

## יחידה 46 – הכוח המגנטי הפועל על מטען הנע בשדה מגנטי.

**השדה המגנטי** – מטען נע יוצר שדה מגנטי. ככל שהמטען גדול יותר וככל שמהירותו גדולה יותר כך עוצמת השדה המגנטי גדול יותר.

**כוח לורנץ** – כאשר מטען  $q$ , נכנס לשדה מגנטי  $B$ , במהירות  $v$ , פועל עליו כוח מגנטי  $F$ .

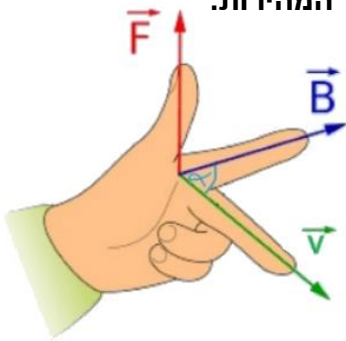
גודלו וכיוונו של הכוח המגנטי, נתונים בעזרת המכפלה הוקטורית הבא:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

ניתן לתאר את גודל הכוח המגנטי, בעזרת המשוואה הסקלרית:  $F = q \cdot B \cdot v \cdot \sin(\alpha)$

את כיוון הכוח המגנטי ניתן לתאר בעזרת כלל יד שמאל.

**כלל יד שמאל** – הכלל משמש למציאת הכוח המגנטי, בהינתן כיוון השדה וכיוון ווקטור המהירות.



הכוח המגנטי תמיד ניצב לכיוון השדה המגנטי ולכיוון תנועת המטען.

הכיוון היחסי בין  $F$  ו- $B$ , הוא קבוע. **במטען חיובי** הוא מתואר על ידי כלל יד שמאל:

למטען שלילי יש להשתמש בכלל יד שמאל עם יד ימין.

סדר הפעולות בכלל יד שמאל: יש לכוון את האצבע בכיוון השדה, ולסובב את היד

עד שהאמה תהיה בכיוון ווקטור המהירות. לאחר מיקום האמה בכיוון המהירות האגודל מצביע בכיוון הכוח.

**הגדרת גודל השדה המגנטי** – גודל השדה המגנטי מוגדר מכוח לורנץ:

$$B = \frac{F}{q \cdot v \cdot \sin(\alpha)}$$

**כיוון השדה המגנטי** – כיוון השדה המגנטי בנקודה מוגדר ככיוון אליו מורה

המצפן בנקודה.

**ביטוי זמן המחזור** – מכיוון שהכוח המגנטי תמיד ניצב לתנועה, אם המטען נע בהשפעת

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$$

הכוח המגנטי בלבד, הוא נע בתנועה מעגלית. ממשוואת התנועה ניתן לקבל את ביטוי

זמן המחזור, זמן המחזור לא תלוי בזווית כניסת המטען לשדה, ובגודל מהירות המטען

**ביטוי רדיוס הסיבוב** – ממשוואת התנועה ניתן לקבל את ביטוי רדיוס הסיבוב של

$$R = \frac{m \cdot v \cdot \sin(\alpha)}{B \cdot q}$$

מטען הנע בתנועה מעגלית בהשפעת הכוח המגנטי, בלבד.

**\* בכל שאלת בגרות העוסקת בתנועת מטען בשדה מגנטי יש לפתח את ביטוי זמן המחזור את ביטוי הרדיוס!**

**תנועה בורגית** – כאשר מטען נכנס בזווית (שונה מ 90 מעלות) ביחס לכיוון השדה המגנטי המטען ינוע בכיוון הניצב לשדה תנועה מעגלית ובכיוון השדה ינוע המטען במהירות קבועה.

משילוב שתי תנועות אלו, המטען ינוע בתנועה הנקראת תנועה בורגית. תנועה ספירלית.

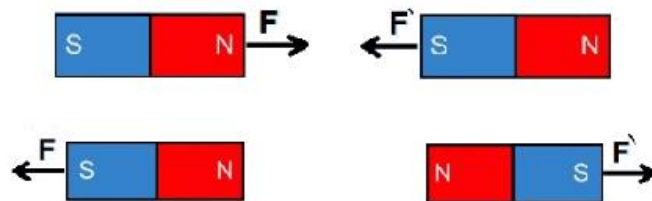
**מרחק הפסיקה** - הוא המרחק שעובר המטען בכיוון השדה במשך זמן מחזור שלם, מרחק זה מסומן ע"י האות P.

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot m \cdot V \cdot \cos(\alpha)}{B \cdot q}$$

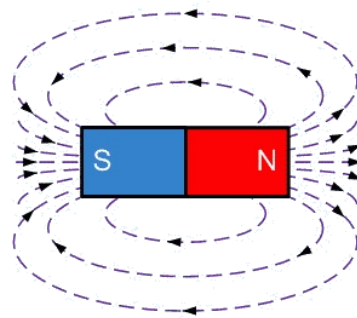
**גופים מגנטיים** - באופן כללי, בכל גוף נעים אלקטרונים, אך הם נעים בתנועה אקראית, לכן הם לא מייצרים שדה מגנטי. גופים מגנטיים מייצרים שדה מגנטי מכיוון שתנועת האלקטרונים בהם היא פחות אקראית ויותר מכוונת.

גופים העשויים חומרים פירומגנטיים "מתמגנטים" כאשר הם נמצאים בתוך שדה מגנטי. השדה המגנטי גורם לאלקטרונים בחומרים אלו להפסיק לנוע בתנועה אקראית, הגופים הופכים להיות מגנטיים גם כאשר הם יוצאים מהשדה המגנטי.

לכל גוף מגנטי יש קוטב צפוני וקוטב דרומי. שני מגנטים נמשכים אחד לשני בקטבים השונים. ונדחים אחד מהשני בקטבים הזהים.



**קווי השדה המגנטי** - הם קווים עקומים וסגורים, היוצאים מהקוטב הצפוני ונכנסים לקוטב הדרומי. הם עוברים גם בתוך המגנט. צפיפות קווי השדה שווה לעוצמת השדה המגנטי, כיוון קו השדה בכל נקודה הוא ככיוון אליו מורה מחט המצפן בנקודה. קווי שדה אינם חוצים זה את זה.



**השדה המגנטי של כדור הארץ** - כדור הארץ הוא גוף מגנטי, הקוטב הדרומי המגנטי של כדור הארץ סמוך לקוטב הצפוני הגאוגרפי. והקוטב הצפוני המגנטי של כדור הארץ סמוך לקוטב הדרומי הגאוגרפי.

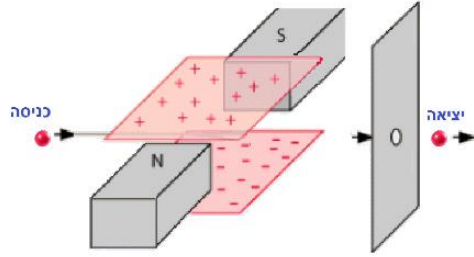
מחט המצפן היא מגנטית, ראש מחט המצפן הוא קוטב צפוני מגנטי, הוא נמשך לקוטב הדרומי מגנטי של כדור הארץ, כך מצביע המצפן על הצפון הגיאוגרפי.

השדה המגנטי של כדור הארץ נוטה בזווית מתחת לאופק, זווית זו נקראת זווית רכינה.

המצפן מושפע מהרכיב האופקי של השדה המגנטי ולא מהאנכי, כל מסקנה הנעשית על סמך שימוש במצפן, מתייחסת רק לרכיב השדה המגנטי בכיוון האופקי.

# יישומי השדה המגנטי

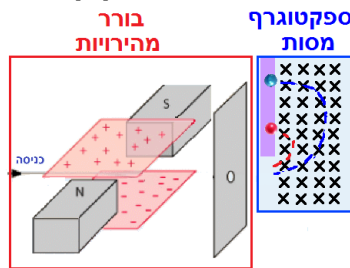
**בורר מהירויות** - מיתקן הנכנסים אליו חלקיקים במהירויות שונות, והוא מאפשר רק לחלקיקים בעלי מהירות מסוימת לצאת ממנו. פעולת בורר המהירויות מבוססת על שדה חשמלי ושדה מגנטי המאונכים זה לזה.



ממשוואת התנועה, מהירות היציאה שווה ליחס בין עוצמת השדה החשמלי לשדה המגנטי.

$$v = \frac{E}{B}$$

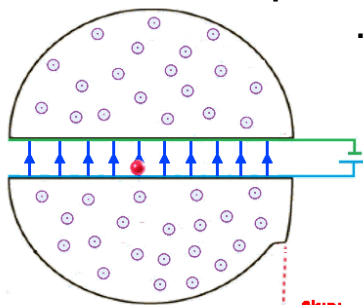
**ספקטוגרף מסות** - מיתקן הנכנסים אליו חלקיקים בעלי מסה שונה ( בד"כ הוא ממוקם ביציאת בורר המהירויות) הוא מאפשר למדוד את רדיוס מסלול תנועת החלקיק. פעולת הספקטוגרף, מבוססת על שדה מגנטי ולוח פלורסנטי המציג את מיקום נקודת הפגיעה של החלקיקים.



ממשוואת התנועה ניתן לקבל ביטוי למסת החלקיקים בתלות ברדיוס המסלול.

$$m = \frac{B \cdot q \cdot R}{v}$$

**ציקלוטרון** – מיתקן אליו נכנס חלקיקים טעונים במהירות קטנה, מהירות החלקיקים גדלה במתח נמוך יחסית. בכך משמש הציקלוטרון כמאיץ חלקיקים. פעולת הציקלוטרון מבוססת על שדה חשמלי המאיץ את המטען, ושני שדות מגנטיים הגורמים לחלקיק לנוע שוב ושוב בתוך השדה החשמלי. כדי הכוח החשמלי יפעל בכיוון התנועה קוטביות הסוללה משתנה בכל חצי זמן מחזור.



ממשוואת התנועה, מהירות היציאה מהציקלוטרון תלויה ברדיוסו המקסימאלי, לפי:

$$v_{EXIT} = \frac{B \cdot q \cdot R_{max}}{m}$$

ממשוואת התנועה, זמן החלפת קוטביות הסוללה, נתון לפי:

$$t = \frac{\pi \cdot m}{B \cdot q}$$