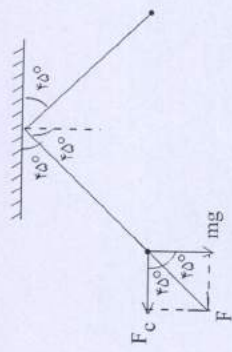
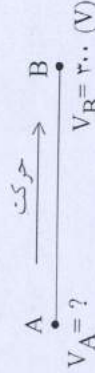


۵- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل، باید اندازه‌ی نیروی کولنی (F_c) برابر وزن باشد. پس.



$$mg = \frac{kq^2}{r^2} \Rightarrow m(10) = \frac{9 \times 10^{-9} \times (5 \times 10^{-6})^2}{.1^2}$$

$$\Rightarrow m = .25 \text{ kg} = 250 \text{ gr}$$



۶- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

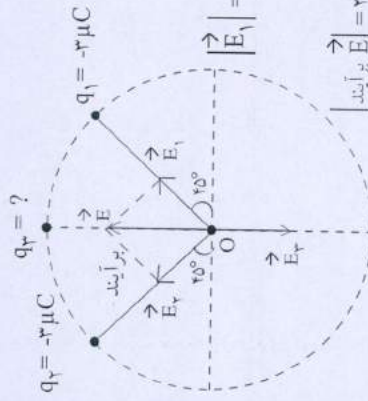
$$V_A = ? \quad V_B = 300 \text{ (V)}$$

$$|W| = q \cdot \Delta V \Rightarrow 6 \times 10^{-6} = 120 \times 10^{-6} \Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{1000}{2} = 50 \text{ (V)}$$

$$\Delta V = V_B - V_A \Rightarrow 50 = 300 - V_A \Rightarrow V_A = 250 \text{ (V)}$$

در این سؤال کار میدان الکتریکی در جای-جایی ذره مثبت از نقطه A تا نقطه B منفی شده است، یعنی ذره را ما وادار به حرکت کردیم و برخلاف میل ذره حرکت انجام شده است. بدین صورت می‌توان فهمید که ذره از پتانسیل کم به پتانسیل زیاد رفته است و پتانسیل نقطه A باید کمتر از نقطه B باشد.

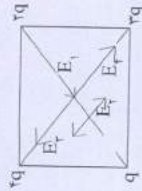
۷- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.



می‌خواهیم میدان الکتریکی برآیند در نقطه O برابر صفر شود پس باید میدان الکتریکی ناشی از بار q_۲، میدان برآیند دو بار q_۱ و q_۲ را خنثی کند. بدین ترتیب جهت آندرو پایش خواهد بود یعنی بار q_۲ مثبت می‌باشد. برای محاسبه مقدار آن داریم:

$$|\vec{E}_2| = |\vec{E}_1| \Rightarrow \frac{kq_2}{r^2} = \frac{kq_1}{r^2} \Rightarrow q_2 = 3\sqrt{2} \times 10^{-6} \text{ C} = 3\sqrt{2} \text{ (}\mu\text{C)}$$

۱- میدان حاصل از بار q در مرکز مربع E_۱
 ۲- میدان حاصل از بار ۲q در مرکز مربع E_۲
 ۳- میدان حاصل از بار ۳q در مرکز مربع E_۳
 ۴- میدان حاصل از بار ۴q در مرکز مربع E_۴

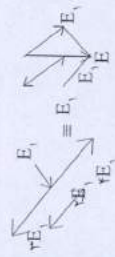


الف: نصف قطر مربع

$$E_1 = K \frac{q}{a^2} \quad \text{و} \quad E_2 = K \frac{2q}{a^2} = 2E_1$$

$$E_3 = K \frac{3q}{a^2} \quad \text{و} \quad E_4 = K \frac{4q}{a^2} = 4E_1$$

$$E = k \frac{Q}{r^2} \Rightarrow E_1 = K \frac{Q}{a^2}$$



$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2} E_1$$

با توجه به اینکه اقطار مربع برهم عمودند، داریم:

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

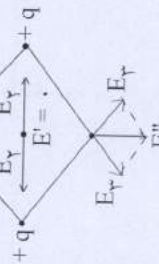
$$E = \frac{V}{d}$$

۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم $E = \frac{V}{d}$
 ذره میان صفحات در حال تعادل است، پس برآیند نیروهای وارد بر آن (نیروی وزن و نیروی وارد از طرف میدان) باید صفر باشد:

$$mg = E \cdot q \Rightarrow mg = \frac{V}{d} \cdot q \Rightarrow v = \frac{mgd}{q} = \frac{(16 \times 10^{-15} \times 10 \times 10^{-2})}{(1/6 \times 10^{-19})} = 1.2 \cdot 10^6$$

۳- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

هر نقطه واقع بر عمود منصف یک پاره‌خط از دو سر پاره خط به یک فاصله است. پس شدت میدان الکتریکی حاصل از بارهای +q در هر نقطه از AB برابرند. با توجه به شکل داریم $(E' > E'' = \dots = \frac{V}{m})$ و $(E'' > E' = \dots)$



با توجه به رابطه $F = Eq$ می‌توان نتیجه گرفت که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q در حرکت از A به طرف B ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۴- نیرویی که از طرف میدان الکتریکی بر بار الکتریکی مثبت وارد می‌شود هم‌جهت میدان الکتریکی است، پس جهت نیروی وارد بر بار الکتریکی و جهت جابجایی بار الکتریکی یکسان است. پس کار انجام شده بر روی بار الکتریکی مثبت است.

$$V_B - V_A = -\frac{W}{q} < 0 \Rightarrow V_B < V_A$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

$$E_T = \frac{mg}{q} \operatorname{tg} 53^\circ = \frac{2}{3} \frac{mg}{q}$$

$$\frac{\Delta E}{E_1} = \frac{E_T - E_1}{E_1} = \frac{\frac{2}{3} - 1}{1} = -\frac{1}{3} \approx 33\%$$

با توجه به شکل $a = R\sqrt{3}$

$$R = 1m \Rightarrow a = \sqrt{3}m$$

$$E_1 = E_T$$

$$E_T = 2E_1 \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$E_T = 2 \left(4 \times 10^{-9} \times \frac{10^{-6}}{3} \right) \cos 30^\circ = 3000 \sqrt{3} \text{ N/C}$$

۱۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون حرکت در جهت خطوط میدان است، پتانسیل نقاط کاهش می‌یابد.

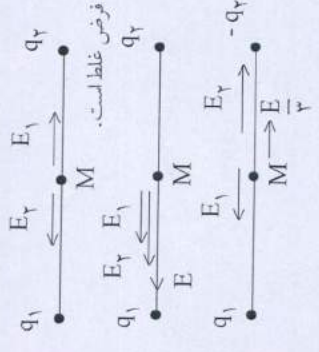
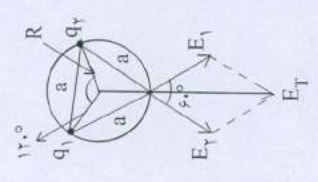
$$V_{BA} = V_B - V_A = -20 = \frac{\Delta u}{q} \Rightarrow -20 = \frac{\Delta u}{-2 \times 10^{-7}} \Rightarrow \Delta u = 4 \times 10^{-6} \text{ (J)} > 0$$

۱۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بنابراین انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد.

$$\left\{ \begin{array}{l} V_M - V_N = E \cdot MN \cos 37^\circ \\ E = \frac{V}{d} = \frac{100}{0.1} = 1000 \frac{V}{m} \end{array} \right\} \Rightarrow V_M - V_N = 1000 \times 0.1 \times \cos 37^\circ = 80V$$

۱۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در اجسام رسانا، بار الکتریکی در سطح خارجی جسم قرار می‌گیرد.

۱۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$E_1 = \frac{E}{2}$$

$$E_2 = \frac{2E}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$$

$$E = E_2 + E_1$$

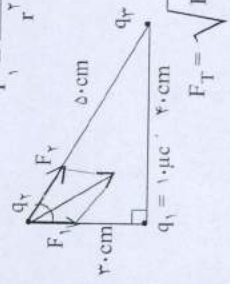
$$\frac{E}{2} = E_2 - E_1$$

دو معادله دو مجهول

۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اصل پانچ قائم‌الزاویه، فاصله‌ی بین دو بار الکتریکی q_2 و q_3 برابر با $5 \cdot \text{cm}$ می‌شود. دینامی وارد بر بار الکتریکی q_2 را مشخص می‌کنیم.

$$F_1 = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{k \times 10^{-9} \times 10 \times 10^{-9}}{(0.3)^2} = \left(\frac{4 \times 10^{-9} \times 10 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-2}} \right) \text{ N} = 1 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{kq_2q_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^{-9} \times 10^{-6} \times \frac{15}{9} \times 10^{-6}}{(0.5)^2} = \text{N} = 1 \text{ N}$$

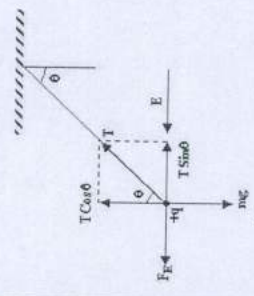


$$F_T = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2} \text{ N}$$

$$= \sqrt{2 + 2} = \sqrt{4} = \frac{2\sqrt{2}}{0} \text{ N}$$

۱۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با نوشتن معادله می‌توان به نتیجه رسید ولی در مرکز حلقه میدان صفر است. در میانه راه میدان غیر صفر است، پس باید تا قسمتی از مسیر افزایش و بعد از آن با کاهش شدت میدان روبرو باشیم.

۱۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. جهت میدان الکتریکی مطابق شکل باید رو به مغرب باشد تا نیرو F_E بتواند اثر دینامی را خنثی کند و آونگ در حال تعادل باقی بماند.



$$\begin{cases} T \sin \theta = F_E = E q \\ T \cos \theta = mg \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{E q}{mg} \Rightarrow E = \frac{mg \operatorname{tg} \theta}{q} = \frac{mg \operatorname{tg} 45^\circ}{q} = \frac{mg}{q}$$

از تقسیم دو رابطه‌ی فوق:

با ثابت بودن m و q برای تغییرات داریم: