

שדות אלקטרומגנטיים להנדסת חשמל

פרק 14 - שדות משתנים בזמן

תוכן העניינים

1. הסברים ותרגילים.....1

הסברים ותרגילים:

שאלות:



(1) גליל טעון מסתובב בתאוצה

- גליל אינסופי מלא ברדיוס R טעון בצפיפות מטען אחידה ליחידת נפח ρ .
 הגליל מסתובב סביב ציר הסימטריה שלו במהירות זוויתית המשתנה בזמן $\omega = \alpha t$ כאשר α קבועה ונתונה.
 א. מה השדה המגנטי בכל המרחב?
 ב. מה השדה החשמלי בכל המרחב?
 ג. מה הכוח שפועל על מטען?

(2) שדה חשמלי תלוי בזמן בתוך קבל לוחות ווקטור פוינטינג על השפה



- קבל לוחות מורכב משני לוחות עגולים ברדיוס R המקבילים זה לזה ונמצאים במרחק d אחד מהשני $d < R$.
 הקבל מחובר למעגל חשמלי המספק לקבל זרם I קבוע (ונתון).
 א. מצא את המטען על הקבל כפונקציה של הזמן אם נתון ש- $q(t=0) = 0$.
 ב. מצא את השדה החשמלי כפונקציה של הזמן.
 ג. מצא את השדה המגנטי כפונקציה של הזמן והמיקום, בתוך הקבל ומחוץ לו.
 ד. מצא את האנרגיה האגורה בין הלוחות.
 ה. מצא את הווקטור פוינטינג על שפת הקבל וחשב את השטף שלו על מעטפת הקבל.

(3) פארוי עם קבל

- במרחב קיים שדה מגנטי B אחיד וקבוע לתוך הדף.
- מהו המטען על הקבל? על איזה לוח המטען החיובי?
 - מהו השדה החשמלי בתוך הקבל?
 - מהו השדה המגנטי בתוך הקבל ומחוץ לו, גודל וכיוון (התעלם מהשדה שנוצר ע"י התיילים והמוט)?
 - מהו הכוח שיש להפעיל על המוט על מנת שינוע במהירות הנתונה אם מסת המוט היא M ?

(4) לוחות בקבל מתקרבים בזמן

- מהו המתח בין לוחות הקבל כתלות בזמן?
- מהו השדה החשמלי בין לוחות הקבל כתלות בזמן?
- מהו השדה המגנטי בין לוחות הקבל ומחוץ להן כתלות בזמן?
- חזור על כל הסעיפים אם ניתקו את הקבל מהמקור רגע לפני תחילת ההזזה של הלוח.

תשובות סופיות:

(1) א. $\vec{B}=0 \quad r > R$, $\vec{B}=\mu_0\rho\omega\frac{R^2-r^2}{2}\hat{z} \quad r < R$.
 ב. $\vec{E}=\frac{-\mu_0\rho\alpha}{2r}\left(\frac{R^4}{4}\right)\hat{\theta}+(E_r)\hat{r} \quad r > R$, $\vec{E}=-\mu_0\rho\alpha\frac{1}{2r}\left(R^2\frac{r^2}{2}-\frac{r^4}{4}\right)\hat{\theta}+E_r(r)\hat{r} \quad r < R$.
 ג. $\vec{F}=q\vec{E}$.

(2) א. $q(t)=It$.
 ב. $\vec{E}=\frac{-q(t)}{\epsilon_0\pi R^2}\hat{z}$.
 ג. $\vec{B}=\frac{-\mu_0 Ir}{2\pi R^2}\hat{\theta}$.
 ד. $U=\frac{I^2 t^2 d}{2\epsilon_0\pi R^2}+\frac{\mu_0 I^2 d}{16\pi}$.
 ה. $\vec{S}=\frac{-1}{\mu_0}\cdot\frac{q(t)}{\epsilon_0\pi R^2}\frac{\mu_0 IR}{2\pi R^2}\hat{r}$, $\phi_s=\frac{-I^2 td}{\epsilon_0\pi R^2}$.

(3) א. $q_c=\frac{\epsilon_0\pi a^2}{d}BLAt$, עליון.
 ב. $\vec{E}=\frac{BLAt}{d}\hat{z}$.
 ג. $\vec{B}=\frac{\mu_0\epsilon_0 B_0 LAr}{2d}\hat{\theta} \quad r < a$.
 ד. $F=MA+\frac{\epsilon_0\pi a^2}{d}B_0^2 L^2 A$.
 ה. $\vec{B}=\frac{\mu_0\epsilon_0 BLAa^2}{2dr}\hat{\theta} \quad a < r$.

(4) א. $V_c(t)=V_0$.
 ב. $\vec{E}=\frac{-V_0\hat{z}}{d-ut}$.
 ג. $\vec{B}=\frac{\mu_0\epsilon_0 V_0 ur\hat{\theta}}{2(d-ut)^2} \quad r < a$.
 ד. $\vec{B}=0$, $\vec{E}=\frac{-V_0\hat{z}}{d}$, $V_c(t)=\frac{d-ut}{d}\cdot V_0$.
 ה. $\vec{B}=\frac{\mu_0\epsilon_0 V_0 ua^2\hat{\theta}}{2(d-ut)^2 r} \quad r > a$.