



توجه کنید چون سوالات از ۲ شروع شده بود به شماره جوابها یکی اضافه کنید

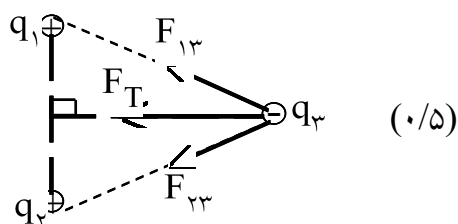
۱- مربع فاصله‌ی (۰/۲۵)

۲- منفی (۰/۲۵)

۳- $|q_1| > |q_2|$ (۰/۲۵)

۴- بار الکتریکی (۰/۲۵)

۵- نیروی الکتریکی ربایشی یا رانشی بین دو ذره‌ی باردار q_1 و q_2 که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، با حاصلضرب بار دو ذره نسبت مستقیم (۰/۲۵) و با مربع فاصله‌ی دو ذره از یکدیگر نسبت وارون دارد. (۰/۲۵)



۶-

۷- برابر یا نصف (۰/۲۵)

۸- هم جهت (۰/۲۵)

$$F_{AB} = K \frac{q_A q_B}{r^2} \quad (۰/۲۵) \quad F_{AB} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 4 \times 10^{-12}}{(۰/۰۶)^2} \quad (۰/۲۵) \quad F_{AB} = 30 \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

$$F_{CA} = F_{AB} = 30 \text{ N} \quad (۰/۲۵) \quad F_T = \sqrt{(F_{AB})^2 + (F_{CA})^2} \quad (۰/۲۵)$$

۹-

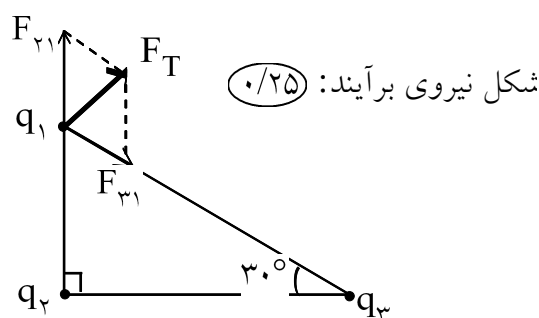
$$F_T = \sqrt{(30)^2 + (30)^2} \quad F_T = 30\sqrt{2} \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (۰/۲۵)$$

$$F_{21} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 2 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-4}} = 60 \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

$$F_{31} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 2 \times 10^{-12}}{36 \times 10^{-4}} = 20 \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

$$F_T = \sqrt{F_{21}^2 + F_{31}^2 + 2F_{21}F_{31}\cos 120^\circ} = 20\sqrt{7} \text{ N} \quad (۰/۵)$$



۱۰-

-۱۱

$$F_T = r F \cos \frac{\alpha}{r} \xrightarrow{\alpha = 120^\circ} F_T = 2 \times 3 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ N} \quad (0/25)$$

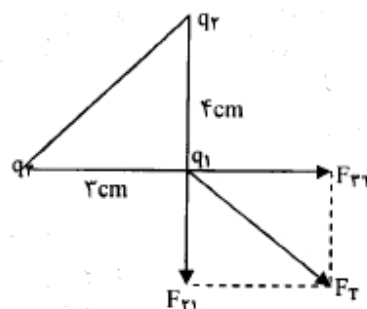
$$F_{r1} = K \frac{q_3 q_1}{r_{31}^2} \xrightarrow{(0/25)} 9 \times 10^9 \times 6 \times \frac{10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_{r1} = (120 \text{ N}) \hat{i} \quad (0/25)$$

$$F_{r1} = K \frac{q_2 q_1}{r_{21}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_{r1} = (-90 \text{ N}) \hat{j} \quad (0/25)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{r1} + \vec{F}_{r2} = (120 \text{ N}) \hat{i} - (90 \text{ N}) \hat{j} \quad (0/25)$$



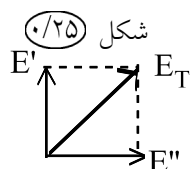
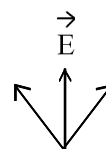
(به رسم شکل بارم تعلق نمی گیرد.)

$$r = 3\sqrt{2} \quad (0/25) \quad E_1 = E_2 = k \frac{q}{r} \quad (0/25)$$

$$(0/25)$$

-۱۳

$$E_1 = E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6}}{18 \times 10^{-4}} = 3 \times 10^7 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (0/25)$$



$$E = k \frac{q}{r} \quad (0/25)$$

$$E = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6}}{1} = 45000 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (0/25)$$

-۱۴

$$E' = E'' = 2E \quad (0/25)$$

$$E_T = 2E\sqrt{2} = 90000 \sqrt{2} \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (0/25)$$

۱۵- q_2 مثبت است $(0/25)$

-۱۶

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \quad (0/25) \Rightarrow 5 \times 10^4 = \sqrt{4^2 + E_2^2} \times 10^4 \Rightarrow E_2 = 3 \times 10^4 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

$$E_2 = \frac{Kq_2}{r^2} \Rightarrow 3 \times 10^4 = \frac{9 \times 10^9 q_2}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow q_2 = 3 \times 10^{-6} C \quad (0/25)$$

$$E_A = E_B \quad (0/25) \quad E_A = \frac{kq_A}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{16 \times 10^{-4}} = 2/25 \times 10^{+4} \frac{N}{C} \quad (0/25) \quad -17$$

$$\vec{E}_O = (2/25 \times 10^4 \vec{i} - 2/25 \times 10^4 \vec{j}) \quad (0/25) \quad -18$$

-۱۹ دو قطبی الکتریکی (0/25)

-۲۰

$$E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_2 = 30 \times 10^6 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

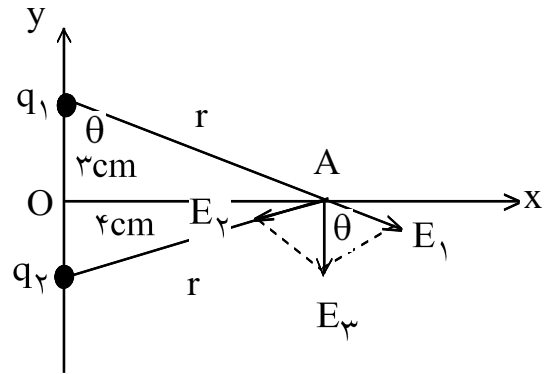
$$\Rightarrow E_T = (30 - 2/3) \times 10^6 = 27/3 \times 10^6 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

$$\leftarrow E_T \quad (0/25)$$

$$E_1 = E_2 \quad (0/25) \rightarrow k \frac{q_1}{x^2} = k \frac{q_2}{(30 - x)^2} \quad (0/25) \rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{1}{(30 - x)^2} \rightarrow x = 10 \text{ cm} \quad (0/25) \rightarrow -21$$

$$r - x = 20 \text{ cm} \quad (0/25)$$

-۲۲



$$E_1 = E_2 = K \frac{q}{r^2} \quad (0/25) = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2}$$

$$E_T = 2E_1 \cos \frac{\alpha}{2} \quad (0/25) \quad \cos \frac{\alpha}{2} = \cos \theta = \frac{3}{5} \quad (0/25)$$

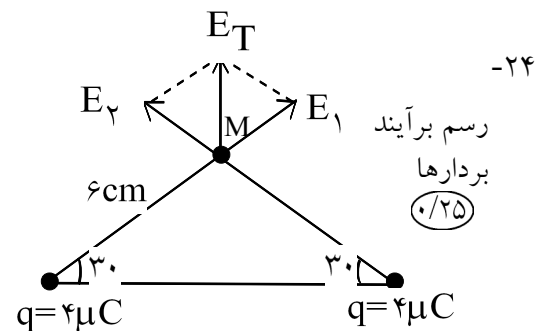
$$E_T = 2 \times \frac{9}{5} \times 10^7 \times \frac{3}{5} = \frac{54}{25} \times 10^7 \text{ N/C} \quad (0/25) \text{ یا } 21/6 \times 10^6 \text{ N/C}$$

-۲۳ در خلاف جهت (0/25)

$$E_1 = E_2 = E = \frac{Kq}{r^2} \quad (0/25) \quad E = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} = 10^7 \quad (0/25)$$

$$E_T = 2E \cos \frac{\alpha}{2} \quad (0/25) \quad E_T = 2 \times 10^7 \times \cos \frac{120}{2} \quad (0/25)$$

$$E_T = 10^7 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (0/25)$$



-۲۴

$$E_1 = E_2 \rightarrow \frac{Kq_1}{r_1^2} = \frac{Kq_2}{r_2^2} \quad (0/25) \quad \frac{2}{x} = \frac{32}{16^2} \quad (0/25) \quad \frac{1}{x} = \frac{4}{16} \rightarrow x = 4 \text{ Cm} \quad (0/25)$$

-۲۵

$$d = 16 + 4 = 20 \text{ Cm} \quad (0/25)$$

فاصله از بار کوچک تر: x و فاصله ی دوبار: d

$$E = \frac{F}{q} \quad (0/25) \quad E = \frac{5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-6}} \quad (0/25) \quad E = 2/5 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (0/25)$$

-۲۶

$$E_M = E_1 + E_2 \quad E_M = \frac{kq_1}{r_1^2} + \frac{kq_2}{r_2^2}$$

-۲۷

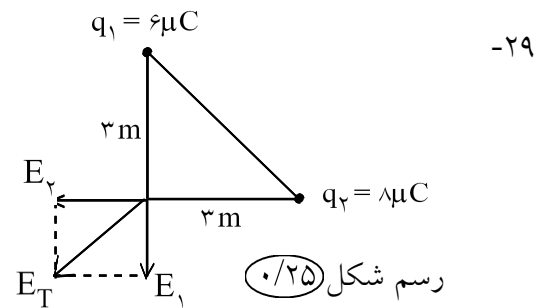
$$E_M = 9 \times 10^9 \left(\frac{5 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} + \frac{20 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \right) = 25 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

به طرف چپ

-۲۸ یکنواخت

$$E = k \frac{q}{r^2} \quad (0.25)$$

$$E_r = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6}}{9} = 8000 \frac{N}{C} \quad (0.25)$$



$$F = E_T q' = 10^4 \times 0.5 = 5000 N \quad (0.5)$$

-۳۰

-۳۱ مثبت (0.25)

-۳۲ $E_A < E_B$ (0.25)

-۳۳ نقطه‌ی B (0.25)

$$\text{الف) } E_1 = K \frac{q_1}{r_1^2} \quad (0.25) \rightarrow E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} \quad (0.25) \quad \vec{E}_r = (-2 \times 10^7) \hat{i} \quad (0.25) \quad -۳۴$$

$$E_r = K \frac{q_r}{r_r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} \quad (0.25) \quad E_r = (-2 \times 10^7) \hat{i} \quad (0.25)$$

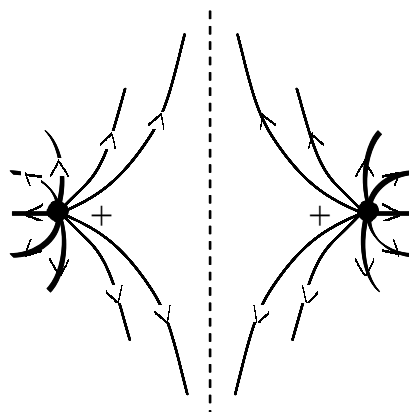
$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_r = (10^7) \hat{i} = (-10^7) \hat{i} \quad (0.25)$$

ب)

$$E_1 = K \frac{q_1}{r_1^2} \quad (0.25) \rightarrow E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(0.1)^2} \quad (0.25) \rightarrow E_1 = 18 \times 10^4 \frac{N}{C} \quad (0.25) \quad -۳۵$$

$$E_1 = E_r = 18 \times 10^4 \frac{N}{C} \quad (0.25)$$

$$\vec{E}_A = 10^4 (9 - 9) \hat{i} + 10^4 (9\sqrt{3} + 9\sqrt{3}) \hat{j} \quad (0.25) \rightarrow \vec{E}_A = 18\sqrt{3} \times 10^4 \hat{j} \quad (0.25)$$

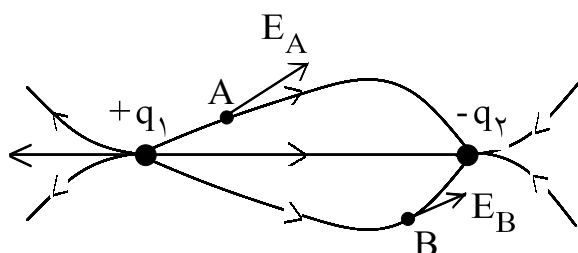


۳۶- رسم کامل (۰/۵)

۳۷- دقت شود باید هر بردار مماس بر خط های میدان در هر

نقطه باشد.

(هر مورد (۰/۲۵))



۳۸- مماس (۰/۲۵)

۳۹- الف) مثبت (۰/۲۵) ب) $|q_2| = |q_1|$ (۰/۲۵) پ) نقطه‌ی A (۰/۲۵)

۴۰- داخل ظرف شیشه‌ای مقداری روغن مایع می‌ریزیم و دو ورقه‌ی آلومینیومی را به صورت دو گلوله‌ی کوچک هم اندازه در می‌آوریم (۰/۲۵) و سپس آن‌ها را سیم‌های رابط به پایانه‌های خروجی مولد واندوگراف وصل می‌کنیم (۰/۲۵) مولد را روشن می‌کنیم و مقداری بذر چمن را در فضای بین دو گلوله می‌پاشیم. سمت‌گیری دانه‌های بذر در اطراف دو گلوله، طرح خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهند. (۰/۲۵)

۴۱- از چپ به راست چون انرژی آزاد شده، پس بار مثبت به صفحه‌ی منفی نزدیک می‌شود. (۰/۵)

۴۲- $V_A > V_B$ (۰/۲۵)

۴۳- $\Delta U = q\Delta V$ (۰/۲۵) $-200 = 2(V_B - 100)$ (۰/۲۵) $V_B = 0$ (۰/۲۵)

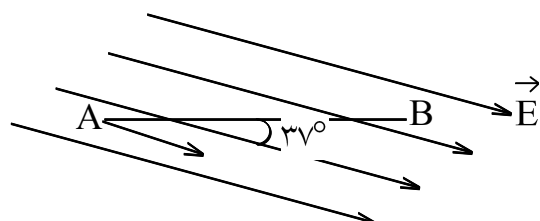
۴۴- صفحه‌ی B (۰/۲۵)

۴۵- $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ (۰/۲۵) $\Delta U = (-10 + 40) \times 3 \times 10^{-6} = 9 \times 10^{-5} \text{ J}$ (۰/۲۵) (۰/۲۵)

۴۶- هم جهت $(\frac{0}{25})$ - کاهش $(\frac{0}{25})$

۴۷- الف) پتانسیل الکتریکی B بیش تر است. $(\frac{0}{25})$ ب) افزایش می یابد. $(\frac{0}{25})$

۴۸- $V_A = V_B$ $(\frac{0}{25})$ و $\delta_A > \delta_B$ $(\frac{0}{25})$



$$10^{-5} \times 10^{-6} \times \cos 37^\circ = -64 \times 10^{-5} \text{ J} \quad (\frac{0}{25})$$

در صورتی که به دلیل ندانستن مقدار $\cos 37^\circ$ جواب آخر را به دست نیاورده است نمره ی کامل داده شود.

مسیر	پتانسیل الکتریکی (V)	انرژی پتانسیل الکتریکی (U)	میدان الکتریکی (E)
A $\rightarrow$ B			
B $\rightarrow$ C			

۵۰-

۵۱- نادرست $(\frac{0}{25})$

۵۲- الف) ثابت $(\frac{0}{25})$ ب) ثابت $(\frac{0}{25})$ پ) کاهش $(\frac{0}{25})$ ت) افزایش $(\frac{0}{25})$

۵۳- الف) نقطه ی A $(\frac{0}{25})$ ب) AB $(\frac{0}{25})$ پ) BC $(\frac{0}{25})$

۵۴-

مسیر	(V)	(U)	(E)
	ثابت		ثابت
	کاهش		

۵۵-

$$\Delta U = q\Delta V = -2 \times (-12) = 24 \mu\text{J}$$

۵۶- افزایش می یابد.

$$E = \frac{V}{d} = \frac{12}{2 \times 10^{-2}} = 600 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

۵۷-

۵۸- $V_A < V_B = V_C$ $(\frac{0}{5})$

۵۹- چون بار الکتریکی منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می کند و به صفحه ی مثبت نزدیک می شود، انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد. (۰/۵)

۶۰- افزایش

۶۱- مثبت (۰/۲۵)

۶۲- الف) نقطه ی A (۰/۲۵) ب) افزایش (۰/۲۵) پ) $V_A > V_B$ (۰/۲۵) ت) منفی (۰/۲۵)

۶۳- $\Delta V = -Ed \cos \alpha$ (۰/۲۵) $\rightarrow \Delta V = -(10^6)(0.2)(-\cos 37^\circ)$ (۰/۲۵)

$\Delta V = 16 \times 10^4 \text{ V}$ (۰/۲۵)

۶۴- بیش تر (۰/۲۵)

۶۵- خیر (۰/۲۵) بار الکتریکی داده شده به ظرف رسانای A، به سطح خارجی آن می رود. (۰/۵)

۶۶- کره (۰/۲۵)

۶۷- شکل (۲) (۰/۲۵)، زیرا بار رسانای B در سطح داخلی باقی نمی ماند و به سطح خارجی منتقل می شود. (۰/۵)

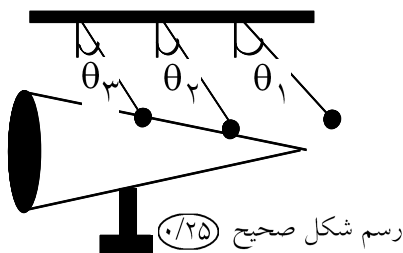
۶۸- چگالی سطحی بار الکتریکی (۰/۲۵)

۶۹- چون چگالی سطحی بار در نقاط نوک تیز بیشتر است (۰/۲۵) پس به

گلوله ی (۱) نیروی بیشتری وارد می شود و بیش تر منحرف می گردد (۰/۲۵)

سپس گلوله ی (۲) و گلوله ی (۳) کم تر از بقیه منحرف می شود. (۰/۲۵)

$$\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$$



۷۰- آونگ ها از مخروط فاصله می گیرند به طوری که انحراف آونگ های (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب از بیش تر به کم تر خواهد بود.

۷۱- در اجسام رسانای باردار، چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز بیشتر است.

۷۲- چگالی سطحی بار الکتریکی در قسمت های برجسته و نوک تیز بیشتر است.

۷۳- خارجی (۰/۲۵)

۷۴- متقارن (۰/۲۵)

۷۵- نادرست (۰/۲۵)

۷۶- نادرست (۰/۲۵)

۷۷- الف) گلوله بدون بار می شود. (۰/۲۵)

ب) از این آزمایش نتیجه می گیریم که، بار اضافی داده شده به یک جسم رسانای منزوی، بر روی سطح خارجی آن توزیع می شود. (۰/۵)

۷۸- افزایش می یابد (۰/۲۵) زیرا برای جدا کردن بار مثبت از صفحه منفی و جابه جایی آن در خلاف جهت میدان الکتریکی باید انرژی مصرف کنیم. (۰/۲۵)

۷۹- وارون (۰/۲۵)

-۸۰

$$V_1 = V_2 \quad (0/25) \quad \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \quad (0/25) \quad \frac{q_2}{q_1} = \frac{2C}{C} = 2 \quad (0/25) \quad -81$$

$$\frac{C'}{C} = \frac{k\epsilon \cdot \frac{A'}{d'}}{k\epsilon \cdot \frac{A}{d}} \quad (0/25) \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{\frac{A}{2}}{A} \times \frac{d}{2d} \quad (0/25) \Rightarrow C' = \frac{1}{4}C \quad (0/25) \quad -82$$

-۸۳

۸۴- دی الکتریک (۰/۲۵)

	بار		
الف	ثابت	کاهش	۰/۲۵
ب			

هر مورد (۰/۲۵)

$$C_1 = C_2 \Rightarrow V_1 = V_2 \quad (۰/۲۵) \quad V_2 = \frac{100}{2} = 50 \text{ V} \quad (۰/۲۵) \quad -۸۶$$

۸۷- فروشکست (۰/۲۵)

۸۸- کاهش (۰/۲۵)

۸۹- خازن پر شده از مولد جدا شده است پس بار الکتریکی ثابت (۰/۲۵) ظرفیت خازن افزایش (۰/۲۵) اختلاف پتانسیل کاهش (۰/۲۵) و انرژی ذخیره شده در آن کاهش (۰/۲۵) می یابد.

۹۰- الف) منفی (۰/۲۵) ب) برابر با (۰/۲۵) پ) کم تر از (۰/۲۵)

$$V_2 = V_3 = V_{2,3} = 10 \text{ V} \quad (۰/۲۵) \quad -۹۱ \text{ الف)}$$

$$V_1 = V_T - V_{2,3} = 24 - 10 = 14 \text{ V} \quad (۰/۲۵) \quad \text{ب)}$$

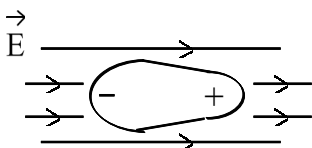
۹۲- الف) ۲ (۰/۲۵) ب) ۴ (۰/۲۵) پ) ۱ (۰/۲۵) ت) ۵ (۰/۲۵)

۹۳- ۱- بستگی دارد. (۰/۲۵) ۲- بستگی دارد. (۰/۲۵) ۳- بستگی ندارد. (۰/۲۵)

۹۴- اتم های ماده ی الکتریکی در میدان الکتریکی قطبیده می شوند. (۰/۲۵) و در مجاورت صفحه های خازن در سطح دی الکتریک بارهای غیر همنام با بار صفحه ایجاد می شود. (۰/۲۵) و این باعث می شود که با ولتاژ ثابت، بار خازن افزایش یابد و این به معنای افزایش ظرفیت خازن است. (۰/۲۵)

۹۵- بار الکتریکی

۹۶- اتمی که مرکز مؤثر بارهای مثبت و منفی آن از هم جدا شده اند.



$$V' = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 + 0}{C_1 + C_2} = 120 \text{ V} \quad -97$$

۹۸- انرژی ای که باتری مصرف می کند تا در خازن بار الکتریکی ذخیره شود، به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن ذخیره می شود. (۰/۵)

-۹۹

۱۰۰- الف) ۳ (۰/۲۵) ب) ۱ (۰/۲۵) پ) ۲ (۰/۲۵)

-۱۰۱

$$C_{2,3} = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2 \mu\text{F} \quad (۰/۲۵), \quad C_T = 2 + 2 = 4 \mu\text{F} \quad (۰/۲۵)$$

۱۰۲- الف) ثابت (۰/۲۵) ب) افزایش (۰/۲۵) پ) کاهش (۰/۲۵)

۱۰۳- مقدار بیشینه ی میدان الکتریکی ای که دی الکتریک می تواند بدون فرو ریزش تحمل کند را قدرت (استقامت) دی الکتریک می نامند. (۰/۵)

$$\text{a) } U = \frac{1}{2} C_{eq} V^2 \quad (۰/۲۵) \rightarrow 25 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times C_{eq} \times 100^2 \quad (۰/۲۵) \quad -104$$

$$C_{eq} = 5 \mu\text{F} \quad (۰/۲۵)$$

چون ظرفیت معادل بیش تر از ظرفیت یکی از خازن هاست، پس به صورت موازی بسته شده اند. (۰/۲۵)

$$\text{b) } C_{eq} = C_1 + C_2 \quad (۰/۲۵) \quad C_2 = C_{eq} - C_1 = 5 - 2 = 3 \mu\text{F} \quad (۰/۲۵)$$

$$\text{الف) } q_1 = q_T = q_{2,3} = 180 \mu\text{C} \quad -105$$

$$C_{2,3} = C_2 + C_3 = 2 + 4 = 6 \mu\text{F} \quad (۰/۲۵)$$

$$V_T = \frac{q_T}{C_{eq}} \quad (۰/۲۵) \quad V_T = \frac{180}{2} = 90 \text{ V} \quad (۰/۲۵)$$

$$\text{ب) } U_T = \frac{1}{2} C_{eq} V_T^2 \quad (۰/۲۵) \quad U_T = \frac{1}{2} \times 2 \times 90^2 = 8100 \mu\text{J} \quad (۰/۲۵)$$

۱۰۶- به لحاظ میکروسکوپی، فروریزش الکتریکی ناشی از کنده شدن الکترون‌های اتم‌های ماده‌ی دی الکتریک توسط میدان الکتریکی (۰/۲۵) و سپس رانده شدن این الکترون‌ها توسط میدان الکتریکی و ایجاد یک مسیر رسانایی بین دو صفحه‌ی خازن است. (۰/۲۵)

$$q = C_{eq} V \quad (0/25) \rightarrow C_{eq} = \frac{100}{10} = 10 \mu F \quad (0/25) \quad -107$$