+F_2=\frac{25}{48}$$

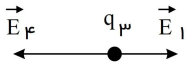
۹ - گزینه ۱ چون برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 صفر است، پس در نقطه‌ای که بار q_3 قرار دارد، میدان الکتریکی برایند حاصل از بارهای q_1، q_2 و q_4 برابر با صفر است.

به کمک رابطهٔ بزرگی میدان الکتریکی بار نقطه‌ای، داریم:

$$E_1=k\frac{|q_1|}{r_1^2}=9\times10^9\times\frac{18\times10^{-6}}{81\times10^{-10}}=2\times10^5\frac{N}{C}$$

$$E_4=k\frac{|q_4|}{r_4^2}=9\times10^9\times\frac{6\times10^{-6}}{9\times10^{-2}}=6\times10^5\frac{N}{C}$$

جهت این میدان‌ها را در محل بار q_3 رسم می‌کنیم:



پس جهت میدان بار q_2 هم‌جهت با $\vec{E}_1$ است و اندازهٔ آن برابر خواهد بود با:

$$E_4=E_1+E_2\Rightarrow6\times10^5=2\times10^5+E_2\Rightarrow E_2=4\times10^5$$

$$E_2=k\frac{|q_2|}{r_2^2}\Rightarrow4\times10^5=9\times10^9\times\frac{|q_2|}{9\times10^{-2}}\Rightarrow q_2=4\times10^{-6}C=4\mu C$$

چون جهت $\vec{E}_2$ به سمت راست است، پس بار q_2 مثبت است.

۱۰ - گزینه ۴

برای آن که بار q_3 در حال تعادل باشد، باید برایند نیروهای الکتریکی وارد بر آن از طرف بارهای q_1 و q_2' برابر با صفر باشد.

$$F_{13}=F_{23}\Rightarrow k\frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2}=k\frac{|q_2'||q_3|}{r_{23}^2}\Rightarrow\frac{|q_1|}{r_{13}^2}=\frac{|q_2'|}{r_{23}^2}\Rightarrow\frac{5}{15^2}=\frac{q_2'}{45^2}\Rightarrow q_2'=45\mu C$$

با گرفتن الکترون از بار q_2، بار مثبت آن بیشتر می‌شود. بنابراین:

$$\Delta q_2=q_2'-q_2=45-15=30\mu C$$

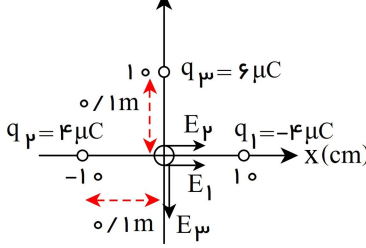
در نتیجه:

$$n=\frac{\Delta q_2}{e}=\frac{30\times10^{-6}}{1/6\times10^{-19}}\Rightarrow n=\frac{15}{8}\times10^{14}\text{ الکترون}$$

۱۱ - گزینه ۳ برای محاسبه‌ی میدان الکتریکی در مبدأ، یک بار مثبت فرضی در آن قرار می‌دهیم به طوری که میدان دو بار الکتریکی در جهت نیرویی است که به بار مثبت فرضی وارد می کند بنابراین میدان الکتریکی ناشی از بارهای q_1 و q_2 در مبدأ مختصات هم جهت و در راستای محور x می باشد، بنابراین میدان حاصل از آن‌ها با هم جمع می‌شود.

$$\vec{E}_x=\vec{E}_2+\vec{E}_1=(\frac{kq_2}{r_2^2}+\frac{kq_1}{r_1^2})\vec{i}$$

$$=2(\frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}}{(0/1)^2})\vec{i}=7/2\times10^6\vec{i}$$



همچنین میدان ناشی از بار q_3 در مبدأ مختصات در خلاف جهت محور y است و داریم:

$$\vec{E}_y=(\frac{kq_3}{r_3^2})(-\vec{j})=(\frac{9\times10^9\times6\times10^{-6}}{(0/1)^2})(-\vec{j})=-5/4\times10^6j$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\vec{E}=\vec{E}_x+\vec{E}_y=(7/2\vec{i}-5/4\vec{j})\times10^6$$

۱۲ - گزینه ۲ اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار q در هر نقطه با مجذور فاصلهٔ بار q از آن نقطه نسبت عکس دارد. بنابراین میدان الکتریکی بار $q_۱$ در نقطهٔ M برابر است با:

$$\frac{E_۱}{E'_۱}=(\frac{d}{۲d})^۲=\frac{۱}{۴}\Rightarrow\ E'_۱=۴E_۱$$

چون جهت میدان حاصل از بار $q_۱$ در نقاط M و N یکسان است بنابراین:

$$\vec{E}'_۱=۴\vec{E}_۱$$

وقتی بار $q_۲$ به نقطهٔ N منتقل می‌شود، اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۲$ در نقطهٔ M برابر حالت قبل در نقطهٔ N است، چون فاصله یکسان است. اما میدان الکتریکی حاصل از بار $q_۲$ در حالت قبل و جدید در خلاف جهت هم می‌باشند.

$$\vec{E}'_۲=-\vec{E}_۲$$

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

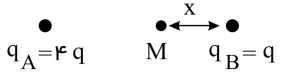
$$\vec{E}'_۱+\vec{E}'_۲=-۲\vec{E}\xrightarrow[\vec{E}'_۲=-\vec{E}_۲]{\vec{E}'_۱=۴\vec{E}_۱}۴\vec{E}_۱-\vec{E}_۲=-۲\vec{E}\ \ (۲)$$

$$(۱),(۲)\Rightarrow\ ۴\vec{E}_۱-\vec{E}_۲=-۲\vec{E}_۱-۲\vec{E}_۲\Rightarrow\ ۶\vec{E}_۱=-\vec{E}_۲\Rightarrow\ ۶\frac{k|q_۱|}{(۲d)^۲}=\frac{k|q_۲|}{d^۲}$$

$$\Rightarrow\ \left|\frac{q_۲}{q_۱}\right|=\frac{۳}{۲}\Rightarrow\ \frac{q_۲}{q_۱}=\frac{-۳}{۲}$$

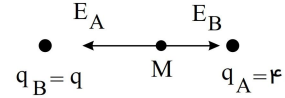
با توجه به رابطهٔ $۶\vec{E}_۱=-\vec{E}_۲$، در نقطه‌ای خارج از فاصلهٔ دو بار، میدان الکتریکی هر یک از دو بار در خلاف جهت هم هستند لذا دو بار $q_۱$ و $q_۲$ ناهم‌نام‌اند.

۱۳ - گزینه ۲



$$E_A=E_B\Rightarrow\frac{\cancel{k}\times۴\cancel{q}}{(d-x)^۲}=\frac{\cancel{k}\times\cancel{q}}{x^۲}\xrightarrow{\text{جذر}}\frac{۲}{d-x}=\frac{۱}{x}\Rightarrow x=\frac{d}{۳}$$

$$E_A=\frac{k\times۴q}{(\frac{d}{۳})^۲}=۳۶\frac{kq}{d^۲}\Rightarrow\vec{E}_A=-۳۶\frac{kq}{d^۲}\vec{i}$$



$$E_B=\frac{k\times q}{(\frac{۲d}{۳})^۲}=\frac{۹}{۴}\frac{kq}{d^۲}\Rightarrow\vec{E}_B=+\frac{۹}{۴}\frac{kq}{d^۲}\vec{i}$$

$$\vec{E}_M=\vec{E}_A+\vec{E}_B=-\frac{۱۳۵}{۴}\frac{kq}{d^۲}\vec{i}$$

۱۴ - گزینه ۳

$$E=\frac{kq}{r^۲}\rightarrow(۲/۲۵\times۱۰^۵)=\frac{k(q)}{(۰/۸)^۲}\rightarrow\boxed{kq=۱/۴۴\times۱۰^۵}$$

$$\rightarrow F=\frac{kqq'}{r^۲}=\frac{(۱/۴۴\times۱۰^۵)(۹\times۱۰^{-۶})}{(۰/۹)^۲}=۱/۶N$$

$$\rightarrow\boxed{F=۱/۶N}$$

۱۵ - گزینه ۲

فقط مقایسه ی میدان در دو حالت :

$$E=\frac{kq}{r^۲}\Rightarrow\frac{E_۱}{E_۲}=(\frac{r_۲}{r_۱})^۲\Rightarrow\frac{۲۵۰}{۱۶۰}=(\frac{r+۱۰}{r})^۲\Rightarrow\frac{۵}{۴}=\frac{r+۱۰}{r}\Rightarrow r=۴۰cm$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۳
۲ - ۴
۳ - ۳

۴ - ۴
۵ - ۳
۶ - ۳

۷ - ۲
۸ - ۱
۹ - ۱

۱۰ - ۴
۱۱ - ۳
۱۲ - ۲

۱۳ - ۲
۱۴ - ۳
۱۵ - ۲