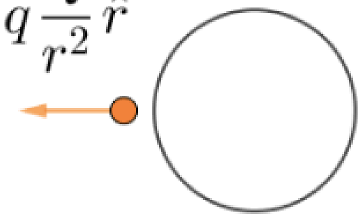
$$Q_{coulomb}$$

$$\vec{F}_Q = q\,\frac{Q}{r^2}\,\hat{r}$$



$$\vec{F}_Q = q\vec{E}_Q$$

$$\vec{E}_Q = \frac{Q}{r^2}\,\hat{r}$$

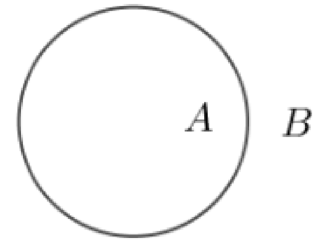
$$\phi_Q = \frac{Q}{r}$$

$$U_Q = \int_0^\infty E_{(r)}^2 dr = QV = CV^2 = \frac{Q^2}{C}$$

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$\phi_{(r)} = -\int \vec{E}_{(r)} \cdot d\vec{l}$$

$$C = \frac{Q}{V}$$



$$\vec{E}_Q = \frac{Q}{r^2}\hat{r}$$

$$\boldsymbol{C_{sphere} = R}$$

$$\phi_Q = \frac{Q}{r}$$

		$\vec{E}_{(r)}$	$\phi_{(r)}$			
$0 < r < R$	A	0	$-\int_R^r 0 \cdot dr$	C_A	$C_A = \frac{Q}{R}$	$\frac{\boldsymbol{Q}}{\boldsymbol{R}} = V$
$R < r < \infty$	B	$\frac{Q}{r^2}\hat{r}$	$-\int_\infty^r \frac{Q}{r^2} \cdot dr$	$\frac{Q}{r} + C_B$		$\frac{\boldsymbol{Q}}{\boldsymbol{r}}$

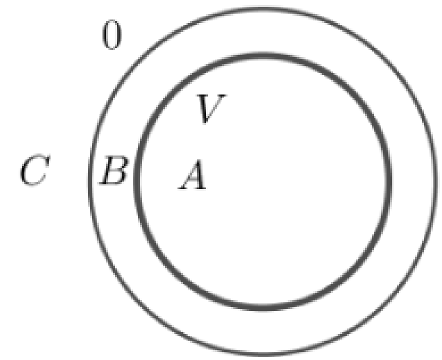
$$\Uparrow$$

$$_{(r=R)}C_A \;=_{(r=R)} \frac{Q}{r} + C_B$$

$$_{(r=\infty)} \frac{Q}{r} + C_B = 0$$

$$\Downarrow$$

$$C_B = 0$$



		$\vec{E}_{(r)}\hat{r}$	$\phi_{(r)}$	
$0 < r < R_{AB}$	A	0	C_A	$\boldsymbol{q\frac{R_{BC}-R_{AB}}{R_{AB}\cdot R_{BC}} = V}$
$R_{AB} < r < R_{BC}$	B	$\frac{q}{r^2}$	$\frac{q}{r} + C_B$	$\boldsymbol{\frac{q}{r} - \frac{q}{R_{BC}}}$
$R_{BC} < r < \infty$	C	0	C_C	$\mathbf{0}$

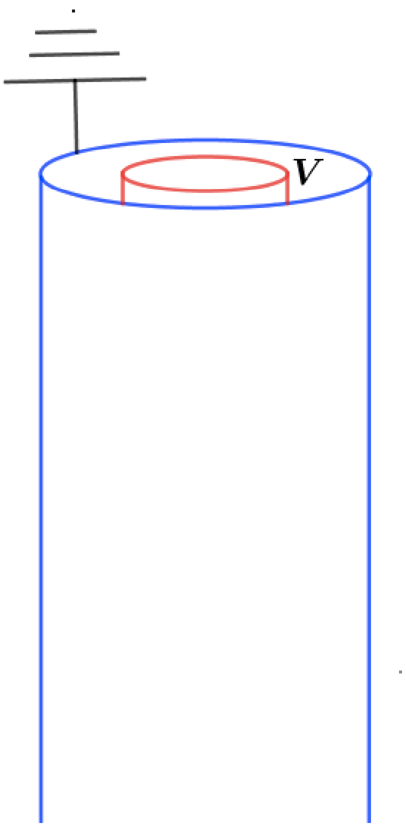
$$C_A = \frac{q}{R_{AB}} + C_B \Rightarrow C_A = q\left(\frac{1}{R_{AB}} - \frac{1}{R_{BC}}\right)$$

$$\frac{q}{R_{BC}} + C_B = C_C \Rightarrow C_B = -\frac{q}{R_{BC}}$$

$$C_C = 0$$

$$\boxed{\boldsymbol{C = \frac{q}{V}}} \qquad \frac{q}{v} = \frac{R_{AB}\cdot R_{BC}}{R_{BC}-R_{AB}} = \frac{R\cdot(R+\Delta)}{\Delta} \Rightarrow \boxed{C_{peel} = \frac{R^2}{\Delta}}$$

$\vec{E} = \frac{\lambda}{r}\hat{r}$ $\lambda = \frac{Q}{L}$ $C = \frac{Q}{V}$



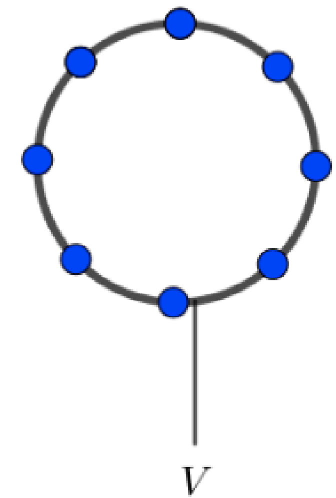
	$0 < r < a$	$a < r < b$	$b < r$
$\vec{E}$	0	$\frac{Q}{Lr}$	0
ϕ	V	$-\frac{Q}{L}\,lan(r) + C_2$	0

$$-\frac{Q}{L}\,lan(a) - \frac{Q}{L}\,lan(b) = V \qquad -\frac{Q}{L}\,lan(b) + C_2 = 0$$

$$\frac{Q}{L}\,lan(\frac{b}{a}) = V \qquad C = \frac{L}{lan(\frac{b}{a})}$$

$$Q = V\,\frac{L}{lan(\frac{b}{a})}$$

סוידו תלעב תירודכ הפילק הנותנ R לאיצנטופ תחת תקזחומה V
יפ לדגי רודכה סוידר םא תכרעמה תייגרנא היהת המ
סוידרה יוניש ךלהמב לאיצנטופה תחת תקזחומ הפילקה םא .א
סוידרה תנטקה ינפל חתמה רוקממ תקתונמ הפילקה םא .ב



		$\vec{E}_{(r)}\hat{r}$	$\phi_{(r)}$
A	$0 < r < R$	0	$\boldsymbol{\frac{Q}{R_{AB}} = V}$
B	$R < r < \infty$	$\frac{q}{r^2}$	$V_{(r)} = \frac{R_{AB}}{r} V$

$$\boxed{U = QV} \qquad U = R \cdot V^2 = \frac{Q^2}{R}$$

$$\underline{V^* = V} \qquad \underline{Q^* = Q}$$

$$U^* = R^* \cdot V^{*2} \qquad U^* = \frac{Q^{*2}}{R^*}$$

$$W = U^* - U = \boldsymbol{V^2(R^* - R)} \qquad W = U^* - U = \frac{Q^2}{R^*} - \frac{Q^2}{R} \boldsymbol{= q^2 \frac{R - R^*}{R \cdot R^*}}$$

$$\boxed{U = CV^2 = \frac{1}{C} Q^2} \qquad C_{sphere} = R$$

$$V_{sphere} = \frac{Q}{R}$$

$$U = QV = C \cdot V^2 = \frac{Q^2}{C}$$

$$C_{sphere} = R$$

$$Q_{tot} = \underline{Q_1} + \underline{Q_2} + \underline{Q_3} = Q_1 + Q_1\frac{R_2}{R_1} + Q_1\frac{R_3}{R_1}$$

$$\underline{V} = \frac{Q_1}{R_1} = \frac{Q_2}{R_2} = \frac{Q_3}{R_3} \Rightarrow \boldsymbol{V = \frac{Q_{tot}}{R_1 + R_2 + R_3}}$$

$$Q_2 = Q_1\frac{R_2}{R_1} \qquad Q_3 = Q_1\frac{R_1}{R_3}$$

$$Q_{tot} \cdot R_1 = Q_1(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\boldsymbol{\frac{R_i}{R_1 + R_2 + R_3} Q_{tot} = Q_i}$$

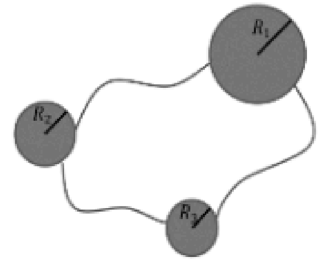
$$\boldsymbol{U = \frac{Q_{tot}^2}{R_1 + R_2 + R_3}}$$

3) נתון כדור מוליך בעל רדיוס R הטעון במטען Q.

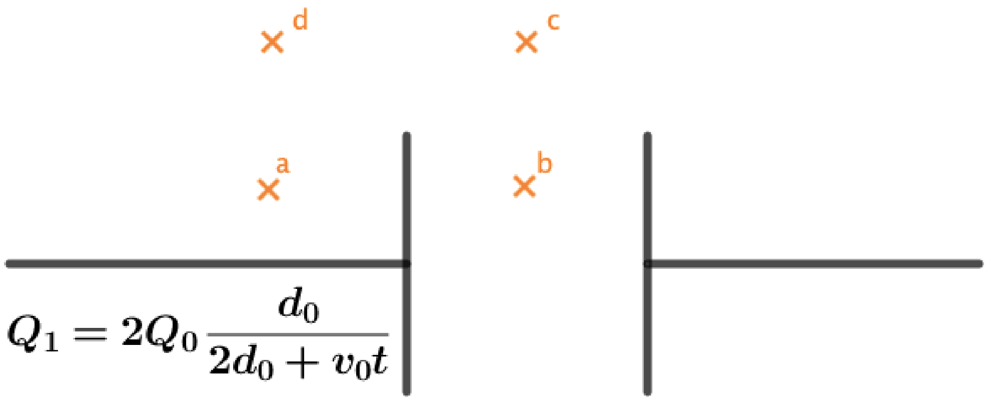
1. חשבו את קיבול הכדור. רמז: ניתן לחשוב על הכדור כקבל לוחות כדורי, שהלוח החיצוני שלו באינסוף. (7 נק')

כעת נתונים 3 כדורים מוליכים בעלי רדיוסים R_1, R_2, R_3. אחד מהכדורים טעון במטען כולל Q ושאר הכדורים ניטרליים. מחברים את הכדורים באמצעות חוטים מוליכים (ראו איור). הניחו שהכדורים רחוקים מאוד זה מזה כך שניתן להזניח השפעות הדדיות.

2. כיצד יתפלג המטען על הכדורים? (7 נק')
3. מהו קיבול המערכת? (7 נק')
4. מהי האנרגיה האגורה במערכת? (7 נק')
5. מהי האנרגיה הדרושה על מנת למלא את כל המרחב בחומר דיאלקטרי בעל ϵ_r קבוע? (6 נק')



$$C = \frac{S}{d} \qquad C = \frac{Q}{V}$$

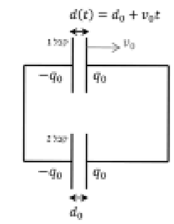


$$Q_1 = 2Q_0 \frac{d_0}{2d_0 + v_0 t}$$

שאלה 2

שני קבלי לוחות זהים מחוברים במעגל (ראו איור). כל אחד מהקבלים עשוי שתי דיסקות (מוליכות) מתכתיות בעלות רדיוס R, שמרוחקן זו מזו היינו d_0. בזמן $t = 0$ כל אחד מהקבלים טעון מטען q_0. ב-$t =$ 0 הלוח הימני של קבל מספר 1 מתחיל לנוע במהירות קבועה v_0 ומתרחק מהלוח השני.

$$d(t) = d_0 + v_0 t$$



א. מצאו את הזרם במעגל כפונקציה של הזמן, $I = I(t)$. (13 נקודות)

ב. מה השדה החשמלי בין לוחות קבל מספר 1? (12 נקודות)

ג. מצאו את השדה המגנטי באזור של קבל מספר 1 הנע (ראו איור תחת סעיף זה). בנקודות A (הנמצאת רחוק מאזור מהקבל), B (בין לוחות הקבל) ו-C (נמצאת באזור הקבל אך מחוץ ללוחותיו) שמרחקן מציר הסימטריה הינו r_A, r_B ו-r_C בהתאמה. (8 נקודות)

$$\underline{C_1} = \frac{S}{d_0 + v_0 t} \qquad \underline{C_2} = \frac{S}{d_0}$$

$$\underline{V_1} = \frac{Q_1}{C_1} \qquad \underline{V_2} = \frac{Q_2}{C_2}$$

$$V_1 = V_2$$

$$Q_1 + Q_2 = 2Q_0$$

$$Q_1 = 2Q_0 - Q_2 = 2Q_0 - V_2 C_2 = 2Q_0 - V_1 \frac{S}{d_0} = 2Q_0 - \frac{Q_1}{\frac{S}{d_0 + v_0 t}} \frac{S}{d_0}$$

$$Q_1 = 2Q_0 - Q_1 \frac{d_0 + v_0 t}{d_0}$$

$$Q_1 \left(1 + \frac{d_0 + v_0 t}{d_0}\right) = 2Q_0$$