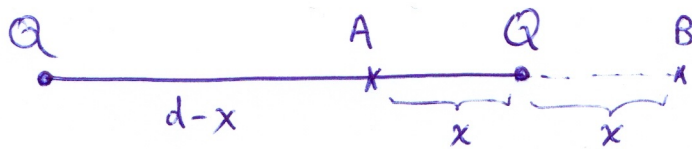


پاسخنامه تشریحی مرحله اول - درج ۳۴ - کد ۱

المپیاد فیزیک ایران - ایرانفو



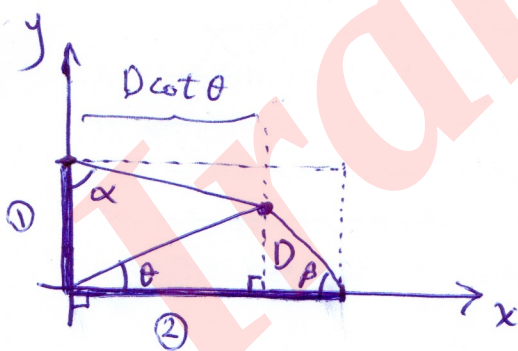
$$x < \frac{d}{2}$$

(۱)

$$\left. \begin{aligned} E_A &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x^2} - \frac{1}{(d-x)^2} \right) \\ E_B &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(d+x)^2} \right) \end{aligned} \right\} \frac{E_B}{E_A} = \frac{\frac{1}{x^2} + \frac{1}{(d+x)^2}}{\frac{1}{x^2} - \frac{1}{(d-x)^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{\frac{x^2 + (d+x)^2}{x^2(d+x)^2}}{\frac{(d-x)^2 - x^2}{x^2(d-x)^2}} = \frac{(d-x)^2}{(d+x)^2} \cdot \frac{d^2 + 2x^2 + 2dx}{d^2 - 2dx}$$

گزیده = ۱



$$\vec{E}_1 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 D \cos \theta} \left[\left(\sin\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right) - \sin \alpha \right) (-\hat{j}) + \left(\cos \alpha - \cos\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right) \right) (\hat{i}) \right] \quad (۲)$$

$$\vec{E}_2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 D} \left[\left(\sin(\pi - \beta) - \sin \theta \right) \hat{i} + \left(\cos \theta - \cos(\pi - \beta) \right) \hat{j} \right]$$

$$\alpha = 0, \beta = 0$$

چون صیغه از هر دو طرف نامتناهی است پس:

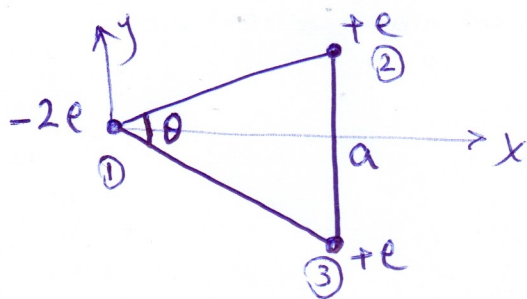
$$\vec{E}_B = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 D} \left[\left(\frac{1 + \sin \theta}{\cos \theta} - \sin \theta \right) \hat{i} + \left(\frac{-\cos \theta}{\cos \theta} + \cos \theta + 1 \right) \hat{j} \right]$$

$$\frac{E_y}{E_x} = 2 \quad \text{گزیده ۲}$$

امیر پرتوی

با فرض اینکه $\cos \theta = 0.8$ و $\sin \theta = 0.6$

$$\vec{P} = \sum q_i \vec{r}_i$$



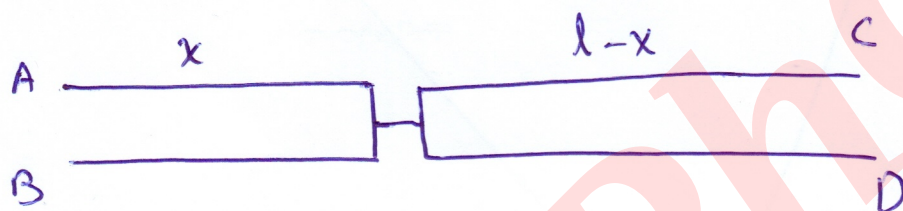
$$\vec{r}_1 = 0$$

$$\vec{r}_2 = \frac{a}{2} \cot \frac{\theta}{2} \hat{i} + \frac{a}{2} \hat{j}$$

$$\vec{r}_3 = \frac{a}{2} \cot \frac{\theta}{2} \hat{i} - \frac{a}{2} \hat{j}$$

$$\vec{P} = \sum q_i \vec{r}_i = (-2e)(0) + e \left(a \cot \frac{\theta}{2} \hat{i} \right) \rightarrow \underline{P = ea \cot \frac{\theta}{2}}$$

گزینه ۱



$$R = \rho \frac{l}{A}$$

(۴)

$$R_{AB} \propto 2x$$

$$\Rightarrow \frac{R_{AB}}{R_{CD}} = \frac{x}{l-x} = \frac{450}{720} = \frac{5}{8}$$

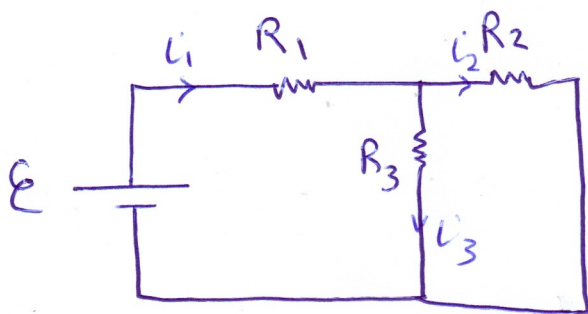
$$R_{CD} \propto 2(l-x)$$

$$\Rightarrow 8x = 5l - 5x \rightarrow x = \frac{5}{13} l = \frac{5}{13} \times 9.1 =$$

$$\rightarrow \underline{x = 3.5 \text{ km}}$$

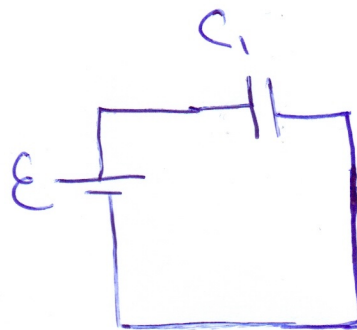
گزینه ۳

-۵

 $t=0$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{\frac{3}{2}R}$$

$$I_2 = I_3 = \frac{I_1}{2} \Rightarrow V_2 = \frac{\varepsilon}{3} \quad \textcircled{I}$$

 $t=\infty$

$$V_1 = \varepsilon \quad \textcircled{II}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{3}$$

گزینه ۴

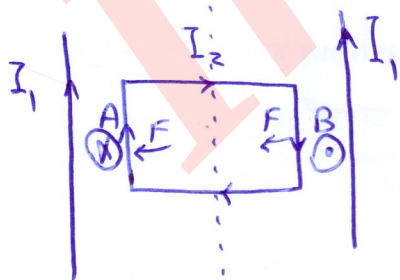
-۶

جهت جریان رو به بیرون صفحه است : $\textcircled{O}$ I

جهت میدان از N به S است : $\rightarrow B$

جهت نیرو در جهت مثبت است : $\uparrow F$

نقطه درگزینه ۳ این حالت برقرار است.



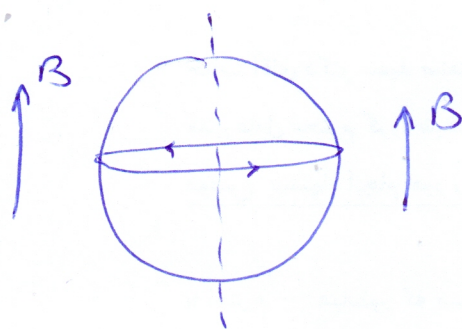
در سمت A برآیند میدان مغناطیسی ناشی

از دویم I_1 به سمت درون صفحه است و در

سمت B به سمت خارج صفحه. با توجه به جریان I_2 ، برآیند نیروها

به سمت چپ است. پس گزینه ۱ صحیح است.

-۷



نیروی mg و qE به سمت مرکز است.

نیروی qvB در یک حالت به سمت مرکز و

در حالت دیگر به سمت خارج مرکز است.

(۸)

$$qv_2B + mg + qE = \frac{mv_2^2}{R} \Rightarrow \frac{m}{R}v_2^2 - qBv_2 - (mg + qE) = 0$$

$$-qv_1B + mg + qE = \frac{mv_1^2}{R} \Rightarrow \frac{m}{R}v_1^2 + qBv_1 - (mg + qE) = 0$$

$$\Rightarrow v_2 - v_1 = \frac{qB}{\frac{m}{R}} = \frac{qRB}{m} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 6.4 \times 10^6 \times 50 \times 10^{-6}}{10^{-18}}$$

$$\Rightarrow \underline{v_2 - v_1 = 51.2 \text{ m/s}} \quad \left[\begin{array}{l} \text{گزینه ۱} \end{array} \right]$$

$$r = 100 \text{ nm} = 100 \times 10^{-9} \text{ m} = 10^{-7} \text{ m}$$

$$\rho = 0.95 \text{ g/cm}^3 = 950 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \approx 4r^3 = 4 \times 10^{-21} \text{ m}^3$$

حجم هر ذره

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 950 \times 4 \times 10^{-21} = 3.8 \times 10^{-18} \text{ kg}$$

$$\text{تعداد کل ذرات} : 90 \times 10^6 \times 10^9 = 9 \times 10^{16}$$

$$\text{جرم کل ذرات} : 9 \times 10^{16} \times 3.8 \times 10^{-18} = 34.2 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$= 342 \text{ gr} \approx 360 \text{ gr}$$

گزینه ۳

$$f = k \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} \cdot \frac{1}{R^n}$$

-10

$$[\sigma] = \frac{[F]}{L} = \frac{MLT^{-2}}{L} = MT^{-2}$$

$$[\rho] = ML^{-3}, \quad [f] = T^{-1}$$

$$\Rightarrow T^{-1} = \sqrt{\frac{MT^{-2}}{ML^{-3}}} L^{-n} = T^{-1} L^{\frac{3-n}{2}} \rightarrow \boxed{n = \frac{3}{2}} \quad \begin{matrix} \text{گزینه} \\ 3 \end{matrix}$$

$$\text{حجم نورکدو} : \frac{4}{3} \pi r^3 \approx 4 \times (10^{-15})^3 = 4 \times 10^{-45} \text{ m}^3$$

-11

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1.67 \times 10^{-27}}{4 \times 10^{-45}} \approx 4.2 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3 \quad \text{گرمای نورکدو}$$

$$M = 2 \times 10^{30} \text{ kg} \quad \text{مجموعه} \quad , \quad 4R^3 \quad \text{حجم نورکدو}$$

$$4.2 \times 10^{17} = \frac{2 \times 10^{30}}{4 \times R^3} \Rightarrow R^3 = \frac{2 \times 10^{30}}{4 \times 4.2 \times 10^{17}} \approx 1 \times 10^{12}$$

$$\rightarrow \boxed{R = 10^4 \text{ m}} \quad \begin{matrix} \text{گزینه} \\ 2 \end{matrix}$$

-۱۲

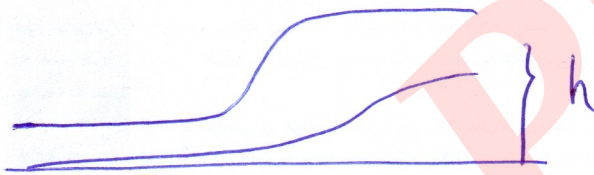
$$v_0^2 = 2as \rightarrow s_2 = \frac{v_0^2}{2a} \quad \text{مسافت : دره دوم}$$

$$v_0 = at \rightarrow t_2 = \frac{v_0}{a} \quad \text{زمان توقف}$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad \text{ذره اول :}$$

$$\rightarrow s_1 = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} + \frac{1}{2} a \left(\frac{v_0}{a} \right)^2 = \frac{3}{2} \frac{v_0^2}{a}$$

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{v_0^2/2a}{3 v_0^2/2a} = \frac{1}{3} \quad \left(\begin{array}{l} \text{نسبت} \\ 2 \\ 3 \end{array} \right)$$



$$q = Av \rightarrow v = \frac{q}{A} = \frac{4q}{\pi D^2}$$

$$\dot{m} = \rho q = 10^3 \times 4.8 = 4800 \text{ kg/s}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 585 \text{ km} \\ D = 2200 \text{ mm} \\ P = 140 \times 10^6 \text{ W} \\ q = 4.8 \text{ m}^3/\text{s} \\ h = 1352 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + mgh \rightarrow \dot{E} = \left(\frac{1}{2} v^2 + gh \right) \dot{m} = \left(\frac{1}{2} v^2 + gh \right) \rho q$$

$$= 10^3 \times 4.8 \left(\frac{1}{2} \times \frac{16 \times 4.8^2}{\pi^2 \times 2.2^4} + 10 \times 1352 \right) = 64.91 \text{ MW}$$

$$\text{توان اضافی} = 140 - 64.9 \approx 75$$

$$\frac{75}{140} \approx 0.54 \quad \left(\begin{array}{l} \text{نسبت} \\ 3 \end{array} \right)$$

(۱۴) اگر در هر برخورد ۱۹٪ انرژی خود را از دست بدهد پس ۸۱٪ باقی

$$E = mgh_0 \quad \text{می ماند}$$

$$E \rightarrow 0.81 E \rightarrow (0.81)^2 E \rightarrow \dots \rightarrow (0.81)^n E$$

پس بعد از برخورد n ام انرژی کل آن برابر است با $(0.81)^n E$

$$(0.81)^n E = mgh_n \rightarrow h_n = (0.81)^n h_0 < 0.3 h_0$$

$$\rightarrow (0.81)^n < 0.3 \rightarrow n(4\log 3 - 2\log 10) < \log 3 - \log 10$$

$$n(4 \times 0.477 - 2) < 0.477 - 1$$

$$n \times (-0.092) < (-0.523)$$

$$\Rightarrow n > \frac{0.523}{0.092} \rightarrow n > 5.68 \Rightarrow \underline{n > 6} \quad \left[\begin{array}{l} \text{کزیه} \\ 2 \end{array} \right]$$

$$540 = 300 + 1.2 \times V \rightarrow V = 200 \text{ cm}^3$$

حجم ظرف

$$460 = 300 + \rho_B \times 200 \rightarrow \rho_B = 0.8 \text{ gr/cm}^3$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{1}{3}$$

$$m_A = 1.2 \times V_A$$

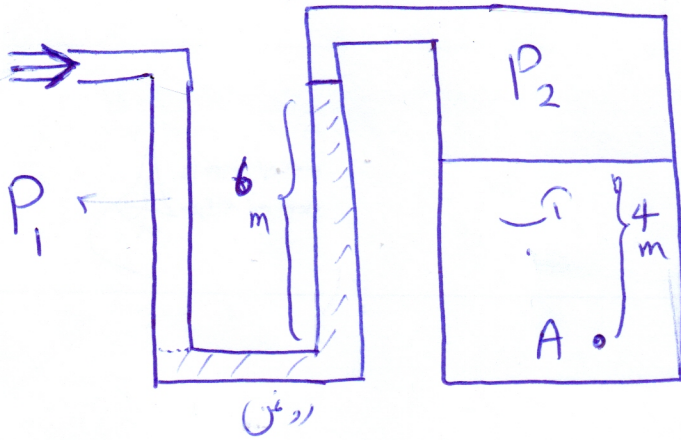
$$m_B = 0.8 \times V_B = 0.8 \times 3V_A = 2.4V_A$$

$$\left. \begin{array}{l} m_A = 1.2 \times V_A \\ m_B = 2.4V_A \end{array} \right\} m_{\text{کل}} = 3.6V_A$$

$$V_{\text{کل}} = V_A + V_B = V_A + 3V_A = 4V_A$$

$$\rho_{\text{کل}} = \frac{3.6V_A}{4V_A} = 0.9 \text{ gr/cm}^3 \quad \left[\begin{array}{l} \text{کزیه} \\ 3 \end{array} \right]$$

-14



$$P_A = P_2 + \rho g h_{\text{ب}}$$

$$= P_2 + 1000 \times 10 \times 4 \text{ Pa} \quad \textcircled{\text{I}}$$

$$P_1 = P_2 + \rho_m g h_{\text{د}}$$

$$= P_2 + 800 \times 10 \times 6 \text{ Pa} \quad \textcircled{\text{II}}$$

$$P_1 = 25 \times 10^{-3} \times 10 \times 13.6 \times 10^3 + 100 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$P_1 = 103.4 \times 10^3 \text{ Pa} \quad \textcircled{\text{III}}$$

$$\Rightarrow \textcircled{\text{II}}, \textcircled{\text{III}}: 103.4 \times 10^3 = P_2 + 48 \times 10^3 \rightarrow P_2 = 55.4 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow P_A = 55.4 \times 10^3 + 40 \times 10^3 = 95.4 \times 10^3 \text{ Pa} = 95.4 \text{ kPa}$$

کزینه 2

اگر طول کل لوله L ، مساحت مقطع آن A باشد

-15

$$\Delta P \cdot A \cdot L = \rho A L \cdot C \cdot \Delta T$$

$$\Delta P = \rho C \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = \frac{\Delta P}{\rho C} = \frac{(15 - 5) \times 10^5}{10^3 \times 4200}$$

$$\Delta T = \frac{10}{42} \approx 0.24^\circ \text{C}$$

کزینه 4

-۱۸

$$v = \rho^\alpha g^\beta h^\gamma$$

$$LT^{-1} = (ML^{-3})^\alpha (LT^{-2})^\beta L^\gamma$$

$$LT^{-1} = M^\alpha L^{-3\alpha+\beta+\gamma} T^{-2\beta} \Rightarrow \begin{cases} \alpha=0 \\ \beta=\frac{1}{2} \\ \gamma=\frac{1}{2} \end{cases}$$

عبرتت بیرون بجز

$$\Rightarrow v = k \sqrt{gh}$$

طبق قانون شکست امواج:

$$\frac{\sin \theta_1}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{v_2} \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sqrt{h_1}} = \frac{\sin \theta_2}{\sqrt{h_2}}$$

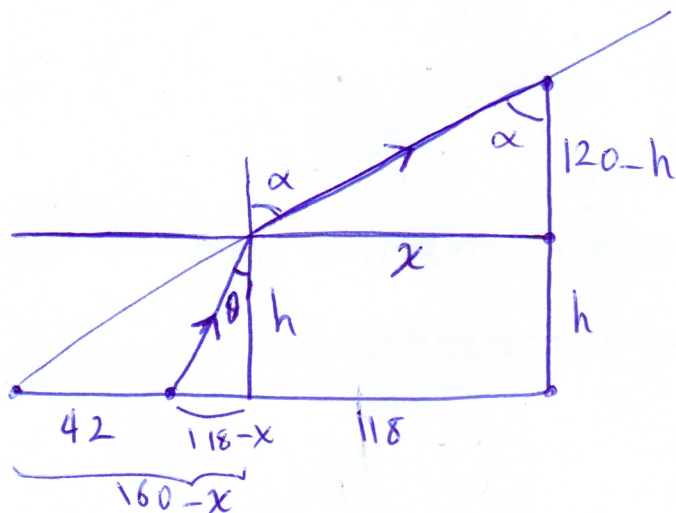
$$\Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{1/2}{\sqrt{2}/2} \right)^2 = \frac{1}{2} \quad \left[\text{گزینه ۱} \right]$$

گزینه ۴ درست است.

-۱۹

(با توجه به اصل فرسا و همزمانی حرکت امواج)

-۲۰



$$n \sin \theta = \sin \alpha$$

$$n = \frac{4}{3}$$

$$\tan \alpha = \frac{160}{120} = \frac{4}{3} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3} \sin \theta = \frac{4}{5} \rightarrow \sin \theta = \frac{3}{5} \rightarrow \tan \theta = \frac{3}{4}$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{120-h} = \frac{4}{3} \rightarrow 3x = 480 - 4h \rightarrow 3x + 4h = 480 \quad \text{I}$$

$$\tan \theta = \frac{118-x}{h} = \frac{3}{4} \Rightarrow 3h = 472 - 4x \rightarrow 4x + 3h = 472 \quad \text{II}$$

$$\text{I, II} \Rightarrow \underline{h = 72 \text{ cm}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{گزینه ۴} \end{array} \right)$$

$$\frac{hc}{\lambda} = K + \Delta \Rightarrow \Delta K = hc \Delta \left(\frac{1}{\lambda} \right)$$

-۲۱

$$2.3 - 0.9 = 1240 \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{258} \right) = 1.4$$

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{7}{6200} + \frac{1}{258} \approx \frac{1}{200} \Rightarrow \underline{\lambda \approx 200 \text{ nm}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{گزینه ۲} \end{array} \right)$$

$$45 \text{ mGy} = 45 \times 10^{-3} \text{ J/kg} = 45 \times 10^{-6} \text{ J/gr}$$

(۲۲)

$$\frac{45 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.8 \times 10^{14} \text{ eV/gr}$$

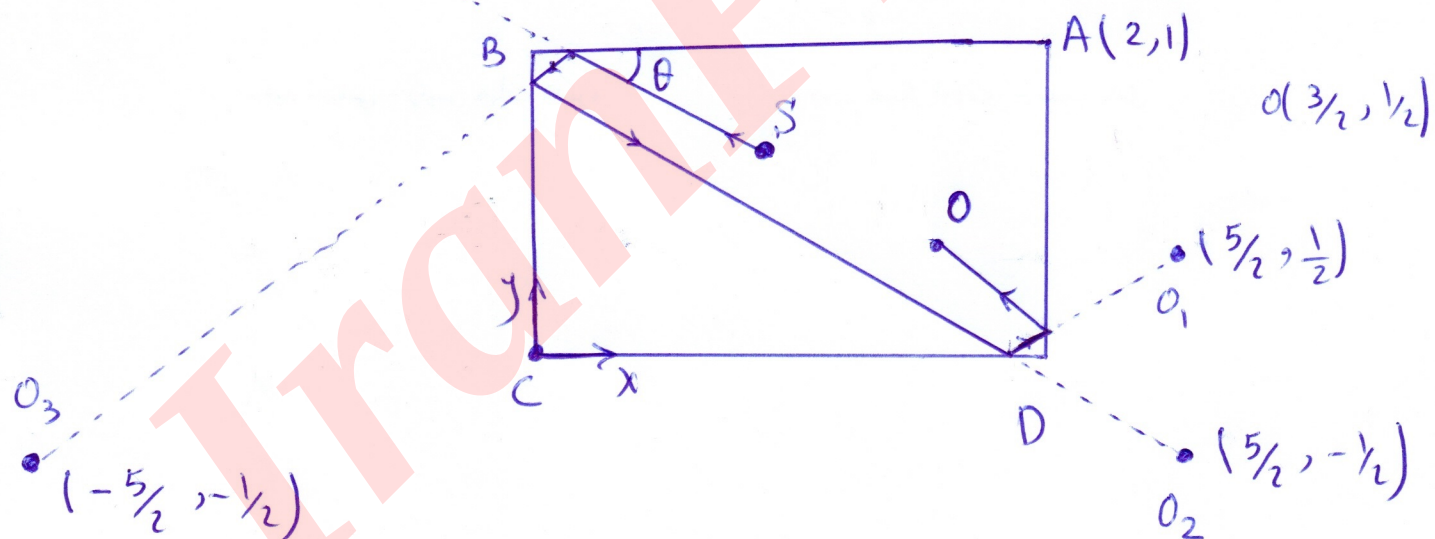
$$\frac{2.8 \times 10^{14}}{2.8 \times 10^6} = 10^8 \text{ فوتون/gr}$$

۰۴

$(-\frac{5}{2}, \frac{5}{2})$

پاسخ کوتاه

① راه حل تشریحی این سؤال در کتاب دوره دسی فیزیک (مقدمه ها)



$$\left. \begin{array}{l} O_4: (-\frac{5}{2}, \frac{5}{2}) \\ S: (\frac{3}{4}, \frac{3}{5}) \end{array} \right\} \tan \theta = \frac{\frac{5}{2} - \frac{3}{5}}{\frac{3}{4} + \frac{5}{2}} = \frac{\frac{25-6}{10}}{\frac{6+20}{8}} = \frac{\frac{19}{10}}{\frac{26}{8}}$$

$$\Rightarrow 100 \tan \theta = \frac{8 \times 190}{26} = 58.46 \rightarrow \underline{58}$$

امیر پرتوی

(۲)

$$q = C_1 V$$

$$C = K \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2$$

$$E_2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_2} = \frac{1}{2} \frac{C_1^2 V^2}{C_2}$$

$$E_2 = \frac{C_1}{C_2} \left(\frac{1}{2} C_1 V^2 \right)$$

$$E_1 - E_2 = m C \Delta T \Rightarrow \left(\frac{1}{2} C_1 V^2 \right) \left(1 - \frac{C_1}{C_2} \right) = \rho A d C \Delta T$$

$$\left. \begin{array}{l} C_1 = \epsilon_0 \frac{A}{d} \\ C_2 = K \epsilon_0 \frac{A}{d} \end{array} \right\} \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{K}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{A}{d} V^2 \left(1 - \frac{1}{K} \right) = \rho A d C \Delta T$$

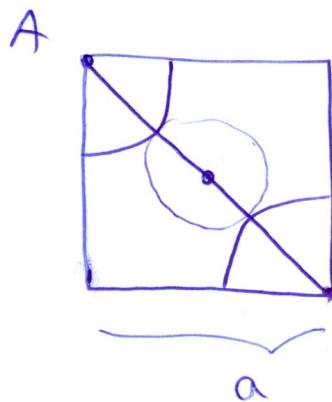
$$\Rightarrow d^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 V^2}{\rho C \Delta T} \left(1 - \frac{1}{K} \right) \Rightarrow d^2 = \frac{1}{2} \times \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 1.46^2 \times 10^6}{8.85 \times 10^2 \times 10^3 \times 10^{-3}} \left(1 - \frac{1}{2} \right)$$

$$d^2 = \frac{1}{4} \times (1.46)^2 \times 10^{-8} \rightarrow d = \frac{1.46}{2} \times 10^{-4} = \frac{146}{2} \mu m = \underline{\underline{73 \mu m}}$$

در یک مکعب به تعداد زیر اتم وجود دارد:

(۳-)

$$8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 1 + 3 = 4$$



$$AB = 4r = a\sqrt{2} \rightarrow r = a \frac{\sqrt{2}}{4} = a 2^{-3/2}$$

$$\text{حجم مکعب} = a^3$$

$$\text{حجم کره اتم} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi a^3 \times 2^{-9/2}$$

$$\frac{\text{نسبت حجم اتمها}}{\text{حجم مکعب}} = \frac{4 \times \frac{4}{3} \pi a^3 \times 2^{-9/2}}{a^3} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \approx 74\%$$

موفق باشید

امیر پرتوی

۲۴ اسفند ۱۳۹۹

iranpho.ir