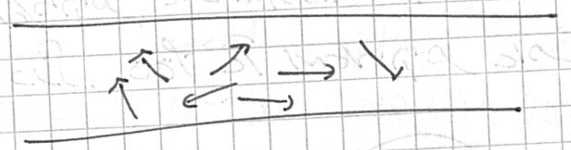
Drude

דרודה

לפי ההנחה של דרודה
יש לכל חומר τ משלו עצמי.

τ
זמן
בין
התנגשויות

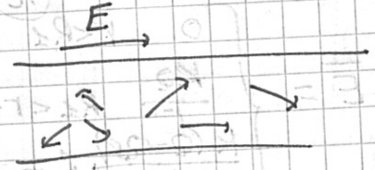


בטמפרטורת החדר V_0

בלי שדה:

$$V_0 = 0$$

עם שדה:



$$F = eE$$

$$a = \frac{eE}{m} \Rightarrow V = V_0 + V'$$

$$V' = \frac{eE}{m}\cdot\tau$$

$$J = \frac{ne^2\cdot E\cdot\tau}{m} = \underbrace{\left(n\cdot\frac{e^2}{m}\cdot\tau\right)}_{=\sigma}\cdot E$$

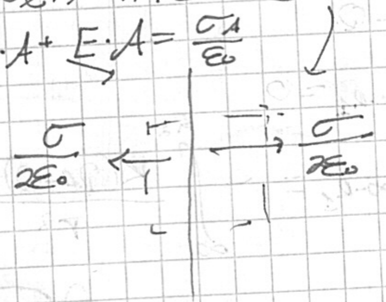
תרגיל 6 - מוליכים

ארבעת הכללים למוליכים

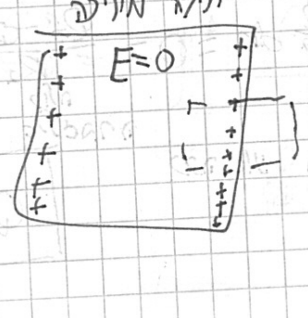
1. שדה בתוך מוליך שווה לאפס. $E_{in} = 0$
2. הפוטנציאל בתוך מוליך קבוע. $V_{in} = const$
3. צפיפות מטען נמצאת רק על השפה. $\rho_{in} = 0$.
4. שדה חשמלי על פני מוליך שווה ל-: $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{n}$

וקטור נורמל לשטח.

$$E\cdot A + E\cdot A = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$



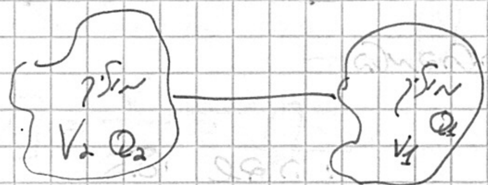
תיבה מוליכה



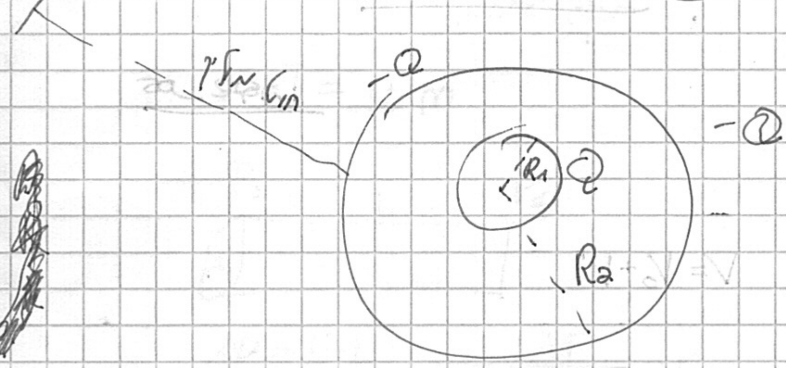
תרגיל: נתונה קליפה כדורית ברדיוס R_1 הטעונה במטען Q
וקליפה כדורית מוליכה ברדיוס R_2 הטעונה במטען $-Q$ $(R_2>R_1)$

א) מאריקים את הקליפה החיצונית, מה יקרה למטען?

ב) כנ"ל סעיף א ומאריקים את הקליפה הפנימית.



א)



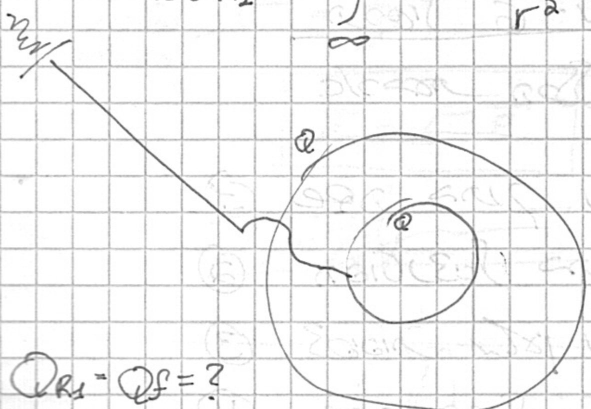
$$\vec{E}=\begin{cases}0 & r<R_1\\ \frac{kQ}{r^2} & R_1<r<R_2\\ \frac{k(Q-Q_f)}{r^2}\hat{r} & r>R_2\end{cases}$$

$Q_{R_1}=Q$ $\qquad Q_{R_2}=-Q_{final}=?$

הפרש הפוטנציאלים בין ∞ ל-R_2 שווה ל-0. $\quad \Delta V_{\infty-R_2}=0$

$$\Delta V_{\infty R_2}=-\int_{\infty}^{R_2}\frac{k(Q-Q_f)}{r^2}dr=0=\frac{k(Q-Q_f)}{R_2}\Rightarrow Q_f=Q$$

ב)



$$\vec{E}=\begin{cases}0 & r<R_1\\ \frac{kQ_f}{r^2}\hat{r} & R_1<r<R_2\\ \frac{k(Q_f-Q)}{r^2}\hat{r} & r>R_2\end{cases}$$

$Q_{R_1}=Q_f=?$

$Q_{R_2}=-Q$

$\Delta V_{\infty-R_1}=0$

$$\Delta_{\infty-R_1}=-\int_{\infty}^{R_2}\frac{k(Q_f-Q)}{r^2}dr-\int_{R_2}^{R_1}\frac{kQ}{r^2}dr=0=\frac{Q_f-Q}{R_2}+\frac{Q_f}{R_1}-\frac{Q_f}{R_2}$$

זה קולה אלגברה

$$\Downarrow$$

$$\boxed{Q_f=\frac{R_1}{R_2}Q}$$

כמה אני חי על הקצה

נתון כדור חלול, רדיוס פנימי a, רדיוס חיצוני b. הטעון במטען Q.

א) מצאו פוט' בתוך חלל הכדור $(V_{r<a})$

מכניסים מטען $q=\frac{-Q}{3}$ למרכז הכדור.

ב) מהו הפוט' בתוך חלל המוליך $(V_{a<r<b})$

ג) מהי צפיפות המטען והשבות על פני השפות?

ד) מאריקים את הקליפה החיצונית, מה יקרה?

ה) הופכים את המוליך למבודד ε_r באופן איכותי כיצד ישתנו התשובות מהסעיפים הקודמים?

א)

גאוס בתוך מוליך. (*)

$$\boxed{\oint = \frac{Q_a}{\varepsilon_0}} \qquad Q_b = Q$$

$$\vec{E} = \begin{cases} 0 & r<b \\ \frac{kQ}{r^2} & r>b \end{cases}$$

$$V_{r<a} = -\int_{\infty}^{b} \frac{kQ}{r^2}\,dr = \frac{kQ}{b} - \int_{b}^{a} 0 - \int_{a}^{r} 0$$

ב)

המטען שנצבר על הקליפה הפנימית.

(*) $$0 = Q_a - \frac{Q}{3} \Rightarrow Q_a = \frac{Q}{3} \Rightarrow \sigma_a = \frac{Q}{12\pi a^2}$$

חייב בגלל שמטען [illegible] $\left\{ Q_b = Q - Q_a = \frac{2}{3}Q \right. \Rightarrow \sigma_b = \frac{Q}{6\pi b^2}$

ג)

$$\vec{E} = \begin{cases} -\frac{kQ}{3r^2}\hat{r} & r<a \\ 0 & a<r<b \\ k\frac{2}{3}\cdot\frac{Q}{r^2}\hat{r} & \end{cases}$$

$$V_{a<r<b} = -\int_{\infty}^{b} \frac{2}{3}\cdot\frac{kQ}{r^2}\,dr = \frac{2}{3}\cdot\frac{kQ}{b}$$

ג)

$$\boxed{E_{r\to a^-} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}(-\hat{r}) = \frac{Q}{12\pi a^2\varepsilon_0}(-\hat{r}),\quad E_{r\to b^+} = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_0}\hat{r} = \frac{Q}{6\pi b^2\varepsilon_0}\hat{r}}$$

$$\boxed{\vec{E}_{r\to a^+} = \vec{E}_{r\to b^-} = 0}$$

ד)

גאוס בתוך מוליך ←

$$0 = Q_a - \frac{Q}{3}$$

$$Q_a = \frac{Q}{3}$$

$$\Delta V_{\infty\to b} = 0 = -\int_{\infty}^{b} \frac{k\left(-\frac{Q}{3}+\frac{Q}{3}+Q_b\right)}{r^2}\,dr$$

$$\Downarrow$$

$$Q_b = 0$$