

# פיזיקה 2אא

פרק 15 - תרגילים נוספים בחוק פארדיי

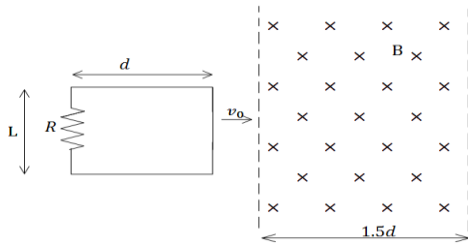
תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים.....1

## הרצאות ותרגילים:

### שאלות:

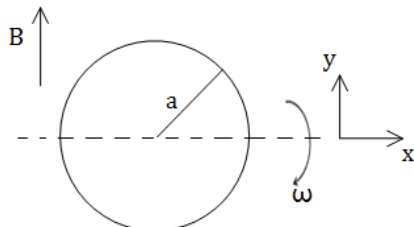
#### (1) מסגרת נעה בתוך שדה



מסגרת מלבנית בעלת אורך  $d$  ורוחב  $L$ , נעה במהירות קבועה  $v_0$ , לכיוון אזור בו שורר שדה מגנטי אחיד  $B$ . אורך האזור הוא  $1.5d$  ורוחבו ארוך מאוד. למסגרת התנגדות כוללת  $R$ . הנח כי ב- $t=0$  הצלע הימנית של המסגרת נכנסת לאזור עם השדה.

- מצא את הכא"מ במסגרת (כתלות בזמן).
- מצא את הזרם במסגרת, גודל וכיוון (כתלות בזמן).
- מצא את הכוח הדרוש להפעיל על המסגרת על מנת שתנוע במהירות קבועה.
- מהו ההספק של הכוח ומהו ההספק שהופך לחום בנגד?

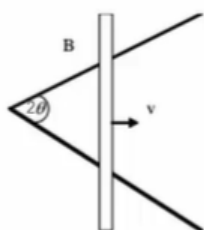
#### (2) טבעת מסתובבת



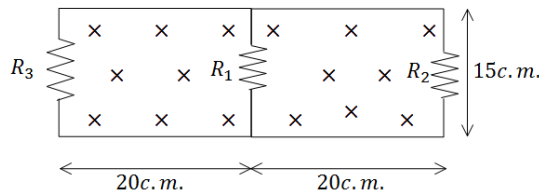
- טבעת מוליכה ברדיוס  $a$  מונחת במישור  $xy$  ומתחילה להסתובב במהירות זוויתית קבועה  $\omega$  סביב ציר ה- $x$ . במרחב קיים שדה מגנטי אחיד  $B_0$  בכיוון ציר  $y$ .
- מצא את הכא"מ בטבעת כפונקציה של הזמן.
  - מצא את הכא"מ בטבעת אם גם השדה המגנטי משתנה בזמן לפי  $B(t) = B_0 \cos(\omega t)$ .

#### (3) מוט נע על מסילות בזווית

שתי מסילות מוליכות יוצרות זווית  $2\theta$  ביניהן. מוט מוליך מונח עליהן ויוצר משולש שווה שוקיים. המוט נע לאורכם במהירות קבועה  $v$ , ומתחיל את תנועתו בקדקוד המשולש. כל המערכת נמצאת בשדה מגנטי אחיד  $B$  היוצא מהדף.



- מצא את הכא"מ המושרה כפונקציה של הזמן.
- אם התנגדותו של המוט ליחידת אורך היא  $R_1$ , והמסילות חסרות התנגדות, חשב את הזרם המושרה כפונקציה של הזמן.
- חשב את ההספק שמועבר למערכת ליצירת הזרם.

**(4) כא"מ בשני מעגלים**

במעגל הבא התנגדות הנגדים היא :

$$R_1 = 1\Omega, R_2 = 2\Omega, R_3 = 3\Omega$$

$$B = 2 \frac{T}{sec} \cdot t$$

במרחב קיים שדה מגנטי

אחיד לתוך הדף.

ממדי המעגל נתונים בשרטוט.

מצא את הזרם בכל נגד.

**(5) מוט זז בתוך מעגל**

מוט מוליך באורך  $L$  נע על צלעותיו של המעגל הבא.

בתוך המעגל קיים שדה מגנטי אחיד

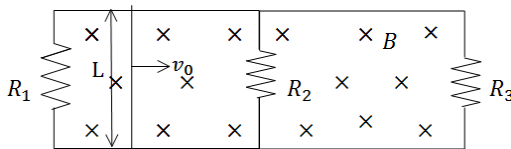
וקבוע לתוך הדף  $B$ .

נתונים :  $L, v_0, R_1, R_2, R_3, B$ .

מצא את הזרם משני צידי המוט עבור

המקרה בו המוט נמצא בין הנגד הראשון

לשני ועבור המקרה בו המוט נמצא בין הנגד השני לשלישי.

**(6) מוט מסתובב**

מוט בעל אורך  $l$  מסתובב סביב אחד הקצוות שלו

במהירות זוויתית קבועה  $\omega$ .

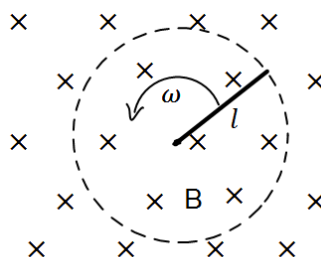
המוט נמצא בשדה מגנטי אחיד  $B$  הניצב למישור

בו הוא מסתובב.

א. מצא את המתח בין קצות המוט באמצעות

אינטגרציה על חוק לורנץ.

ב. מצא את המתח במוט באמצעות חוק פארדיי.

**(7) טבעת בתוך טבעת רחבה**

טבעת מבודדת בעלת רדיוס פנימי  $a$

ורדיוס חיצוני  $b$  טעונה בצפיפות מטען

משטחית חיובית ולא אחידה.

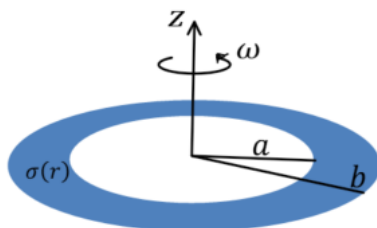
$$\sigma(r) = \begin{cases} 0 & r < a \\ \sigma_0 \frac{a}{r} & a \leq r \leq b \\ 0 & b < r \end{cases}$$

הטבעת מונחת במישור  $xy$  כך שמרכזיה מתלכד עם ראשית הצירים וציר  $z$

עובר דרך מרכז הטבעת ומאונך לפני הטבעת.

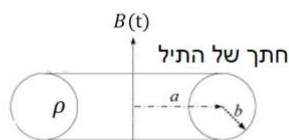
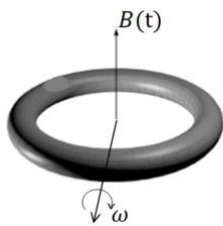
מסובבים את הטבעת סביב ציר  $z$  (המאונך למישור הטבעת) במהירות זוויתית

שהולכת וגדלה עם הזמן לפי הנוסחה  $\omega = at^3$ .



- א. מהו השדה המגנטי במרכז הטבעת?
- ב. במרכז הטבעת מניחים טבעת קטנה ודקה במישור  $xy$  כך שמרכזה מתלכד עם ראשית הצירים ורדיוסה  $r_0$  ( $r_0 \ll a$ ). חשבו את השטף בטבעת הקטנה, מאחר והטבעת הקטנה מאוד קטנה יחסית לטבעת הגדולה תוכלו להזניח את השינוי במרחב של השדה המגנטי העובר דרך הטבעת הקטנה.
- ג. חשבו את הזרם שייווצר בטבעת הקטנה אם התנגדותה  $R$ .

### 8) גוש נחושת מעוצב לטבעת



נתון גוש נחושת בעל מסה  $m$  צפיפות מסה  $\alpha$  והתנגדות סגולית  $\rho$ . מעבדים את הנחושת לתיל שרדיוס שטח החתך שלו הוא  $b$ . יוצרים מהתיל טבעת שרדיוסה  $a$  כך ש- $b \ll a$ .

מניחים את הטבעת מקובעת במרחב כך שקיים שדה מגנטי אחיד המשתנה בזמן  $B(t)$  במאונך לטבעת.

$$\beta = \frac{dB}{dt}$$

קצב השינוי של השדה הוא

- א. חשב את הזרם המושרה בטבעת.
- ב. הראה כי אפשר לבטא את הזרם כתלות של  $\beta, \rho, \alpha, m$  וללא תלות במימדי התיל (כלומר אינו תלוי ב- $a$  ו- $b$ ).
- ג. כעת מתחילים לסובב את הטבעת במהירות זוויתית  $\omega$  סביב ציר העובר במרכזה ומאונך לשדה המגנטי. חשב את הזרם הנוצר בטבעת כתלות בזמן. האם כעת הוא תלוי במימדי התיל?

## תשובות סופיות:

$$\vec{F}_{\text{ext}} = \frac{B^2 L^2 V_0}{R} \hat{x} \quad \text{ג.} \quad I = \frac{BLV_0}{R} \quad \text{ב.} \quad |\varepsilon| = BLV_0 \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$\rho_{\text{ext}} = \frac{B^2 L^2 V_0^2}{R} \quad \text{ד.}$$

$$\varepsilon = \omega B_0 \pi a^2 \sin(2\omega t) \quad \text{ב.} \quad \varepsilon = -B_0 \pi a^2 (-\omega) \sin(\omega t) \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$P_{\text{out}} = \frac{V^2 B^2}{R_1} 2 \cdot V \cdot t \cdot \tan \theta \quad \text{ג.} \quad I = \frac{V \cdot B}{R_1} \quad \text{ב.} \quad \varepsilon = 2V^2 \tan \theta B \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$I_{R1} = \frac{0.6}{110} \text{ A}, I_{R2} = \frac{3}{110} \text{ A}, I_{R3} = \frac{2.4}{110} \text{ A} \quad (4)$$

$$I_L = I_1, I_R = I_2 + I_3 \quad \text{בין הראשון לשני:} \quad (5)$$

$$I_L = I_1 + I_2, I_R = I_3 \quad \text{בין השני לשלישי:}$$

$$\varepsilon = -B \cdot \omega \frac{l^2}{2} \quad \text{ב.} \quad \varepsilon = B \frac{l^2}{2} \omega \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$\varphi = \mu_0 \sigma_0 a \omega \frac{1}{2} \ln \frac{b}{a} \pi r_0^2 \quad \text{ב.} \quad \vec{B} = \mu_0 \sigma_0 a \omega \cdot \frac{1}{2} \ln \frac{b}{a} \hat{z} \quad \text{א.} \quad (7)$$

$$I = \frac{3\mu_0 \sigma_0 a \pi r_0^2 \alpha \ln \frac{b}{a}}{2R} \quad \text{ג.}$$

$$I = \frac{m(\beta \cos \theta - B \sin \theta \omega)}{4\rho \alpha \pi} \quad \text{ג.} \quad I = \frac{\beta m}{4\rho \alpha} \quad \text{ב.} \quad I = \frac{\beta \pi b^2 a}{2\rho} \quad \text{א.} \quad (8)$$