

חשמל ומגנטיות לתלמידי הנדסה

פרק 28 - 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.** $\vec{B} = \frac{\mu_0 \epsilon_0 A a^2}{2rd} \hat{\theta}$ $r \geq a$, $\vec{B} = \frac{\mu_0 \epsilon_0 A r}{2d} \hat{\theta}$ $r < a$ **ג.** $U = \frac{\epsilon_0 A^2 \pi a^2}{2d} \left(t^2 + \frac{\mu_0 \epsilon_0 a^2}{2} \right)$ **ד.** $\vec{S} = \frac{-A^2 \epsilon_0 t a}{d} \pi a$ **ה.** הוכחה.

