

חשמל ומגנטיות לתלמידי הנדסה

פרק 21 - שדות משתנים בזמן

תוכן העניינים

1. הסברים ותרגילים.....1

הסברים ותרגילים:

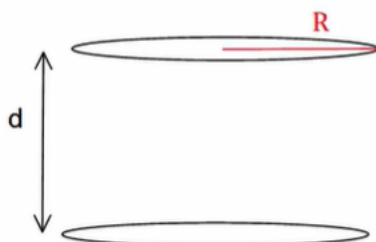
שאלות:



(1) גליל טעון מסתובב בתאוצה

- גליל אינסופי מלא ברדיוס R טעון בצפיפות מטען אחידה ρ . ליחידת נפח ρ . הגליל מסתובב סביב ציר הסימטריה שלו במהירות זוויתית המשתנה בזמן $\omega = \alpha t$ כאשר α קבועה ונתונה.
- מה השדה המגנטי בכל המרחב?
 - מה השדה החשמלי בכל המרחב?
 - 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).
- מצא את המטען על הקבל כפונקציה של הזמן אם נתון ש- $q(t=0) = 0$.
 - מצא את השדה החשמלי כפונקציה של הזמן.
 - מצא את השדה המגנטי כפונקציה של הזמן והמיקום, בתוך הקבל ומחוץ לו.
 - מצא את האנרגיה האגורה בין הלוחות.
 - מצא את הווקטור פוינטינג על שפת הקבל וחשב את השטף שלו על מעטפת הקבל.

(3) פארדיי 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. $\vec{B}=\frac{\mu_0\epsilon_0 V_0 ua^2\hat{\theta}}{2(d-ut)^2 r} \quad r > a$.