

# פיזיקה כללית ב חשמל מגנטיות וגלים 131141

פרק 10 - חומרים דיאלקטריים

תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים בסיסיים ..... 1

## הרצאות ותרגילים בסיסיים:

### רקע:

חומר דיאלקטרי - חומר שמכיל דיפולים

במצב רגיל כל דיפול לכיוון שונה והשדה הממוצע בחומר הוא אפס. כשמכנסים את החומר לשדה חצוני הדיפולים מתיישרים ויוצרים שדה מנוגד לשדה החיצוני.

נסמן:

$\vec{E}_0$  או  $\vec{E}_{free}$  - השדה החיצוני

$\vec{E}$  - השדה הכולל

$\epsilon_r$  או  $\kappa$  - מקדם דיאלקטרי של החומר - תכונה של החומר בדר"כ קבוע וידוע.

$$\epsilon_r > 1$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

השדה בתוך החומר יהיה:

$$\vec{E} = \frac{\vec{E}_0}{\epsilon_r}$$

(בהנחה שהחומר לינארי ואיזוטרופי).

$\sigma_i$  - צפיפות מטען מושרית/קשורה. צפיפות מטען שנוצרת על שפת החומר הדיאלקטרי מהקיטוב של הדיפולים.

$\sigma_{free}$  - צפיפות המטען שיוצרת את השדה החיצוני.

$$\sigma_{free} = \epsilon_0 \Delta E_{0\perp}$$

$\sigma_T$  - צפיפות המטען הכוללת.

$$\sigma_T = \epsilon_0 \Delta E_{\perp}$$

$$\sigma_i = \sigma_T - \sigma_{free}$$

$\vec{P}$  - וקטור הפולריזציה. צפיפות הדיפולים ליחידת נפח.

$$\vec{P} = N\vec{p}_1$$

$\vec{p}_1$  - מומנט הדיפול של דיפול יחיד בחומר.

$N$  - מספר הדיפולים ביחידת נפח. יחידות של  $\left[\frac{1}{m^3}\right]$ .

מומנט הדיפול הכולל בחומר:

$$\vec{p} = \int \vec{P} dV$$

על השפה:

$$\sigma_i \equiv \sigma_b = \vec{P} \cdot \hat{n}$$

כאשר  $\hat{n}$  הוא וקטור יחידה המאונך לשפה כלפי חוץ מהגוף.

אם  $\vec{P}$  לא אחיד אז יש גם צפיפות מטען מושרית נפחית בתוך החומר:

$$\rho_i \equiv \rho_b = -\vec{\nabla} \cdot \vec{P}$$

וקטור העתקה:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho_f \Leftrightarrow \oint \vec{D} \cdot d\vec{s} = Q_{in_f}$$

בחומרים לינאריים:

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$$

חומר איזוטרופי:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E}_0$$

**שאלות:**

**(1) חומר דיאלקטרי מסביב לקליפה מוליכה**

קליפה מוליכה (דקה) ברדיוס  $R$  טעונה במטען  $Q$ . מסביב לקליפה נמצאת קליפה נוספת עבה עם רדיוס פנימי  $R$  ורדיוס חיצוני  $b$ . מצא את השדה בכל המרחב ואת התפלגות המטען המושרית (קשורה).



**תשובות סופיות:**

$$\vec{E}(r) = \begin{cases} 0 & r < R \\ \frac{kQ}{\epsilon_r r^2} \hat{r} & R < r < b \\ \frac{kQ}{r^2} & b < r \end{cases} \quad (1) \text{ השדה במרחב:}$$

התפלגות המטען המושרית:  $\sigma_i(R) = \frac{\epsilon_0 kQ}{R^2} \left( \frac{1}{\epsilon_r} - 1 \right)$ ,  $\sigma_i(b) = \epsilon_0 \left( \frac{kQ}{b^2} - \frac{kQ}{\epsilon_r b^2} \right)$