



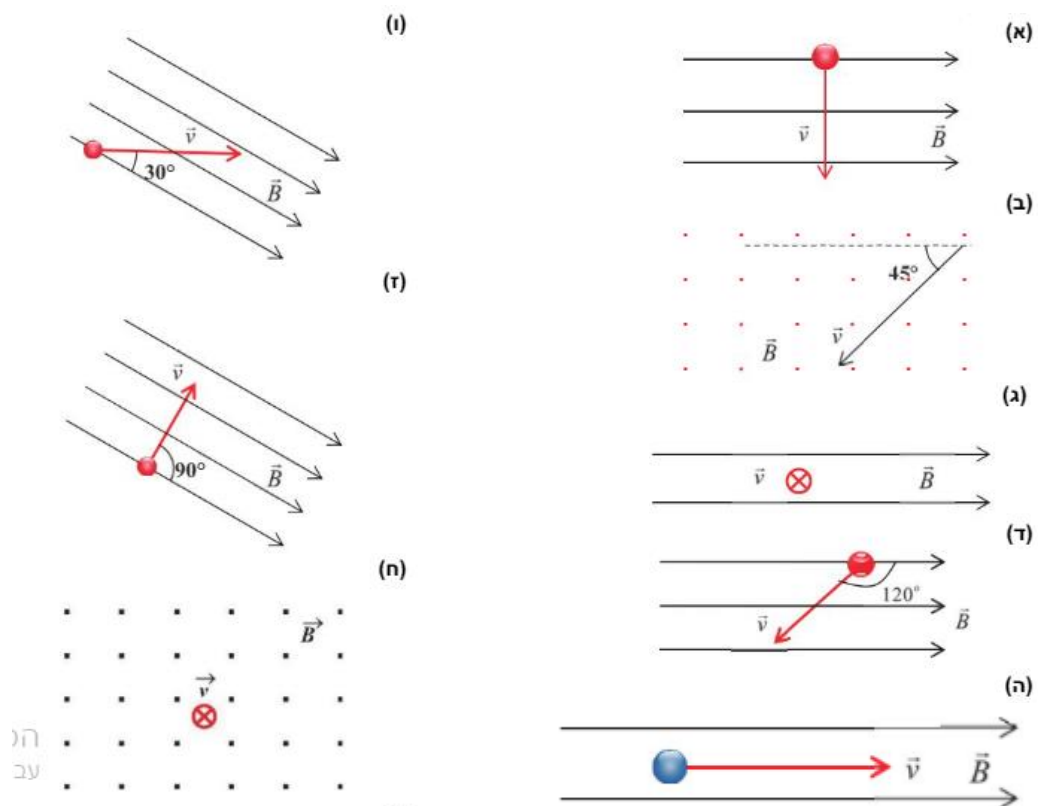
4, 6, 7, 8 – שאלות להגשה

מגנטיות – כוח לורנץ

1. תרגול כלל יד ימין:

בכל אחד מהתרשימים הבאים מתוארים כוון השדה המגנטי וכוון המהירות של פרוטון, ברגע כניסתו של השדה המגנטי. קבעי בכל אחד מהתרשימים את גודלו ואת כוון של הכוח

המגנטי המופעל על הפרוטון, אם נתון $B=1T$, $v = 10^6 \frac{m}{s}$

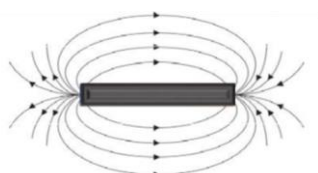


2. תולים מחט מגנטית באמצעות חוט הקשור למרכז.

א. קבעי לאיזה כוון תתייצב המחט המגנטית.

ב. הסבירי מדוע המחט המגנטית אינה מתייצבת במקביל לאופק, אלא יוצרת זווית מסוימת ביחס לפני הקרקע.

3. בתרשים הבא מתוארים קווי השדה המגנטי של מגנט מוט.



א. הגדירי את המושג "קווי השדה המגנטי".

ב. מהו המידע הפיזיקלי שניתן להסיק מהסתכלות בתרשים זה?

תשובות לשאלה 1:

א. $F_m = 1.6 \times 10^{-13} \text{ N}$

ניצב לפני הדף החוצה.

ב. $F_m = 1.6 \times 10^{-13} \text{ N}$

במישור הדף ניצב למהירות כלפי מעלה.

ג. $F_m = 1.6 \times 10^{-13} \text{ N}$

במישור הדף כלפי מטה.

ד. $F_m = 1.38 \times 10^{-13} \text{ N}$

ניצב לפני הדף החוצה.

ה. אפס.

ו. $F_m = 8 \times 10^{-14} \text{ N}$

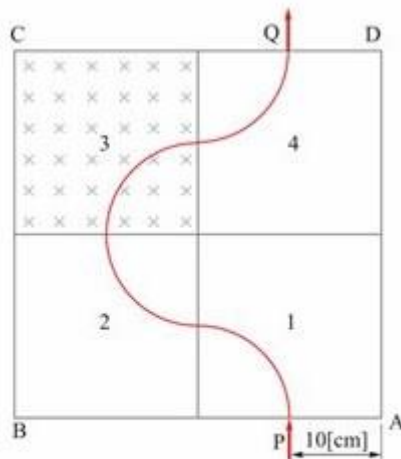
ניצב לפני הדף פנימה.

ז. $F_m = 1.6 \times 10^{-13} \text{ N}$

ניצב לפני הדף פנימה.

ח. הכוח אפס.

4.



נתונים 4 אזורים זהים שממדיהם 20×20 ס"מ. בכל אחד מהאזורים שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו $B=2[T]$ וכיוונו ניצב למישור ABCD. חלקיק שגודל מהירותו $v=1.5 \cdot 10^7 \left[\frac{m}{s} \right]$ ומסתו $m=6.6 \cdot 10^{-27} [kg]$ נכנס לאזור 1 בנקודה P בכיוון ניצב לשדה, ויוצא מאזור 4 בנקודה Q, לאחר שעבר את המסלול המתואר בתרשים. ידוע שבאזור 3 שורר שדה מגנטי בכיוון אל תוך הדף (כמתואר), ושלכל אחד מהאזורים החלקיק נכנס בכיוון ניצב לשדה.

א. האם החלקיק חיובי או שלילי? נמקו.

ב. העתיקו את התרשים למחברת וציינו את כיווני השדות המגנטיים בשלושת האזורים 1, 2, 4 (סמנו X עבור שדה הנכנס אל הדף ו- • עבור שדה היוצא מהדף). הסבירו כיצד קבעתם את הכיוונים.

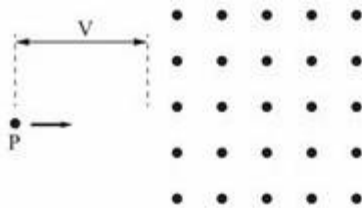
ג. חשבו את גודל מטענו של החלקיק.

ד. חשבו את פרק הזמן שעבר מרגע הכניסה של החלקיק לאזור 1 ועד רגע צאתו מאזור 4.

תשובות:

א. שלילי ; ב. 1-מהדף החוצה, 2-אל תוך הדף, 4-מהדף החוצה ; ג. $4.95 \cdot 10^{-19} C$; ד. $0.419 \cdot 10^{-7} s$

5.



פרוטון ק, שמסתו m_p ומטענו q_p , מואץ ממנוחה משמאל לימין על ידי מתח V ונכנס לאזור שבו שורר שדה מגנטי שעוצמתו B. השדה ניצב לדף וכיוונו החוצה מהדף. רוצים לגרום לפרוטון לצאת מהשדה המגנטי במאונך לכיוון תנועתו המקורי, במרחק אופקי d ביחס לנקודת הכניסה שלו. לשם כך מכבים את השדה המגנטי בזמן t לאחר הרגע שבו נכנס לשם הפרוטון.

א. כתבו ביטוי לזמן t באמצעות נתוני השאלה.

ב. כתבו ביטוי למרחק האופקי d באמצעות נתוני השאלה.

ג. כיצד היו משתנות תשובותיכם לסעיפים א-ב אילו המתח המאץ היה גדל פי 2?

ד. כיצד היו משתנות תשובותיכם לסעיפים א-ב אילו במקום הפרוטון היו מאיצים חלקיק שמסתו גדולה פי 4 ומטענו גדול פי 2?

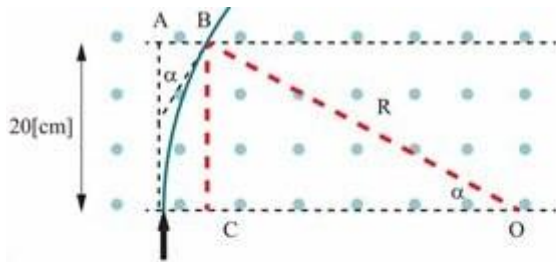
ה. בניסוי אחר הפעילו באזור השדה המגנטי גם שדה חשמלי, כך שהפרוטון נע בקו ישר לאורך כל הדרך.

ציינו את כיוון השדה החשמלי ובטאו את עוצמתו באמצעות נתוני השאלה.

תשובות:

א. $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2qB}$; ב. $d = r = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot m}{q}}$; ג. הזמן ללא שינוי, $r_1 = \sqrt{2} r$; ד. זמן המחזור יגדל פי 2, הרדיוס פי $\sqrt{2}$; $E = \sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot q}{m}} \cdot B$ כלפי מעלה

6.



אלומת חלקיקים בעלי אנרגיה של $6.4 \cdot 10^{-13} [J]$ נכנסת לשדה מגנטי אחיד ברוחב 20 ס"מ, שעוצמתו $0.5 [T]$ וכיוונו החוצה מתוך הדף. האלומה נעה לאורך קשת של מעגל שמרכזו O ורדיוסו $R=0.6 [m]$, ויוצאת מהשדה כשהיא מוטה בזווית α ביחס לכיוונה המקורי (כמתואר בתרשים).

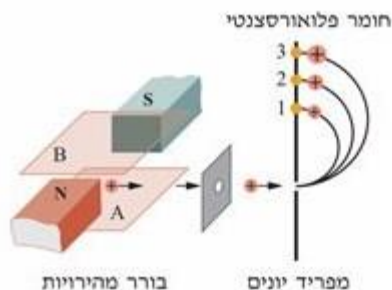
- מהו סימן המטען של כל חלקיק באלומה? נמקו.
- חשבו באיזו זווית α מוטה האלומה ביחס לכיוונה המקורי.
- חשבו את מרחק הסטייה האופקי של האלומה מכיוונה המקורי (המרחק AB בתרשים).
- נתון כי מסת כל חלקיק באלומה: $m = 9.1 \cdot 10^{-26} [kg]$
 - חשבו את מהירות החלקיקים באלומה.
 - חשבו את מטען כל חלקיק באלומה.
 - חשבו את זמן התנועה של החלקיק בשדה המגנטי.
- מהי האנרגיה המרבית האפשרית כדי להבטיח שהחלקיקים לא יצאו בגבול העליון של השדה?

תשובות:

א. חיובי ; ב. 19.47° ; ג. 0.0343 מטר ;

ד. [1] $v = 3.75 \cdot 10^6 \left[\frac{m}{s} \right]$; [2] $1.1375 \cdot 10^{-18} [C]$; [3] $5.437 \cdot 10^{-8} [s]$ (היעזרו באורך הקשת)
ה. $7.109 \cdot 10^{-14} [J]$

7.

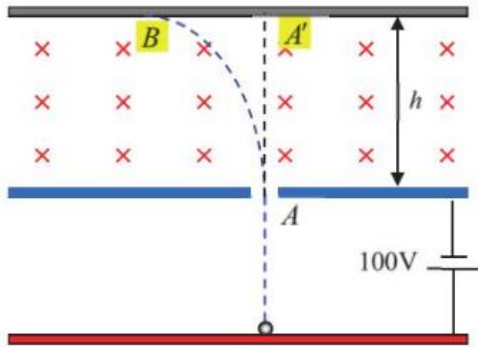


למגנזיום שלושה איזוטופים שמסותיהם: $m_1 = 3.98 \cdot 10^{-26} [kg]$, $m_2 = 4.15 \cdot 10^{-26} [kg]$, $m_3 = 4.31 \cdot 10^{-26} [kg]$ יונים שמטענם $q = 1.6 \cdot 10^{-19} [C]$ של שלושת האיזוטופים האלו נכנסים לבורר מהירויות, שבו שוררים שדה חשמלי שעוצמתו $E = 40,000 \left[\frac{V}{m} \right]$ ושדה מגנטי שעוצמתו $B_1 = 1 [T]$. בצאתם מבורר המהירויות נכנסים היונים לשדה מגנטי שעוצמתו $B_2 = 0.4 [T]$. כתוצאה מכך הם נעים במסלול חצי מעגלי, עד שהם פוגעים בלוח צילום (כמתואר בתרשים).

- מה כיוון השדה החשמלי וכיוון השדה המגנטי בבורר המהירויות?
- מהו כיוון השדה המגנטי במפריד היונים?
- מהי מהירות תנועת היונים בבורר המהירויות?
- מהם המרחקים בין שלושת הקווים המתקבלים על הלוח צילום?

תשובות:

א. השדה המגנטי לתוך הדף, השדה החשמלי מ-B ל-A.
ב. אל תוך הדף ; ג. $40,000 \frac{m}{s}$; ד. בין יון 1 ל-2: 2.2 מילימטר, בין יון 2 ל-3: 2 מילימטר



8. מאיצים פרוטון בין לוחות קבל במתח $V=1000\text{V}$, לעבר פתח קטן A, הנמצא בלוח השלילי. הפרוטון עובר את הפתח A, ונכנס דרכו אל שדה מגנטי אחיד B שעוצמתו 100 גאוס, הניצב לכיוון מהירות הפרוטון ביציאתו מהפתח. במרחק $h=10\text{cm}$ מהלוח השלילי נמצא לוח פלורסנטי המקביל לו, כפי שמתואר בתרשים.

- הראו שמרכז המסלול המעגלי שלאורכו נע הפרוטון בתוך השדה המגנטי, נמצא על הלוח השלילי.
- מצאו את רדיוס המסלול המעגלי של הפרוטון בתנועתו בשדה המגנטי. בטאו את תשובתכם באמצעות הגדלים B , V , מסת הפרוטון m_p , ומטען הפרוטון e , ולאחר מכן חשבו את גודלו.
- חשבו את סטיית הפרוטון ברגע פגיעתו בלוח הפלורסנטי, ביחס למסלול הישר בו נע טרם כניסתו לשדה המגנטי (כלומר המרחק $A'B$).
- חשבו את הזמן הדרוש לפרוטון להגיע מהפתח A אל נקודת הפגיעה B (הזמן t_{AB}).
- מצאו את המתח המינימלי V_{\min} הדרוש בין לוחות הקבל, כדי שהפרוטון יתנגש בלוח הפלורסנטי. בטאו את תשובתכם באמצעות הגדלים h, B, m_p, e , ולאחר מכן חשבו מתח זה.

תשובות:

$$b. \quad R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2m_p V}{e}} = 0.145\text{m}$$

$$g. \quad A'B = 4\text{cm}$$

$$d. \quad t_{AB} = 7.95 \times 10^{-7}\text{s}$$

$$h. \quad V_{\min} = \frac{eB^2 h^2}{2m_p} = 47.9\text{V}$$