

פיזיקה קלאסית 2 (לפיזיקאים)

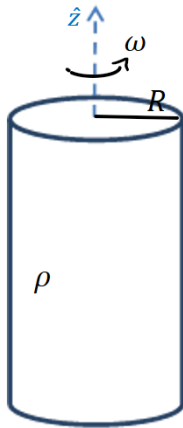
פרק 21 - שדות משתנים בזמן

תוכן העניינים

1. הסברים ותרגילים.....1

הסברים ותרגילים:

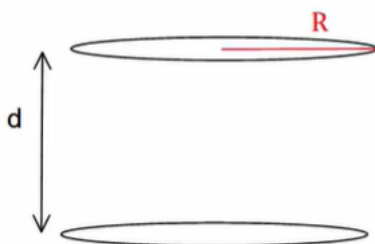
שאלות:



(1) גליל טעון מסתובב בתאוצה

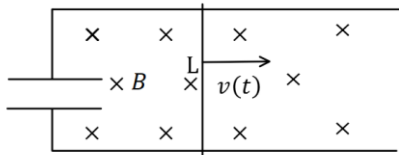
- גליל אינסופי מלא ברדיוס R טעון בצפיפות מטען אחידה ליחידת נפח ρ . הגליל מסתובב סביב ציר הסימטריה שלו במהירות זוויתית המשתנה בזמן $\omega = \alpha t$ כאשר α קבועה ונתונה.
- מה השדה המגנטי בכל המרחב?
 - מה השדה החשמלי בכל המרחב?
 - מה הכוח שפועל על מטען?

(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 $d \ll R$. 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.

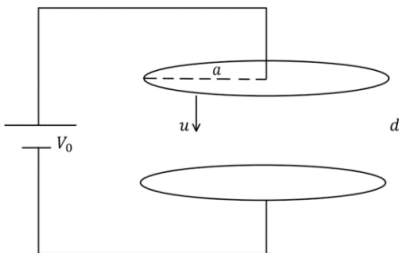
(3) פארדיי עם קבל



קבל לוחות מעגלי ברדיוס a ומרחק בין הלוחות ($d \ll a$) מחובר למסילה מוליכה חסרת התנגדות. על המסילה מונח מוט חסר התנגדות באורך L . מושכים את המוט כך שהוא מתרחק מהקבל במהירות $v(t) = At$.

- 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



קבל לוחות מורכב משני לוחות מעגליים ברדיוס a ומרחק $d \ll a$ ביניהם. הקבל מחובר למקור מתח קבוע V_0 . בזמן $t = 0$ מתחילים לקרב את הלוח העליון אל התחתון במהירות קבועה ונמוכה u .

- 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:

$$\vec{B}=0 \quad r > R, \quad \vec{B}=\mu_0\rho\omega\frac{R^2-r^2}{2}\hat{z} \quad r < R \quad \text{א. (1)}$$

$$\vec{E}=\frac{-\mu_0\rho\alpha}{2r}\left(\frac{R^4}{4}\right)\hat{\theta}+(E_r)\hat{r} \quad r > R, \quad \vec{E}=-\mu_0\rho\alpha\frac{1}{2r}\left(R^2\frac{r^2}{2}-\frac{r^4}{4}\right)\hat{\theta}+E_r(r)\hat{r} \quad r < R \quad \text{ב.}$$

$$\vec{F}=q\vec{E} \quad \text{ג.}$$

$$\vec{B}=\frac{-\mu_0 I r}{2\pi R^2}\hat{\theta} \quad \text{ג.} \quad \vec{E}=\frac{-q(t)}{\varepsilon_0\pi R^2}\hat{z} \quad \text{ב.} \quad q(t)=It \quad \text{א. (2)}$$

$$\phi_s = \frac{-I^2 t d}{\varepsilon_0\pi R^2}, \quad \vec{S} = \frac{-1}{\mu_0} \cdot \frac{q(t)}{\varepsilon_0\pi R^2} \frac{\mu_0 I R}{2\pi R^2} \hat{r} \quad \text{ה.} \quad U = \frac{I^2 t^2 d}{2\varepsilon_0\pi R^2} + \frac{\mu_0 I^2 d}{16\pi} \quad \text{ד.}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 B_0 L A r}{2d} \hat{\theta} \quad r < a \quad \text{ג.} \quad \vec{E} = \frac{B L A t}{d} \hat{z} \quad \text{ב.} \quad \text{עליון, } q_c = \frac{\varepsilon_0 \pi a^2}{d} B L A t \quad \text{א. (3)}$$

$$F = M A + \frac{\varepsilon_0 \pi a^2}{d} B_0^2 L^2 A \quad \text{ד.} \quad \vec{B} = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 B L A a^2}{2dr} \hat{\theta} \quad a < r$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 V_0 u r \hat{\theta}}{2(d-ut)^2} \quad r < a \quad \text{ג.} \quad \vec{E} = \frac{-V_0 \hat{z}}{d-ut} \quad \text{ב.} \quad V_c(t) = V_0 \quad \text{א. (4)}$$

$$V_c(t) = \frac{d-ut}{d} \cdot V_0, \quad \vec{E} = \frac{-V_0 \hat{z}}{d}, \quad \vec{B} = 0 \quad \text{ד.} \quad \vec{B} = \frac{\mu_0 \varepsilon_0 V_0 u a^2 \hat{\theta}}{2(d-ut)^2 r} \quad r > a$$