

**שדה מגנטי:**

**השראה:**  
 $\mathcal{E} = \oint_c \vec{E} dl = -\frac{1}{c} \frac{d\Phi}{dt}$  חוק פרדיי:

**השראות עצמית:**

הגדרה:  $\mathcal{E}_{11} = -L \frac{dI_1}{dt}$

סליל:  $L = \frac{4\pi^2 R^2 n^2 l}{c^2}$

טורוס:  $L = \frac{2N^2 h}{c^2} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$

**השראות הדדית:**

הגדרה:  $\mathcal{E}_{21} = -M \frac{dI_1}{dt}$

טבעות קונצנטריות:  $M = \frac{2\pi^2 r^2}{c^2 R}$

**שדות של זרמים:**

תיל:  $\vec{B} = \frac{2I}{cr}$

סליל:  $\vec{B} = \frac{2\pi I}{c} n(\cos(\theta_1) - \cos(\theta_2))$

ציר הטבעת:  $\vec{B}(z) = \frac{2\pi I}{c} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$

יריעת זרם:  $\vec{B} = \frac{2\pi j}{c}$

טורוס:  $\vec{B}(r) = \frac{2NI}{cr}$

**פוטנציאל מגנטי:**

$\vec{A}(x_1, y_1, z_1) = \frac{1}{c} \iiint_V \frac{\vec{J}(x_2, y_2, z_2) dv_2}{r_{12}}$

$\text{rot}(\vec{A}) = \vec{B}$      $\text{div}(\vec{A}) = 0$

חוק אמפר:  $\oint_c \vec{B} dl = \frac{1}{c} \iint_A (4\pi \vec{J} + \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}) \cdot d\vec{a}$

חוק ביו-סאוואר:  $d\vec{B} = \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{cr^2}$

אנרגיה בשדה:  $U = \frac{1}{8\pi} \iiint_V \|\vec{B}\|^2 dv = \frac{1}{2} LI^2$

**כוחות:**

כוח מגנטי:  $\vec{F} = \frac{q}{c} \vec{v} \times \vec{B}$

כוח על מוט נושא זרם:  $\vec{F} = \frac{l}{c} \vec{I} \times \vec{B}$

מומנט מגנטי:  $\vec{m} = -I\vec{a}$

מומנט על לולאה:  $\vec{N} = \vec{m} \times \vec{B}$

**גלים:**

**גלים במיתר:**  
 עוצמה:  $V_p = \sqrt{\frac{T_0}{\mu}}$      $I = \frac{\omega^2 \mu A^2}{2a} V_p$

הספק:  $P(x, t) = T_0 \omega k A^2 \cos^2(kx - \omega t + \phi)$

**חבורת גלים:**

$$\psi(x, t) = A \frac{\sin\left(\frac{N}{2}(\Delta\omega t - \Delta kx)\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}(\Delta\omega t - \Delta kx)\right)} e^{i(\omega t - kx)}$$

משוואת הגלים:  $\nabla^2 \psi(\vec{r}, t) = \frac{1}{V_p^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}$

מעבר תווך:  $\frac{A_R}{A_I} = \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} = \frac{V_{p2} - V_{p1}}{V_{p1} + V_{p2}}$

$\frac{A_T}{A_I} = \frac{2k_1}{k_1 + k_2} = \frac{2V_{p2}}{V_{p1} + V_{p2}}$

**משוואת מקסוול:**

$\text{div}(\vec{E}) = 4\pi\rho$

$\text{div}(\vec{B}) = 0$

$\text{rot}(\vec{E}) = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

$\text{rot}(\vec{B}) = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \vec{J}$

**התאבכות:**

עוצמה משני מקורות:  $I(\theta) = I_0 \cos^2\left(\frac{\pi d \sin(\theta)}{\lambda} + \frac{\phi}{2}\right)$  מס' נקודות מכסימום:  $\left[\frac{2d}{\lambda}\right] + 1$

עוצמה מ-N מקורות:  $\frac{\Delta\phi}{2} = \frac{\pi}{\lambda} d \sin(\theta)$  ,  $\frac{I(\theta)}{I_{MAX}} = \frac{1}{N^2} \frac{\sin^2\left(\frac{N}{2} \Delta\phi\right)}{\sin^2\left(\frac{1}{2} \Delta\phi\right)}$

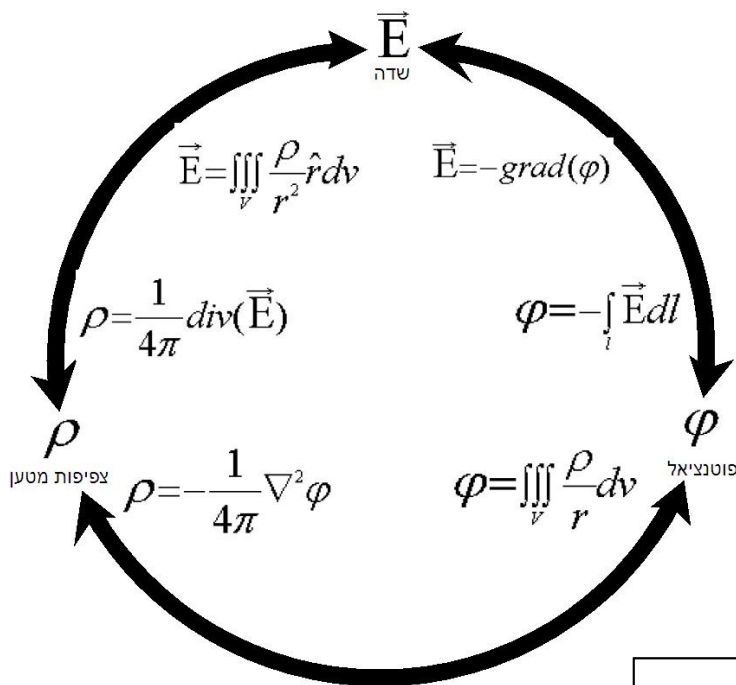
**גלים אלקטרומגנטיים:**

פוינטינג:  $\vec{S} = \frac{E^2 + B^2}{8\pi} \hat{c}$

עוצמה:  $I = \langle |\vec{S}| \rangle = \frac{E_0^2}{8\pi} \hat{c}$

עוצמה מסדק רחב:  $\frac{I(\theta)}{I_{MAX}} = \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{\lambda} D \sin(\theta)\right)}{\left(\frac{\pi}{\lambda} D \sin(\theta)\right)^2}$

**שדה אלקטרוסטטי:**



חוק קולון:  $\vec{E}(\vec{r}) = \iiint_V \frac{\rho(\vec{r}')(\vec{r} - \vec{r}')}{\|\vec{r} - \vec{r}'\|^3} dv$

חוק גאוס:  $\Phi = \oiint_A \vec{E} \cdot d\vec{a} = 4\pi \iiint_V \rho dv$

אנרגיה בשדה:  $U = \frac{1}{8\pi} \iiint_V \|\vec{E}\|^2 dv = \frac{1}{2} \iiint_V \rho \phi dv$

**שדות של התפלגויות מטען:**

תיל:  $\vec{E} = \frac{2\lambda}{r}$  דיסקה:  $\vec{E}(z) = 2\pi\sigma \left(1 - \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}}\right)$

משטחית:  $\vec{E} = 2\pi\sigma$  טבעת:  $\vec{E}(z) = \frac{2\pi\sigma R}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$

**פוטנציאלים של התפלגויות מטען:**

בתוך כדור מלא:  $\phi(r) = \frac{3Q}{2R} - \frac{Qr^2}{2R^3}$

תיל אינסופי:  $\phi(r_2) - \phi(r_1) = 2\lambda \ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$

טבעת:  $\phi(z) = \frac{2\pi\sigma R}{\sqrt{z^2 + R^2}}$

דיסקה:  $\phi(z) = 2\pi\sigma(\sqrt{z^2 + R^2} - |z|)$

**חומרים דיאלקטריים:**

מקדם דיאלקטרי:  $\epsilon = 1 + 4\pi\chi$

צפיפות הכיתוב:  $\vec{P} = \chi \vec{E}$

שדה מושרה:  $E_P = -4\pi \vec{P}$

שדה של ריק:  $\vec{D} = \vec{E} - \vec{E}_P$

**קיבול:**

מטען בקבל:  $Q = CV$

כוח משיכה:  $\vec{F} = \frac{Q^2}{2} \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{C}\right) \hat{x}$

אנרגיה בקבל:  $U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CV^2}{2}$

**קיבולים:**

קליפות:  $\frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2}$

גלילים:  $\frac{L}{2 \ln(b/a)}$

לוחות:  $\frac{A}{4\pi d}$

**טרנספורמציות יחסותיות:**

מעבר בין שלוש מערכות:  $\gamma' = \gamma_0 \gamma (1 - \beta_0 \beta)$ ,  $\beta' = \frac{\beta_0 - \beta}{1 - \beta_0 \beta}$

<b>תנע:</b> $P_{  } = \gamma \left( P'_{  } + \frac{\beta}{c} E' \right)$	<b>זמן:</b> $t = \gamma \left( t' + \frac{\beta}{c} x' \right)$	<b>העתק:</b> $x_{\perp} = x'_{\perp}$ $x_{  } = \gamma(x'_{  } + \beta ct')$
<b>שדות:</b> $E'_{  } = E_{  }$ $E'_{\perp} = \gamma(E_{\perp} + \beta \times B_{\perp})$ $B'_{  } = B_{  }$ $B'_{\perp} = \gamma(B_{\perp} - \beta \times E_{\perp})$		<b>מהירות:</b> $v_{\perp} = \frac{v'_{\perp}}{\gamma \left(1 + \frac{v'_{  } \beta}{c}\right)}$ $v_{  } = \frac{v'_{  } + \beta c}{1 + \frac{v'_{  } \beta}{c}}$
$E = 0 \Rightarrow \vec{E}' = \vec{\beta} \times \vec{B}'$ $B = 0 \Rightarrow \vec{B}' = -\vec{\beta} \times \vec{E}'$		<b>כוח:</b> $F_{\perp} = \frac{F'_{\perp}}{\gamma}$ $F_{  } = F'_{  }$

**אלקטרודינמיקה:**

צפיפות זרם:  $\vec{J} = \frac{1}{\rho} \vec{E} = \sigma \vec{E}$

זרם:  $I = \iint_A \vec{J} \cdot d\vec{a}$

שימור מטען:  $\text{div}(\vec{J}) = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$

התנגדות:  $R = \int_L \frac{dr}{\sigma(r) \cdot A(r)}$

**מעגלים:**

זרם:  $I = \frac{V}{R} = -\frac{dQ}{dt}$

הספק:  $P = I^2 R = IV$

מעגל RC:  $Q(t) = C \mathcal{E}_0 e^{-t/RC}$

מעגל RL:  $I = \frac{\mathcal{E}_0}{R} (1 - e^{-(R/L)t})$

פריקה:  $I = I_0 e^{-(R/L)t}$

מעגל RLC:  $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$

**דיפול חשמלי:**

מומנט מגנטי:  $\vec{p} = qa$

מומנט:  $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

פוטנציאל:  $\phi(\vec{r}) = \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r^3}$

**שדה של מטען נקודתי דינאמי:**

בתנועה קצובה:  $\vec{E} = \frac{Q}{r^2} \frac{1 - \beta^2}{(1 - \beta^2 \sin^2 \theta)^{3/2}}$

בתוך כליפת הגל:

$E_r = \frac{Q}{R^2}$      $E_{\theta} = \frac{Qa \sin \theta}{c^2 R}$