

# פיזיקה קלאסית 2 (לפיזיקאים)

פרק 30 - וקטור פויינטינג והאנרגיה האגורה בשדות

תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים.....1

## הרצאות ותרגילים:

רקע:

אנרגיה אלקטרו מגנטית האגורה בשדות:

$$U = \int \left( \frac{\epsilon_0 (\vec{E})^2}{2} + \frac{(\vec{B})^2}{2\mu_0} \right) dv$$

צפיפות האנרגיה:

$$u_{em} = \frac{\epsilon_0 (\vec{E})^2}{2} + \frac{(\vec{B})^2}{2\mu_0}$$

וקטור פויינטינג:

$$\vec{s} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

שטף האנרגיה ליחידת שטח וליחידת זמן.

הקשר בין האנרגיה לוקטור פויינטינג בריק:

$$\oint \vec{s} \cdot d\vec{s} = -\frac{dU}{dt}$$

בצד שמאל עושים אינטגרל של הוקטור פויינטינג על משטח סגור (שטף) ובצד ימין גוזרים בזמן את האנרגיה האגורה בשדות בנפח הכלוא במשטח.

הקשר הדיפרנציאלי בריק:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{s} = -\frac{du_{em}}{dt}$$

**שאלות:**

**(1) קבל לוחות עם מתח ליניארי בזמן**  
קבל לוחות מורכב משני לוחות מעגליים ברדיוס  $a$  הנמצאים במרחק  $d \ll a$  זה מזה.  
הקבל מחובר למקור מתח התלוי לינארית בזמן  $V(t) = A \cdot t$ , כאשר  $A$  קבוע נתון.

- א. מצא את השדה החשמלי בקבל כתלות בזמן.
- ב. מצא את השדה המגנטי בתוך הקבל ומחוץ לו.
- ג. מצא את האנרגיה האגורה בתוך משטח סגור העוטף את הקבל.
- ד. מצא את הוקטור פויינטינג על השפה של המשטח מסעיף ג'.
- ה. חשב את השטף של הוקטור פויינטינג על המשטח והראה כי הוא שווה למינוס השינוי בזמן של האנרגיה מסעיף ג'.



**תשובות סופיות:**

**(1) א.**  $\vec{E} = \frac{A \cdot t}{d} \hat{z}$   
**ב.**  $\vec{B} = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 A a^2}{2rd} \hat{\theta}$   $r \geq a$ ,  $\vec{B} = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 A r}{2d} \hat{\theta}$   $r < a$   
**ג.**  $U = \frac{\varepsilon_0 A^2 \pi a^2}{2d} \left( t^2 + \frac{\mu_0 \varepsilon_0 a^2}{2} \right)$   
**ד.**  $\vec{S} = \frac{-A^2 \varepsilon_0 t a}{d} \pi a$  **ה.** הוכחה.

