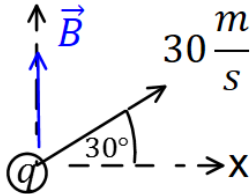


## הכוח על מטען בודד ותנועה בשדה

### שאלות

#### (1) דוגמה 1



מטען  $q = 2c$  נע במהירות  $v = 30 \frac{m}{s}$  בכיוון  $30^\circ$  מעלות ביחס לציר ה- $x$  החיובי.

במרחב ישנו שדה מגנטי אחיד  $\vec{B} = 4T \hat{y}$ . מצא את גודל הכוח המגנטי שפועל על המטען.

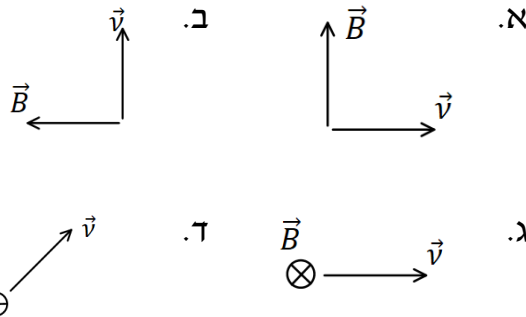
#### (2) דוגמה 2

מטען  $q = 3c$  נע במהירות  $\vec{v} = 2 \frac{m}{s} \hat{x} + 4 \frac{m}{s} \hat{y}$

במרחב ישנו שדה מגנטי אחיד  $\vec{B} = 5T \hat{y}$ . מצא את גודל הכוח המגנטי שפועל על המטען.

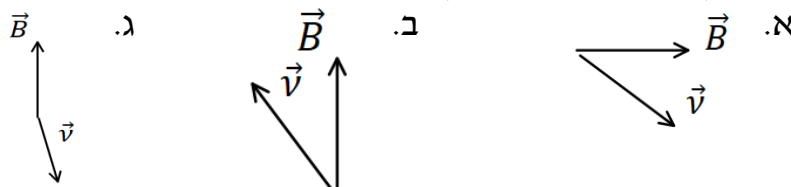
#### (3) דוגמה 3

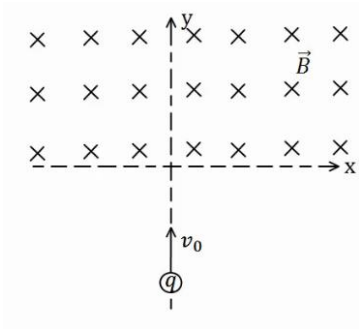
מצא את כיוון הכוח המגנטי במקרים הבאים:



#### (4) דוגמה 4

מצא את כיוון הכוח המגנטי במקרים הבאים:





5 דוגמה 5

מטען  $q = 4c$  נע מ- $y = -\infty$  לאורך הכיוון החיובי של ציר ה- $y$ .  
 בכל התחום  $y > 0$  קיים שדה מגנטי אחיד  $B = 5T$  לתוך הדף.  
 מסת המטען היא  $m = 10gr$  ומהירותו היא  $v_0 = 20 \frac{m}{s}$ .

- א. שרטט את תנועת המטען.
- ב. מצא את המיקום בו יצא המטען מהתחום בו נמצא השדה המגנטי.

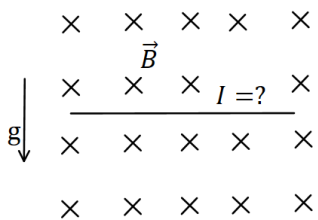
יישומים של הכוח המגנטי

נושא תיאורטי הסוקר את הנושאים הבאים:

- הציקלוטרון
- בורר מהירויות
- ספקטוגרף המסות

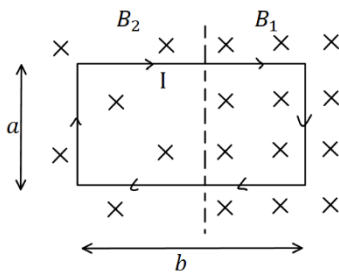
כוח על תיל נושא זרם ובין תילים

6 דוגמה 7



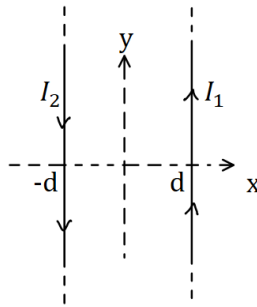
תיל ישר נמצא במאונך לשדה מגנטי אחיד  $B = 10^{-2}T$  לתוך הדף.  
 צפיפות המסה של התיל ליחידת אורך היא  $\lambda = 20 \frac{gr}{cm}$ .  
 מצא מה צריך להיות גודל וכיוון הזרם בתיל, כך שהתיל ירחף באוויר.

7 דוגמה 8



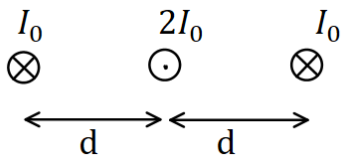
מסגרת מלבנית בעל צלעות  $a, b$  נמצאת במישור של הדף ובתוך שדה מגנטי שכיוונו לתוך הדף.  
 גודלו של השדה המגנטי אינו אחיד; המסגרת מונחת, כך שחלק מהמסגרת נמצא בשדה  $B_1 = 4T$ , והחלק השני נמצא בשדה  $B_2 = 3T$ .  
 במסגרת זורם זרם  $I = 2A$  עם כיוון השעון.  
 מצא את הכוח השקול הפועל על המסגרת ( $a = 0.5m$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

8) דוגמה 9



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

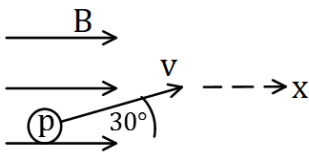
9) דוגמה 10



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

תרגילים נוספים

10) תרגיל 1

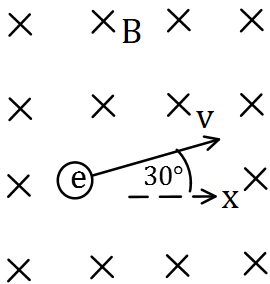


פרוטון נכנס לאזור בו ישנו שדה מגנטי אחיד  
 שעוצמתו  $10T$  בכיוון ציר ה- $x$ .  
 מהירות הפרוטון היא  $10^6 \frac{m}{s}$  וכיוונה בזווית  $30^\circ$  מעלות ביחס לשדה.

א. מהו גודל וכיוון הכוח הפועל על הפרוטון?  
 ב. מהי תאוצת הפרוטון?

$$q_p = 1.6 \cdot 10^{-19} c, \quad m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$$

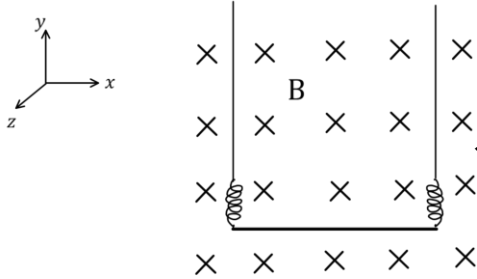
11) תרגיל 2



אלקטרון נמצא בשדה מגנטי אחיד שגודלו  $5 T$  וכיוונו לתוך הדף.  
 לאלקטרון מהירות  $v_0 = 10^5 \frac{m}{s}$  בכיוון  $30^\circ$  מעלות ביחס לציר ה- $x$ .

א. מהו הכוח הפועל על האלקטרון ברגע זה (גודל וכיוון)?  
 ב. צייר את תנועת האלקטרון בשדה, מהו רדיוס הסיבוב?

$$q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} c, \quad m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$$



**12) תיל תלוי על ידי שני קפיצים**

תיל מוליך נושא זרם תלוי לאורך ציר ה- $x$ , על ידי שני תילים דקים ושני קפיצים זהים. בכל המרחב קיים שדה מגנטי אחיד לתוך הדף. אורך התיל המוליך הוא  $0.4\text{m}$  ומסתו היא  $0.03\text{kg}$ . גודל השדה המגנטי הוא  $B = 0.2\text{T}$  וקבוע הקפיץ הוא  $k = 10\text{N/m}$ .

ניתן להזניח את השדות שיוצרים התילים האנכיים ואת הכוחות שהם מפעילים על התיל האופקי.

א. מהו גודל וכיוון הזרם בתיל, אם ידוע שהתיל בשיווי משקל כאשר הקפיצים רפויים (לא מפעילים כוח)?

ב. בכמה יתארכו הקפיצים, אם יהפכו את הזרם בתיל?

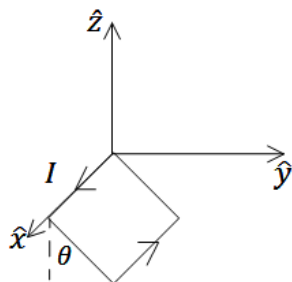
תזכורת: גודל הכוח שמפעיל קפיץ הוא  $F = k\Delta l$ , כאשר  $\Delta l$  היא ההתארכות של הקפיץ מהמצב הרפוי.

**13) לולאה תלויה**

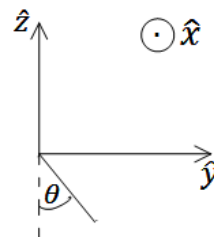
לולאה ריבועית בעלת צלע  $a$  ומסה  $m$  תלויה על ציר ה- $x$  (הצלע שנמצאת על הציר מקובעת לציר) ויכולה להסתובב סביבו. בלולאה זורם זרם  $I$ , כך שהזרם בצלע שנמצאת על ציר ה- $x$  חיובי (זורם בכיוון ציר ה- $x$ ).

א. מצא את גודל השדה המגנטי שדרוש להפעיל בכיוון ציר ה- $z$  על מנת שהלולאה תתייצב במנוחה בזווית  $\theta$  ביחס לצר ה- $x$ .

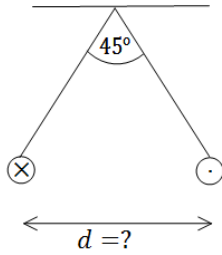
ב. מצא את גודל השדה המגנטי, שדרוש להפעיל בכיוון ציר ה- $y$ , על מנת שהלולאה תתייצב במנוחה בזווית  $\theta$  ביחס לציר ה- $z$ .



מבט תלת מימדי



מבט דו-מימדי



14 תרגיל - שני תילים תלויים

שני תילים ארוכים מאוד תלויים מהתקרה באמצעות חוטים באורך זהה ולא ידוע. בתילים זורם זרם של 100 אמפר בכיוונים מנוגדים. הזווית בין החוטים היא 45 מעלות ומסתם ליחידת אורך

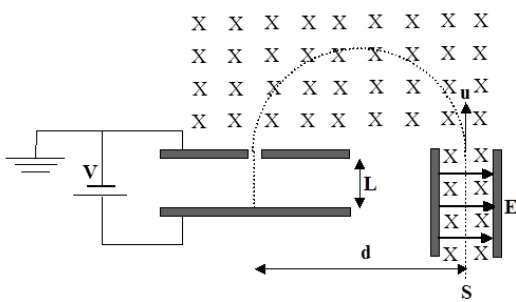
$$\mu = 2 \frac{gr}{m}$$

מצא את המרחק בין התילים.

15 תרגיל - בורר מהירויות ומתח עצירה

חלקיקים, בעלי מטען  $+q$  ומסה  $m$ , נפלטים ממקור  $S$  במהירויות שונות ונכנסים אל בין לוחות קבל.

בין לוחות הקבל פועלים שדה חשמלי אחיד  $\vec{E}$  שכיוונו ימינה, ושדה מגנטי אחיד  $\vec{B}$  המכוון אל תוך הדף, כמו בתרשים. השדה המגנטי פועל על החלקיקים גם לאחר יציאתם מהקבל.



במרחק  $d$  מנקודת היציאה של החלקיקים מהקבל נמצא נקב קטן, דרכו נכנסים החלקיקים אל תוך הקבל השני, אשר בין לוחותיו לא פועל שדה מגנטי. על הקבל השני מופעל מתח עצירה  $V$ .

ידוע כי המרחק בין לוחות הקבל השני הינו  $L$ . ניתן להזניח את כוח הכובד הפועל על חלקיקים.

נתונים:  $\vec{B}, \vec{E}, m, q, L$ .

א. באיזו מהירות  $u$  יוצאים החלקיקים מהקבל הראשון?

ב. מהו המרחק  $d$  (ראה ציור)?

ג. תוך כמה זמן משלים החלקיק את חצי הסיבוב?

ד. מה צריך להיות ערכו המינימלי של מתח העוצר  $V$ , המופעל על הקבל השני, כדי שהחלקיקים הנכנסים לתוכו יעצרו לחלוטין?

ה. מחברים את הקבל השני לסוללה, שמתחה גדול פי שתיים ממה שחישבת בסעיף ד'. תוך כמה זמן יעצור החלקיק מרגע כניסתו אל בין לוחות הקבל השני כעת?

תשובות סופיות

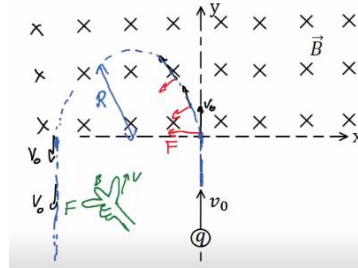
(1)  $F_B \approx 207.8N$

(2)  $F_B = 30N$

(3) א.  $\vec{F} \odot$  ב.  $\vec{F} \odot$  ג.  $\vec{F} \uparrow$  ד.  $\vec{F} \odot$

(4) א.  $\vec{F} \odot$  ב.  $\vec{F} \otimes$  ג.  $\vec{F} \odot$

(5) א.  $x = -2cm, y = 0$  ב.  $x = -2cm, y = 0$



(6) כיוון: ימינה, גודל:  $I = 2 \cdot 10^3 A$

(7)  $\sum F = 1N$ , ימינה.

(8)  $F_1 = 10^{-6} \hat{x}$ ,  $F_2 = -10^{-6} \hat{x}$

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

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

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

(12) א.  $I = 3.75 A$ , בכיוון ציר ה-x החיובי. ב.  $\Delta l = 0.03m$

(13) א.  $B_0 = \frac{mg}{2al} \tan \theta$  ב.  $\vec{B} = -\frac{mg}{2al} \hat{y}$

(14)  $d = 0.241$

(15) א.  $u = \frac{E}{B}$  ב.  $d = \frac{2mE}{qB^2}$  ג.  $t = \frac{\pi}{qB} m$

ד.  $V = \frac{mE^2}{2qB^2}$  ה.  $t = \frac{BL}{E}$

