

# מכינה בפיזיקה (מכניקת מasse ומחמל)

## פרק 29 - הכוח המגנטי (חוק לורנץ)

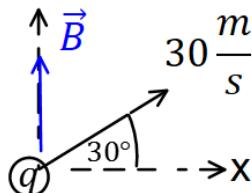
### תוכן העניינים

1.	הכוח על מטען בודד ותנועתו בשדה.....
2.	יישומים של הכוח המגנטי .....
3.	כוח על תיל נושא זרם ובין תיילים.....
4.	סיכום .....
5.	תרגילים נוספים.....

## הכוח על מטען בודד ותנועתו בשדה:

שאלות:

### 1) דוגמה 1



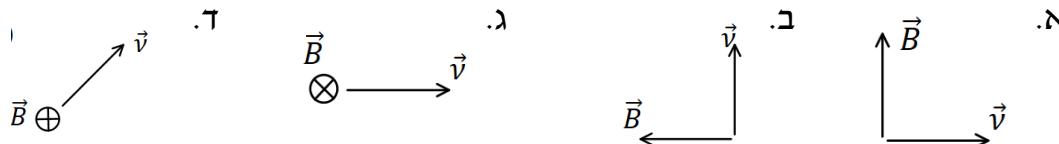
מטען  $q = 2c$  נע במהירות  $v = 30 \frac{m}{sec}$  בכיוון 30 מעלות ביחס לציר ה- $x$  החיובי. במרחב ישנו שדה מגנטי אחיד  $\vec{B} = 4T \hat{y}$ . מצא את גודל הכוח המגנטי שפועל על המטען.

### 2) דוגמה 2

מטען  $q = 3c$  נע במהירות  $\vec{v} = 2 \frac{m}{sec} \hat{x} + 4 \frac{m}{sec} \hat{y}$  במרחב ישנו שדה מגנטי אחיד  $\vec{B} = 5T \hat{y}$ . מצא את גודל הכוח המגנטי שפועל על המטען.

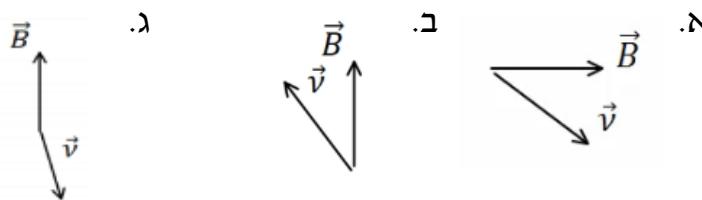
### 3) דוגמה 3

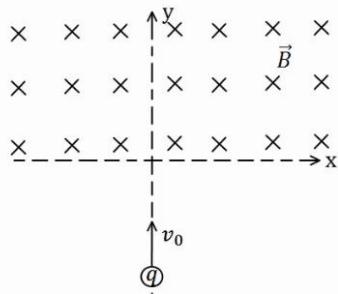
מצא את כיוון הכוח המגנטי במקרים הבאים:



### 4) דוגמה 4

מצא את כיוון הכוח המגנטי במקרים הבאים:



**5 דוגמה 5**

טען  $q = 4c$  נע מ- $y = -\infty$  לאורך הכיוון החיובי של ציר ה- $y$ . בכל התחומים  $0 < y$  קיים שדה מגנטי אחיד  $B = 5T$  לתוך הדף. מסת הטען הינה  $m = 10\text{gr}$  ומהירותו

$$\text{היא } v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

א. שרטט את תנועת הטען.

ב. מצא את המיקום בו יצא הטען מהתחום בו נמצא השדה המגנטי.

**תשובות סופיות:**

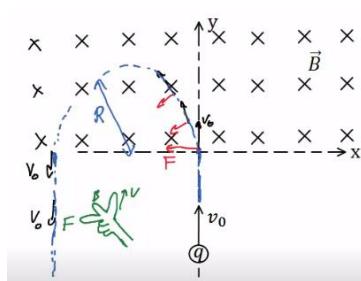
$$F_B \approx 207.8\text{N} \quad (1)$$

$$F_B = 30\text{N} \quad (2)$$

$$\nwarrow \vec{F} \cdot \tau \quad \uparrow \vec{F} \cdot \alpha \quad \vec{F} \odot \beta \quad \vec{F} \odot \alpha \quad (3)$$

$$\vec{F} \odot \alpha \quad \vec{F} \otimes \beta \quad \vec{F} \odot \alpha \quad (4)$$

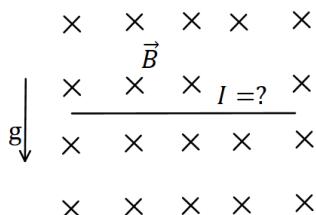
$$x = -2\text{cm}, y = 0 \quad \beta \quad \alpha \quad (5)$$



## כוח על תיל נושא זרם ובין תיילים:

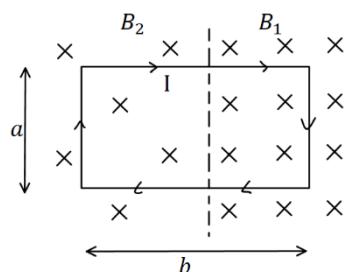
שאלות:

**1) דוגמה 7**



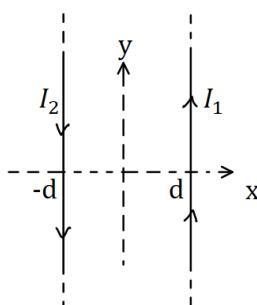
תיל ישר נמצא במאונך לשדה מגנטי אחיד  $B = 10^{-2} \text{ T}$  לתוך הדף. צפיפות המסה של התיל ליחידה אורך היא  $\lambda = 20 \frac{\text{gr}}{\text{cm}}$ . מצא מה צריך להיות גודל וכיוון הזרם בתיל, כך שתיל ירחף באוויר.

**2) דוגמה 8**



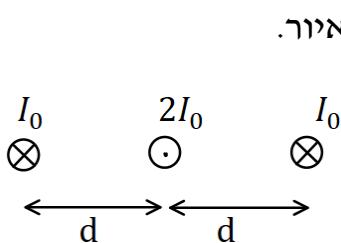
מסגרת מלבנית בעלי צלעות  $a, b$  נמצאת במישור של הדף ובתוכו שדה מגנטי שכיוונו לתוך הדף. גודלו של השדה המגנטי אינו אחיד. המסגרת מונחת כך, שחלק מהמסגרת נמצא בשדה  $B_1 = 4 \text{ T}$ , והחלק השני נמצא בשדה  $B_2 = 3 \text{ T}$ . במסגרת זורם זרם  $I = 2A$  עם כיוון השעון. מצא את הכוח השקול הפועל על המסגרת ( $a = 0.5 \text{ m}$ ).

**3) דוגמה 9**



תיל ארוך מאוד מונח במקביל לציר ה- $y$  וב- $d = x$ . בתיל זורם זרם  $I_1 = 1 \text{ A}$  בכיוון. תיל ארוך נוסף גם כן במקביל לציר ה- $y$  וב- $d = x$ . הזרם בתיל זה הוא  $I_2 = 2 \text{ A}$  בכיוון הפוך לציר ה- $y$ . מהו הכוח ליחידה אורך על כל תיל, אם  $d = 20 \text{ cm}$ ?

**4) דוגמה 10**



שלושה תיילים אינסופיים מונחים במקביל, כמתואר באירור. המרחקים בין התיילים קבועים ושוויים ל- $d$ . הזרם בתיל האמצעי הוא  $2I_0$  החוצה מהדף, והזרם בתיילים האחרים הוא  $I_0$  לתוך הדף. מהו הכוח על כל תיל?

**תשובות סופיות:**

$$\text{1) כיוון: ימינה , גודל: } I = 2 \cdot 10^3 \text{ A}$$

$$\text{2) } \sum F = 1 \text{ N , ימינה.}$$

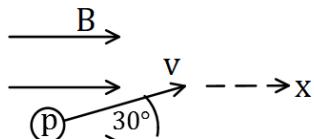
$$F_1 = 10^{-6} \hat{x}, F_2 = -10^{-6} \hat{x} \quad \text{3}$$

$$\sum F_1 = \frac{3\mu_0 I_0^2}{4\pi d} \hat{x}, \sum F_2 = 0, \sum F_3 = -\frac{3\mu_0 I_0^2}{4\pi d} \hat{x} \quad \text{4}$$

## תרגילים נוספים:

**שאלות:**

**1) תרגיל 1**



פרוטון נכנס לאזור בו ישנו שדה מגנטי אחיד שעוצמתו  $T = 10$  בכוון ציר ה- $x$ . מהירות הפרוטון היא  $\frac{m}{sec} = 10^6$  וכיווניה בזווית 30 מעלות ביחס לשדה.

א. מהו גודל וכיון הכוח הפועל על הפרוטון?

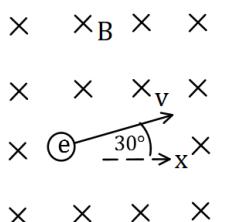
ב. מהי תאוצת הפרוטון?

נתון :  $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} C$ ,  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$

**2) תרגיל 2**

אלקטרון נמצא בשדה מגנטי אחיד שגודלו  $T = 5$  וכיונו לתוכה הדף.

לאלקטרון מהירות  $v_0 = 10^5 \frac{m}{sec}$  בכוון 30 מעלות ביחס לציר ה- $x$ .



א. מהו הכוח הפועל על האלקטרון ברגע זה (גודל וכיון)?

ב. ציר את תנועת האלקטרון בשדה.

מהו רדיוס הסיבוב?

נתון :  $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} C$ ,  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$

**3) תיל תלוי על שני קפיצים-ביולוגיה תא**

תחל מוליך נושא זרם תלוי לאורך ציר  $x$  על ידי שני תילים דקים ושני קפיצים זהים.

בכל המרחב קיים שדה מגנטי אחיד לתוכה הדף.

אורך התיל המוליך הוא  $0.4 m$  ומסתו

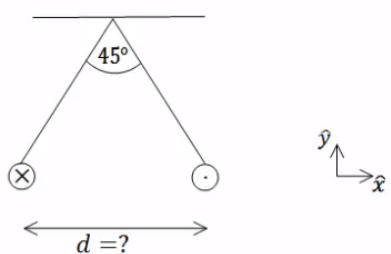
היא  $0.03 kg$ . גודל השדה המגנטי הוא  $B = 0.2 T$

וקבוע הקפיץ הוא  $k = \frac{N}{m} = 10$ , ניתן להזניח את השדות שיוצרים התילים

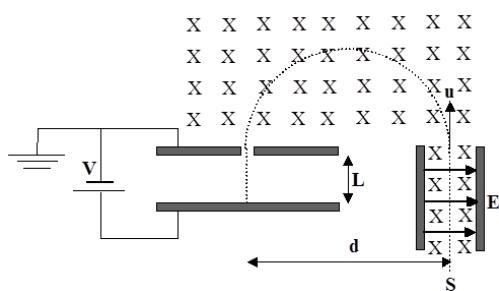
האנכיאים ואת הכוחות שהם מפעילים על התיל האופקי.

א. מהו גודל וכיון הזרם בתיל אם ידוע שהתיל בשווי משקל כאשר הקפיצים רפויים (לא מפעילים כוח)?

ב. בכמה יתררכו הקפיצים אם יהפכו את הזרם בתיל? תזכורת: גודל הכוח שפעיל קפיז הוא  $F = k\Delta$  כאשר  $\Delta$  היא ההתררכות של הקפץ מהמצב הרפי.



- 4) שני תילים תלויים**  
 שני תילים ארוכים מאוד תלויים מהתקורה  
 באמצעות חוטים באורך זהה ולא ידוע.  
 בתילים זורם זרם של 100 אמפר בכיוונים מנוגדים.  
 הזווית בין החוטים היא 45 מעלות ומסתם ליחידת  
 אורך היה  $2 \frac{\text{gr}}{\text{m}} \mu$ .  
 מצא את המרחק בין התילים.



- 5) בורר מהירות ומתח עצירה**  
 חלקיקים, בעלי מטען  $q+$  ומסה  $m$ ,  
 נפלטים ממוקור S ב מהירותות שונות  
 ונכנסים אל בין לוחות קבל.  
 בין לוחות הקבל פועלים שדה חשמלי  
 אחיד  $\vec{E}$  שכיוונו ימינה, ושדה מגנטי  
 אחיד  $\vec{B}$  המכובן אל תוך הדף, כמו בתרשימים.  
 השדה המגנטי פועל על החלקיקים גם לאחר יציאתם מהקbel.  
 במרחיק  $d$  מנקודת היציאה של החלקיקים מהקbel נמצא נקב קטן, דרךו  
 נכנסים החלקיקים אל תוך הקbel השני, אשר בין לוחותיו לא פועל שדה מגנטי.  
 על הקbel השני מופעל מתח עצירה  $V$ . ידוע כי המרחק בין לוחות הקbel השני  
 הינו  $L$ . נתון להזנich את כוח הכבוד הפועל על חלקיקים.  
 נתוני:  $L, q, \vec{E}, \vec{B}, m$ .

- באייזו מהירות  $v$  יוצאים החלקיקים מהקbel הראשון?
  - מהו המרחק  $d$  (ראה ציור)?
  - תוק כמה זמן משלים החלקיק את חצי הסיבוב?
  - מה צריך להיות ערכו המינימלי של מתח העוצר  $V$ , המופעל על הקbel  
 השני, כדי שהחלקיקים הנכנסים לתוכו יעברו לחלוتين?
  - מחברים את הקbel השני לסלוללה, שמתהגה גדול פי שתים ממה שחשבת  
 בסעיף ד'.
- תוק כמה זמן יעזור החלקיק מרגע כניסה אל בין לוחות הקbel השני?

**תשובות סופיות:**

$$a = 4.79 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad \text{ב.} \quad \text{(1)} \quad \text{א. } F = 8 \cdot 10^{-13} \text{ N, כיוון: לתוך הדף.}$$

$$R = 1.14 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad \text{ב.} \quad \text{(2)} \quad \text{א. } F = 8 \cdot 10^{-11} \text{ N, כיוון } 60^\circ \text{ מתחת לציר ה-}x\text{.}$$

$$\Delta l = 0.03 \text{ m} \quad \text{ב.} \quad \text{(3)} \quad \text{א. } I = 3.75 \text{ A, כיווני: חיובי של ציר } x\text{.}$$

$$d = 0.241 \text{ m} \quad \text{(4)}$$

$$t = \frac{BL}{E} \quad \text{ה.} \quad V = \frac{mE^2}{2qB^2} \quad \text{ט.} \quad t = \frac{\pi}{qB} \text{ m.} \quad \text{ג.} \quad d = \frac{2mE}{qB^2} \quad \text{ב.} \quad u = \frac{E}{B} \quad \text{א.} \quad \text{(5)}$$