

פיזיקה ב

פרק 19 - הסבר מתקדם על חוק ביו סבר כולל אינטגרלים ותרגילים
מתקדמים

תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים.....1

הרצאות ותרגילים:

רקע:

חוק ביו-סבר:

השדה המגנטי שיוצרת חתיכת זרם

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \vec{r}}{4\pi |r|^3} = \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \hat{r}}{4\pi |r|^2}$$

\vec{r} - הוא הוקטור מהחתיכה לנקודה בה מחפשים את השדה.

$d\vec{l}$ - אורך החתיכה וכיוונו בכיוון הזרם.

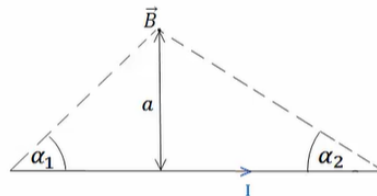
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ - מקדם הפרמביליות של הריק

- חישוב הכיוון:



השדה של תיל סופי:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$$



במרכז התיל:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \frac{L}{\left(\left(\frac{L}{2}\right)^2 + a^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

כאשר L הוא אורך התיל.

השדה של תיל אינסופי:

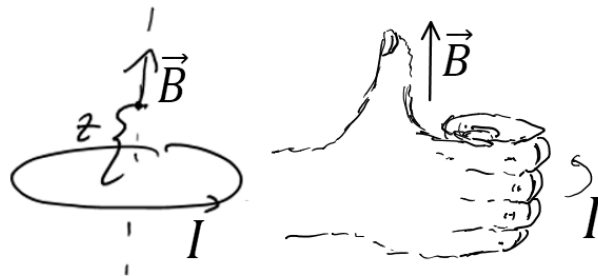
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

כאשר r הוא המרחק מהתיל.

שדה של טבעת לאורך ציר הסימטריה:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

- כיוון השדה לפי כלל הבורג:

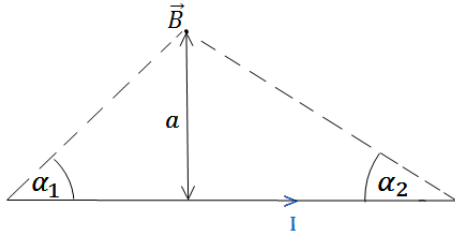


כוח ליחידת אורך בין שני תיילים מקבילים:

$$\frac{dF}{dl} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

הכוח הוא כוח משיכה אם הזרמים באותו כיוון, ודחייה אם כיוון הזרמים הפוך.

שאלות:

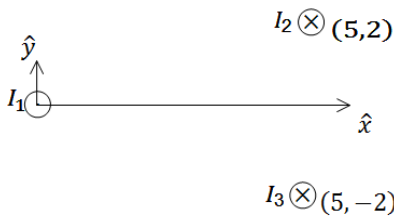


- (1) **חישוב שדה של תיל סופי לפי זוויות**
 הראה כי גודלו של השדה המגנטי שיוצר תיל בנקודה הנמצאת במרחק a מהתיל הוא:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$$
 כאשר I הוא הזרם בתיל.



- (2) **חישוב שדה של טבעת**
 חשב את השדה המגנטי לאורך ציר הסימטריה של טבעת ברדיוס R כאשר בטבעת זרם I .

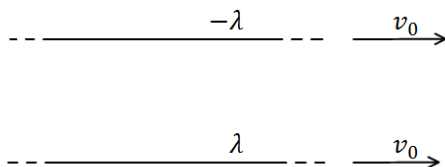


- (3) **שדה של שלושה תילים אינסופיים**
 שלושה תילים אינסופיים המקבילים לציר ה-z מונחים במיקומים הבאים:
 $\vec{r}_1(0,0)$, $\vec{r}_2(5,2)$, $\vec{r}_3(5,-2)$
 הזרמים בתילים הם:

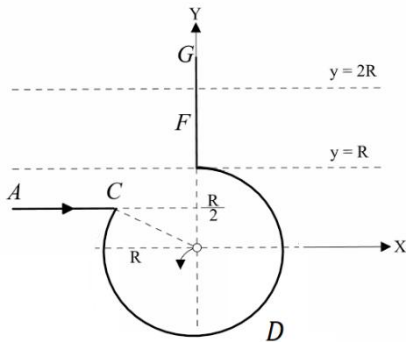
$I_1 = 3A$ החוצה מהדף, $I_2 = 5A$ לתוך הדף, $I_3 = 4A$ גם כן לתוך הדף.
 מצא באיזה נקודה לאורך ציר ה-x מתאפס הרכיב של השדה המגנטי בכיוון y?

(4) **מצולע עם אן צלעות**

- במצולע משוכלל (כל הצלעות שוות) בעל n צלעות זרם I .
 נתון כי המצולע חסום ע"י מעגל ברדיוס R .
 א. מהו השדה המגנטי במרכז המצולע?
 ב. בדוק עבור $n \rightarrow \infty$.



- (5) **כוח מגנטי מתבטל עם חשמלי**
 שני תילים אינסופיים טעונים בצפיפות מטען λ ו- $-\lambda$.
 התילים מקבילים ונמשכים במהירות קבועה v_0 ימינה.
 מצא את גודל המהירות כך שהכוח המגנטי יתבטל עם הכוח החשמלי?



6) חישוב שדה של תיל מיוחד

תיל ACDFG כולל חלק מעגלי שרדיוסו R ושני קטעים ישרים אינסופיים. המשך הקו AC חותך את רדיוס המעגל במרכזו (ראו בשרטוט). בתיל זרם I, כיוון הזרם מסומן בשרטוט.

- א. מהו גודלו וכיוונו של וקטור השדה המגנטי במרכז החלק המעגלי של התיל?
- ב. חלקיק טעון עובר דרך מרכז החלק המעגלי של התיל מסלולו מתעקם עקב השפעת השדה המגנטי של התיל. צורת המסלול וכיוון התנועה נתונים בשרטוט. מהו סימן מטענו של החלקיק?

- ג. בניסוי נוסף יוצרים שדה מגנטי לא אחיד בכל התחום $R < y < 2R$. חלק של התיל FG נמצא בתוך תחום זה (ראו בשרטוט). נתון וקטור השדה $\vec{B}(0,0, ay^2)$, כאשר הקבוע a נתון. מהו הכוח המגנטי ששדה זה מפעיל על התיל?

תשובות סופיות:

1) שאלת הוכחה.

$$B_x = B_y = 0, \quad B_z = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + z^2)^{3/2}} \quad (2)$$

$$x_1 = -2.76, \quad x_2 = 5.26 \quad (3)$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R} \quad \text{ב.} \quad B = \frac{n\mu_0 I}{2\pi R} \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \quad \text{א.} \quad (4)$$

$$V = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (5)$$

$$\vec{F} = \frac{Ia}{3} 7R^3 \hat{x} \quad \text{ג.} \quad \text{ב. שלילי} \quad B_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (2 - \sqrt{3}) \quad \text{א.} \quad (6)$$