פיזיקה 2 חשמל ומגנטיות

פרק 19 - וקטור פויינטינג והאנרגיה האגורה בשדות

תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים..... 1

הרצאות ותרגילים:

רקע:

אנרגיה אלקטרו מגנטית האגורה בשדות:

$$U = \int \left(\frac{\varepsilon_0 \left(\vec{E}\right)^2}{2} + \frac{\left(\vec{B}\right)^2}{2\mu_0} \right) dv$$

צפיפות האנרגיה:

$$u_{em} = \frac{\varepsilon_0 \left(\vec{E}\right)^2}{2} + \frac{\left(\vec{B}\right)^2}{2\mu_0}$$

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:

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

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 $d << a$ זה מזה.

הקבל מחובר למקור מתח התלוי לינארית בזמן $V(t) = A \cdot t$,

כאשר A קבוע נתון.

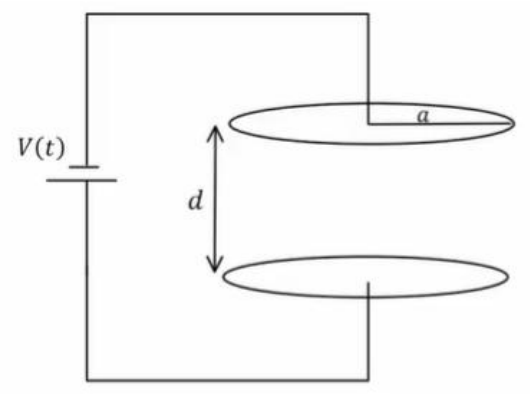
א. מצא את השדה החשמלי בקבל כתלות בזמן.

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. $\vec{B} = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 A a^2}{2rd}\hat{\theta} \quad r \geq a$, $\vec{B} = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 A r}{2d}\hat{\theta} \quad r < a$

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.