

# פיזיקה 2 א חשמל ומגנטיות

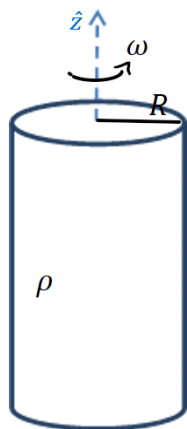
פרק 19 - שדות משתנים בזמן

תוכן העניינים

1. הסברים ותרגילים.....1

## הסברים ותרגילים:

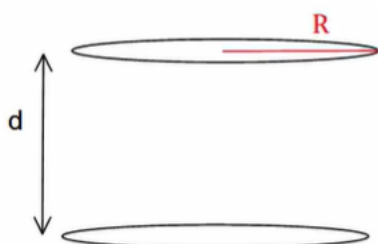
### שאלות:



#### (1) גליל טעון מסתובב בתאוצה

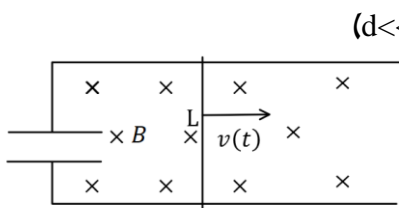
- גליל אינסופי מלא ברדיוס  $R$  טעון בצפיפות מטען אחידה ליחידת נפח  $\rho$ . הגליל מסתובב סביב ציר הסימטריה שלו במהירות זוויתית המשתנה בזמן  $\omega = \alpha t$  כאשר  $\alpha$  קבועה ונתונה.
- מה השדה המגנטי בכל המרחב?
  - מה השדה החשמלי בכל המרחב?
  - מה הכוח שפועל על מטען?

#### (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.

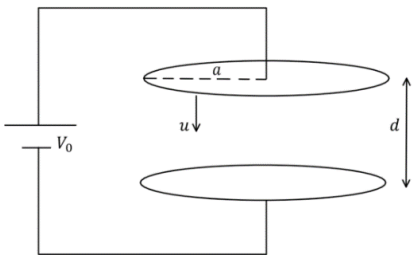
**(3) פארדיי עם קבל**



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:

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

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

$$\vec{F}=q\vec{E} \quad \text{ג.}$$

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

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

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

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

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

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