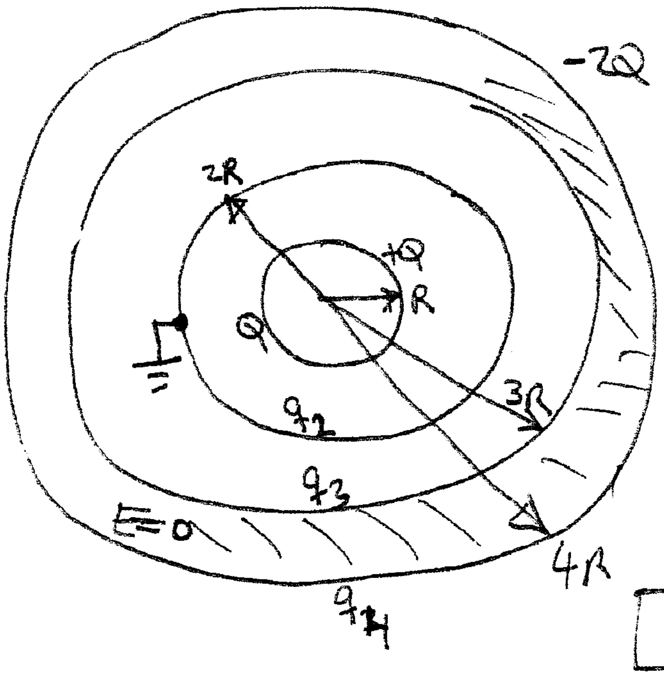
1) (א) 10 נק'



$V_2=0$

$$\cancel{k}\frac{Q}{2\cancel{R}}+\cancel{k}\frac{q_2}{2\cancel{R}}+\cancel{k}\frac{q_3}{3\cancel{R}}+\cancel{k}\frac{q_4}{4\cancel{R}}=0$$

$$\boxed{\frac{Q}{2}+\frac{q_2}{2}+\frac{q_3}{3}+\frac{q_4}{4}=0} \quad (1)$$

מטען הקליפה המוליכה השלמה הוא אפס, לפיכך:

$$\boxed{Q+q_2+q_3=0} \quad (2)$$

כמו כן נתון:

$$\boxed{q_3+q_4=-2Q} \quad (3)$$

נציב משוואה — עם אחרות נקבל:

$$(1) \quad \frac{Q}{2}+\frac{q_2}{2}+\frac{q_3}{3}+\frac{-2Q-q_3}{4}=0$$

$$\frac{q_2}{2}+\frac{q_3}{3}-\frac{q_3}{4}=0 \qquad \boxed{\frac{q_2}{2}+\frac{1}{12}q_3=0}$$

$$(2) \quad Q+q_2+q_3=0$$

$$(1) \quad q_2+\frac{1}{6}q_3=0$$

$$Q+\frac{5}{6}q_3=0 \qquad \boxed{q_3=-\frac{6}{5}Q}$$

$$(3) \quad q_3+q_4=-2Q \qquad -\frac{6}{5}Q+q_4=-2Q \qquad +\frac{4}{5}Q+q_4=0 \qquad \boxed{q_4=-\frac{4}{5}Q}$$

$$(2) \quad Q+q_2+q_3=0 \qquad q_2=-Q-q_3=-Q+\frac{6}{5}Q=\frac{1}{5}Q \qquad \boxed{q_2=\frac{1}{5}Q}$$

חלק א $\boxed{q_2=\frac{1}{5}Q \qquad q_3=-\frac{6}{5}Q \qquad q_4=-\frac{4}{5}Q}$ 10 נק'

(2) 5 נק'

אזור 1 $\boxed{V_1=+k\frac{Q-2Q}{r}+k\frac{\frac{1}{5}Q}{r}=-\frac{4}{5}k\frac{Q}{r}}$ $\boxed{4R<r}$

$$V_2=k\frac{Q}{r}+k\frac{1}{5}\frac{Q}{r}+k\frac{-\frac{6}{5}Q}{r}+k\frac{-\frac{4}{5}Q}{4R} \qquad \boxed{3R<r<4R}$$

אזור 2 $\boxed{V_2=\frac{kQ}{r}\left(1+\frac{1}{5}-\frac{6}{5}\right)-\frac{1}{5}k\frac{Q}{R}=-\frac{1}{5}k\frac{Q}{R}}$

$$\boxed{2R<r<3R}$$

$$V_3=k\frac{Q}{r}+k\frac{\frac{1}{5}Q}{r}-\frac{6}{5}k\frac{Q}{3R}-\frac{4}{5}k\frac{Q}{4R}$$

$$V_3=k\frac{Q}{r}\left(1+\frac{1}{5}\right)-k\frac{Q}{R}\left(+\frac{6}{15}+\frac{1}{5}\right)=\frac{6}{5}k\frac{Q}{r}-\frac{3}{5}k\frac{Q}{R}$$

אזור 3 $\boxed{V_3=\frac{6}{5}k\frac{Q}{r}-\frac{3}{5}k\frac{Q}{R}}$

המשך #

בדיוק $\boxed{r=2R}$

$$V_3 = k\frac{Q}{2R} + \frac{1}{5}k\frac{Q}{2R} - \frac{6}{5}k\frac{Q}{3R} - \frac{4}{5}k\frac{Q}{4R}$$

$$V_3 = \frac{kQ}{R}\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{10}-\frac{6}{15}-\frac{4}{20}\right) = k\frac{Q}{R}\left(\frac{5+1-4-2}{10}\right) = 0$$ קליפה מוארקת

$\boxed{V=0}$ בדיוק לקליפה המוארקת

$\boxed{R<r<2R}$

$$V_4 = k\frac{Q}{r} + \frac{1}{5}k\frac{Q}{2R} - \frac{6}{5}k\frac{Q}{3R} - \frac{4}{5}k\frac{Q}{4R}$$

$$V_4 = k\frac{Q}{r} + k\frac{Q}{R}\left(\frac{1}{10}-\frac{2}{5}-\frac{1}{5}\right) = k\frac{Q}{r} - \frac{1}{2}k\frac{Q}{R}$$

אזור 4 $\boxed{V_4 = k\frac{Q}{r} - \frac{1}{2}k\frac{Q}{R}}$

$\boxed{r \le R}$

$$V = k\frac{Q}{R} + \frac{1}{5}k\frac{Q}{2R} - \frac{6}{5}k\frac{Q}{3R} - \frac{4}{5}k\frac{Q}{4R} = \frac{1}{2}k\frac{Q}{R}$$

אזור 5 $\boxed{V_5 = \frac{1}{2}k\frac{Q}{R}}$

סע' (ג)

$$E = -\frac{dV}{dr}$$

$\bar{E}_1 = -\frac{4}{5}k\frac{Q}{r^2}\,(-\hat{r})$ $4R<r$

$\bar{E}_2 = 0$ (קליפה מוליכה) $3R<r<4R$

$\bar{E}_3 = k\frac{Q}{r^2} + \frac{1}{5}k\frac{Q}{r^2} = \frac{6}{5}k\frac{Q}{r^2}\,(\hat{r})$ $2R<r<3R$

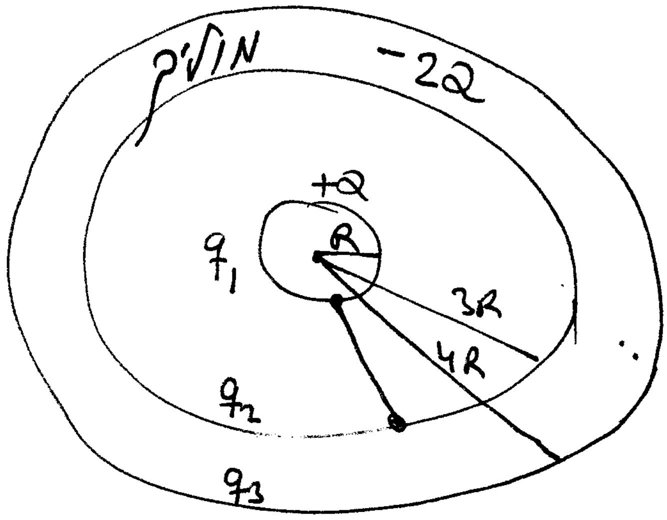
$E_4 = k\frac{Q}{r^2}$ $R<r<2R$

$E_5 = 0$ (כדור מוליך) $0<r<R$

שאלה [illegible]

חלק ד

5 נק'



שלוש משוואות עם שלושה נעלמים:

$$(1)\quad \cancel{k}\frac{q_1}{\cancel{R}}+\cancel{k}\frac{q_2}{3\cancel{R}}+\cancel{k}\cancel{\frac{q_3}{4R}}=\cancel{k}\frac{q_1}{4\cancel{R}}+\cancel{k}\frac{q_2}{4\cancel{R}}+\cancel{k}\cancel{\frac{q_3}{4R}}$$

$$(2)\quad q_1+q_2+q_3=-Q$$

המטען הכללי נשמר -

$$(3)\quad q_1+q_2=0$$

השדה בתוך הקליפה המוליכה אפס

$$\boxed{q_3=-Q}$$

מתוך (2) ו- (3)

$$\frac{3}{4}\frac{q_1}{\cancel{R}}+\frac{1}{12}\frac{q_2}{\cancel{R}}=0$$

מתוך (1)

$$\frac{3}{4}q_1+\frac{1}{12}q_2=0 \qquad 9q_1+q_2=0 \qquad 9q_1-q_1=0 \qquad \boxed{q_1=0}$$

חלק ד

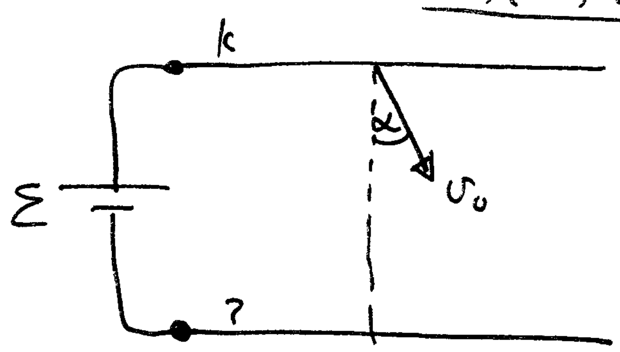
$$\boxed{q_1=0} \qquad \boxed{q_2=0} \qquad \boxed{q_3=-Q}$$

5 נק'

המטען כולו $(-Q)$ נמצא בדופן החיצונית של הקליפה כולה.

מועד א

2)



א) 1) שני החלקיקים יפגעו בלוח התחתון

2) לפוזיטרון תהיה מהירות גדולה יותר כיוון שמסתו קטנה יותר מהפרוטון.

3) זה ניתן לחשב את המהירות כך שזו תשובה נכונה.

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + q\varepsilon$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{2q\varepsilon}{m}$$

מכאן שלפוזיטרון תהיה מהירות גדולה יותר. ניתן לקבל אותה תשובה עם המשוואות של החלקיקים כיוון שלפוזיטרון יש תאוצה הרבה יותר גדולה

ב)

$$v_{0x} = v_0 \sin\alpha = \text{קבוע} \qquad v_{0y} = v_0\cos\alpha$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2a_y d \qquad a_y = \frac{qE}{m} = q\frac{\varepsilon}{dm}$$

$$v_y^2 = (v_0\cos\alpha)^2 + 2\left(\frac{q\varepsilon}{m\cancel{d}}\right)\cancel{d}$$

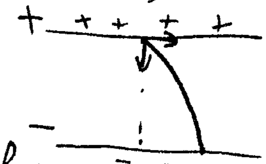
$$v_y = \sqrt{v_0^2\cos^2\alpha + \frac{2q\varepsilon}{m}}$$

$$v_x = v_0\sin\alpha$$

$$\tan\theta = \frac{v_x}{v_y} \quad (\theta \text{ זווית הפגיעה})$$

$$\boxed{\tan\theta = \frac{v_0\sin\alpha}{\sqrt{v_0^2\cos^2\alpha + \frac{2q\varepsilon}{m}}}}$$

זווית הפגיעה



שים לב שהזווית קטנה.

$$\boxed{v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{2q\varepsilon}{m}\right)}}$$

מהירות הפגיעה

[illegible] גם שיש שימוש המשוואה!

שים לב שבפוזיטרון יש מרחב פגיעה גדולה יותר, ושני
פגיעה קטנה יותר (אם הבאנק)

ג) ברור שיש לעבור לפוטנציאל שלילי על מנת לא
לפגוע בלוח ד'. נחשב עבור איזה גודל הפוטנציאל השלילי
הדרוש כדי שלא תהיה פגיעה בלוח ד'.

$$ma = qE = q\frac{\varepsilon}{d}$$ נחשב את התאוצה -

$$a = \frac{q\varepsilon}{md}$$

$$y = y_0 + v_{oy}t + \frac{1}{2}a_y t^2$$

$$+d = v_0\cos\alpha\, t + \frac{1}{2}\left(\frac{q\varepsilon}{md}\right)t^2$$

$\downarrow +$

$$\left(\frac{q\varepsilon}{md}\right)t^2 + (2v_0\cos\alpha)t - 2d = 0$$

$$t = \frac{-(2v_0\cos\alpha) \pm \sqrt{(4v_0^2\cos^2\alpha) + \frac{8q\varepsilon \cancel{d}}{m\cancel{d}}}}{2\frac{q\varepsilon}{md}}$$

$$4v_0^2\cos^2\alpha + \frac{8q\varepsilon}{m} < 0$$ נדרוש שלא יהיה פתרון פיזיקלי

$$4v_0^2\cos^2\alpha < -\frac{8q\varepsilon}{m}$$

$$-q > \frac{4mv_0^2\cos^2\alpha}{8\varepsilon}$$

מטען שלילי
גודל מוחלט

$$\boxed{-q > \frac{mv_0^2\cos^2\alpha}{2\varepsilon}}$$

דרך שניה נוספת:

$$\boxed{v_y^2 = v_{oy}^2 - 2\left(\frac{q\varepsilon}{m}\right)d}$$

$$v_y^2 = v_{oy}^2 - 2q\varepsilon/m$$

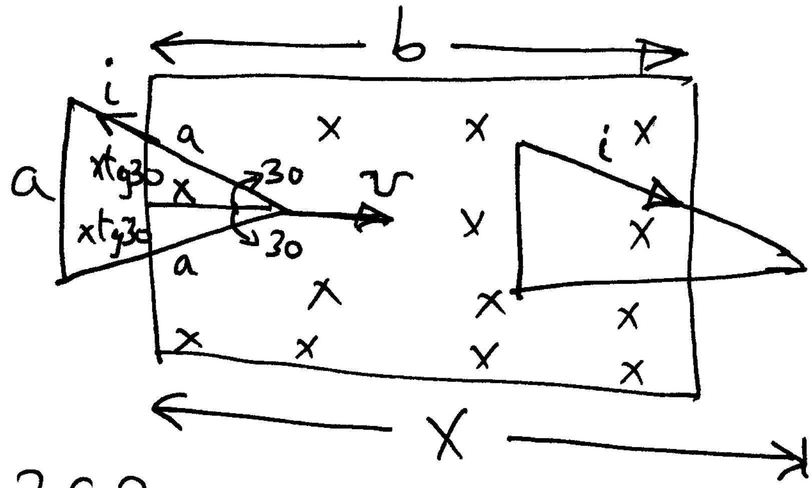
נדרוש $v_y = 0$

דרך שלישית נוספת (משיקולי אנרגיה):

$$\frac{1}{2}mv_{oy}^2 = q\varepsilon \qquad \frac{1}{2}mv_0^2\cos^2\alpha = q\varepsilon$$

$$\boxed{q \geq \frac{mv_0^2\cos^2\alpha}{2\varepsilon}}$$

שאלה 3



$R = 3a\rho$

א) 5 נק'

$\phi_B = (\bar{B} \cdot \bar{A}) = B\,\cancel{\tfrac{1}{2}}(\cancel{2}x\,tg30)x = B x^2 tg30$

ב) 10 נק'

$\phi_B(x) = B x^2 tg30$ השלב כניסה לשדה

$\phi_B = B(\tfrac{1}{4}a^2\sqrt{3})$ הכריכה נמצאת בתוך השדה

$\phi_B(x) = B\tfrac{1}{4}a^2\sqrt{3} - B(x-b)^2 tg30$ ביציאה מהשדה

X נמדד מקצה הראשון של השדה המגנטי.

$\mathcal{E} = -\frac{d\phi_B}{dt} = -2Bxv\,tg30$ $\quad i = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{2Bxv\,tg30}{3a\rho}$

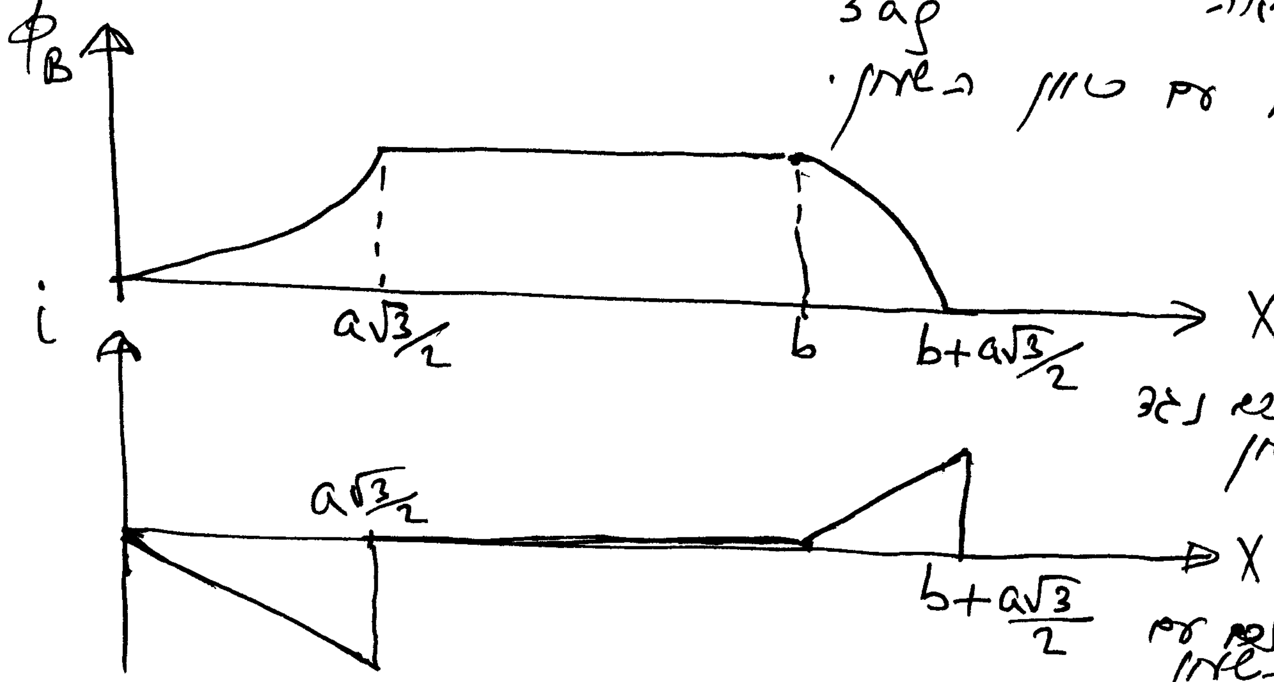
בכניסה הזרם נגד כיוון השעון (חוק לנץ)

$\mathcal{E} = 0$ $\quad i = 0$ כאשר הכריכה נמצאת במלואה בפנים

$\mathcal{E} = 2B(x-b)v\,tg30$ $\quad i = \frac{2B(x-b)v\,tg30}{3a\rho}$ ביציאה

הזרם עם כיוון השעון.

ג) 10 נק'

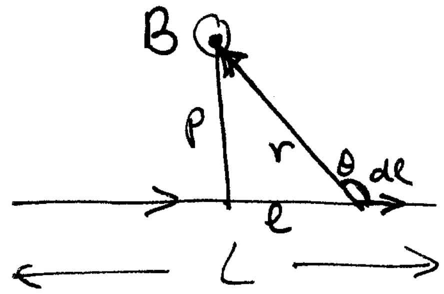


בכניסה הזרם נגד כיוון השעון

ביציאה הזרם עם כיוון השעון

שאלה 4

(א)
10 נק'



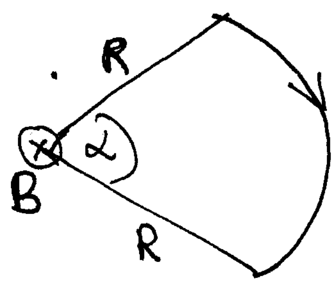
$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{[dl \times r]}{r^3}$$

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dl \sin\theta}{(\rho^2 + l^2)}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int \frac{dl\ \rho}{(\rho^2+l^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 i \rho}{4\pi} \int_{-\frac{L}{2}}^{+\frac{L}{2}} \frac{dl}{(\rho^2+l^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i \rho}{4\pi} \frac{1}{\rho^2} \left[\frac{l}{(\rho^2+l^2)^{\frac{1}{2}}} \right]_{-\frac{L}{2}}^{+\frac{L}{2}} = \frac{\mu_0 i}{4\pi \rho} \frac{L}{\sqrt{\rho^2 + \frac{L^2}{4}}}$$

בכיוון אל הקורא



(ב)
5 נק'

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{[dl \times r]}{r^3}$$

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{dl}{R^2}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} \int dl = \frac{\mu_0 i}{4\pi \cancel{R^2}} (\cancel{R} \alpha) = \frac{\mu_0 i \alpha}{4\pi R}$$

כיוון לתוך הדף

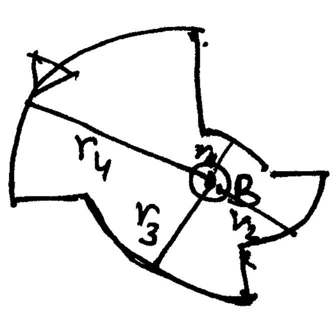
$B = \frac{\mu_0 i}{2R}$ תרומה של מעגל שלם

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i \left(\frac{\pi}{2}\right)}{4\pi R} = \frac{\mu_0 i}{8R}$$

(ג) תרומה של רבע מעגל.
5 נק'

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 i}{8} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)}$$

כיוון יוצא ממישור הדף



ד) החלקים הישרים לא יתרמו לשדה ב- C

ספק כיון ש- $\sin\theta=0$. נחשב את התרומה של

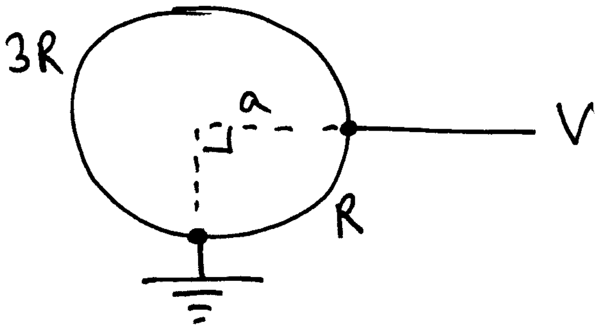
חצי המעגל

$$d\bar{B}=\frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{[d\bar{l}\times\bar{R}]}{R^3}=\frac{\mu_0 i\,dl}{4\pi R^2}$$

$$B=\int\frac{\mu_0 i\,dl}{4\pi R^2}=\frac{\mu_0 i}{4\pi R^2}\int dl=\frac{\mu_0 i\,\cancel{\pi R}}{4\cancel{\pi} R^{\cancel{2}}}=\frac{\mu_0 i}{4R}$$

כיוון - לתוך הדף

שאלה 5



א) נחשב את R עבור רבע
המעגל 5 נק׳

$$R=\rho\frac{l}{A}=\rho\frac{\frac{1}{4}(2\cancel{\pi}a)}{\cancel{\pi}r^2}=\frac{\rho a}{2r^2}$$

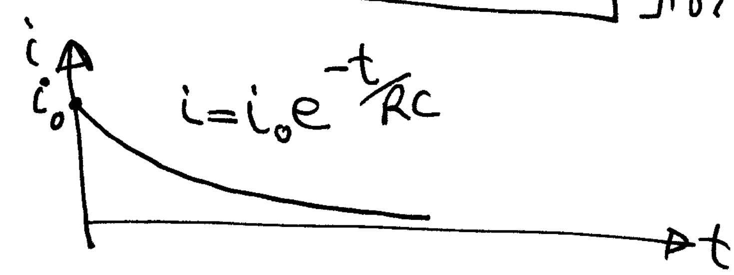
שני הנגדים R ו- 3R מחוברים במקביל, לכן:

$$\frac{1}{R_t}=\frac{1}{R}+\frac{1}{3R}=\frac{4}{3R}$$

$$\boxed{R_t=\frac{3}{4}R=\frac{3\rho a}{8r^2}}$$

ההתנגדות השקולה של המערכת

$$\boxed{i_0=\frac{V}{R_t}=\frac{V}{\frac{3}{8}\rho\frac{a}{r^2}}}$$



ב) 5 נק׳

ג) אחרי הרבה זמן כל הקבל נטען במתח V, לכן
5 נק׳

$$\boxed{q=CV}$$

$$\boxed{i=\frac{V}{R}}$$

ד) 5 נק׳

ה) 5 נק׳

$$i=i_0e^{-\frac{t}{\tau_c}}$$

$$\frac{1}{2}\cancel{i_0}=\cancel{i_0}e^{-t/\tau_c}$$

$$-\ln 2=-\frac{t}{\tau_c}$$

$$\boxed{t=\tau_c\ln 2=0.69RC}$$ שנייה