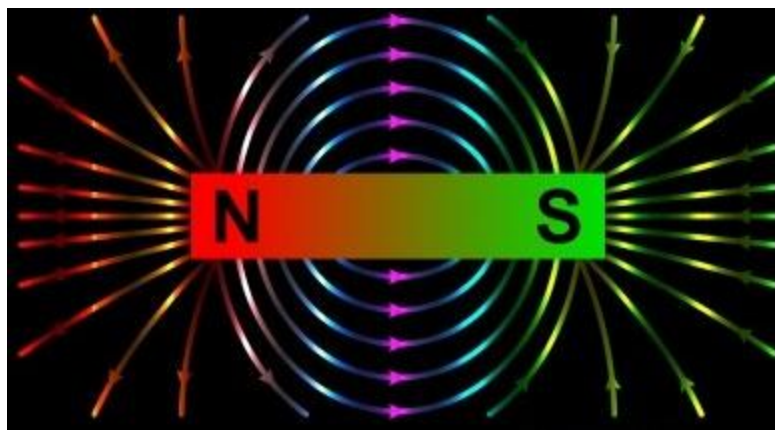


מגנטיות

השדה המגנטי



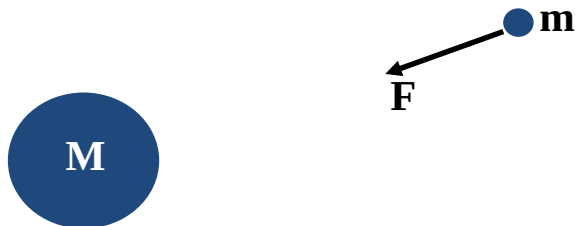
- ▶ השדה המגנטי וכיוונו
- ▶ מיפוי השדה המגנטי
- ▶ עצמת השדה המגנטי
- ▶ מאפייני קווי שדה
- ▶ השוואה: שדה חשמלי ושדה מגנטי
- ▶ השדה המגנטי סביב תיל נושא זרם
- ▶ כיוון השדה המגנטי של תיל נושא זרם
- ▶ עוצמת השדה המגנטי כתלות בעוצמת הזרם ובמרחק

"שדה חשמלי" ו"שדה כבידה"

למדנו שאת השפעתו של הכוח החשמלי ניתן להסביר על ידי מושג **השדה החשמלי**, אותו הציע הפיזיקאי הגדול פרדיי (Faraday). פרדיי הציע, שברגע שמניחים בנקודה כלשהי במרחב מטען חשמלי, נוצר בכל המרחב סביבו "שדה חשמלי", המתבטא בכך, שעל המטען יפעל **כוח חשמלי**.



גם את השפעתו של כוח הכבידה ניתן להסביר על ידי מושג השדה. במקרה זה **שדה כבידה**. במרחב, סביב מסה כלשהי, נוצר "שדה כבידה", המתבטא בכך שאם נניח מסה בנקודה כלשהיא במרחב זה, יפעל עליה **כוח כבידה**. מושג השדה מאפשר לנו להסביר השפעה של **כוחות הפועלים מרחוק**.

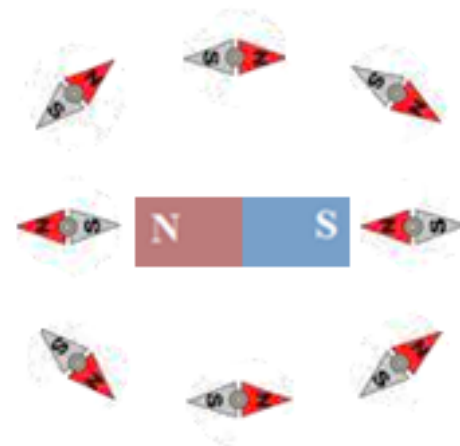


באופן דומה נוכל להסביר את פעולתו של הכוח המגנטי:

ברגע שמניחים במקום כלשהו במרחב מגנט, נוצר בכל המרחב סביבו "**שדה מגנטי**", שאת קיומו ועוצמתו בנקודה מסוימת נוכל למצוא, אם נניח באותה נקודה מגנט קטן (למשל מחט מגנטית במצפן) ונבדוק את השפעת השדה עליו.

הדגמה:

נקרב לנקודות שונות סביב מגנט מוט מחט מגנטית גלויה. נגלה, שבכל נקודה מתייצבת המחט בכיוון אחר, אותו נגדיר כ**כיוון השדה המגנטי** באותה נקודה. השדה הינו שקול של שני הקטבים. אין אפשרות ליצור קוטב בודד, וכל פעם שנחתוך מגנט לשניים, נקבל שוב מגנטים קטנים יותר, שבכל אחד מהם שני קטבים.



<https://www.youtube.com/watch?v=vhCaXWJ5nUo>

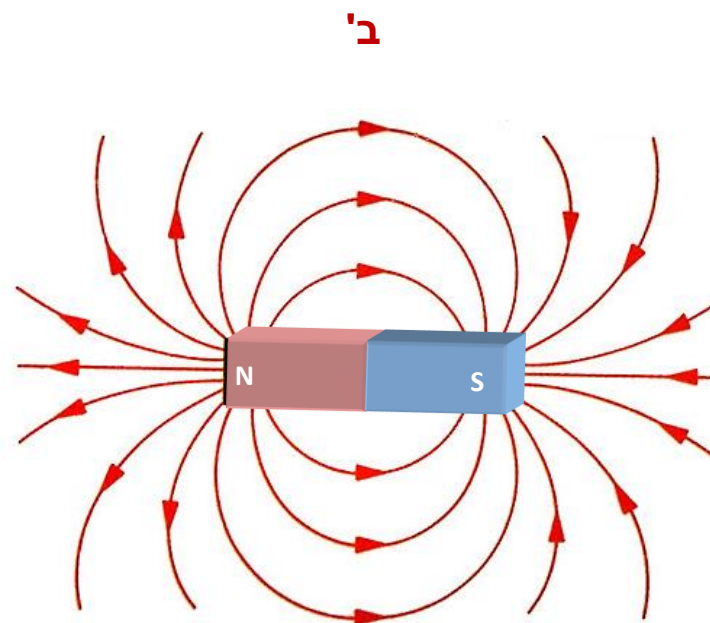
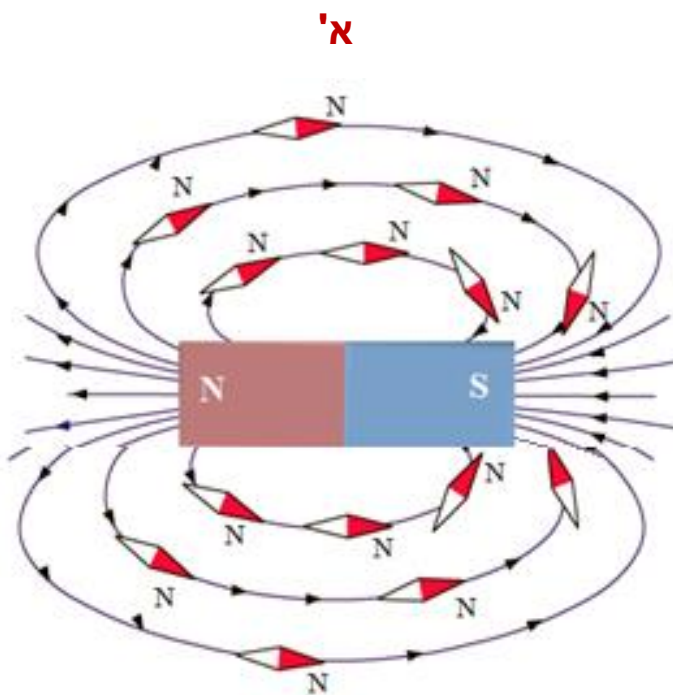
<https://www.youtube.com/watch?v=zbTrHWW3xvU>

בדומה לאלקטרוסטטיקה, גם את השדה המגנטי ממפים באמצעות קווי שדה.

הכיוון אליו פונה הקוטב הצפוני של המחט המגנטית לאחר ההתייצבות מוגדר ככיוון השדה באותה נקודה.

בתרשים א' דוגמא להרבה מחטים מגנטיות סביב מוט מגנטי.

בתרשים ב' תיאור קווי שדה מגנטי סביב מוט מגנטי.



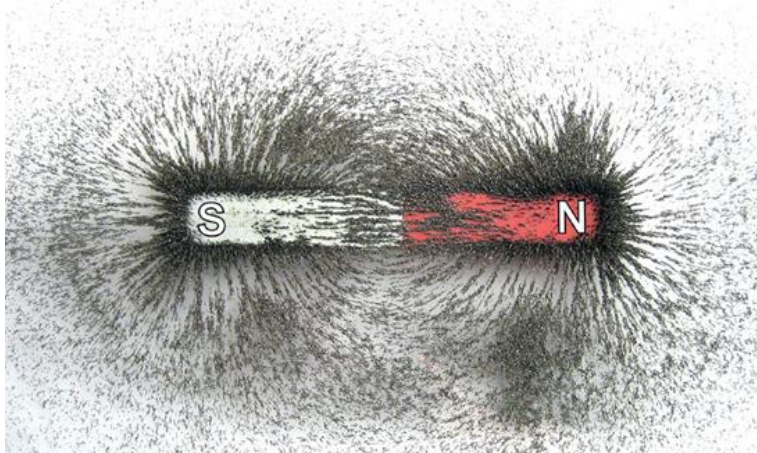
בדומה לעוצמת השדה החשמלי, עוצמת השדה המגנטי במקום מסוים מתבטאת בצפיפות הקווים:

כשקווי שדה צפופים יותר, עוצמת השדה המגנטי חזקה יותר.

ניתן להמחיש קשר זה באמצעות ההדגמה הבאה.

הדגמה:

ניקח מוט מגנט ונניח אותו מתחת לדף נייר דק ומתוח, או מתחת למשטח זכוכית שקופה. במקום מחטים מגנטיות נפזר נסורת ברזל על הנייר או על הזכוכית. נזכיר שברזל הנמצא בקרבת קוטב מגנטי הופך למגנט. כאשר נקיש קלות על הנייר או על משטח הזכוכית, הודות להשפעת המגנט הנסורת תסתדר בצורה מסוימת.

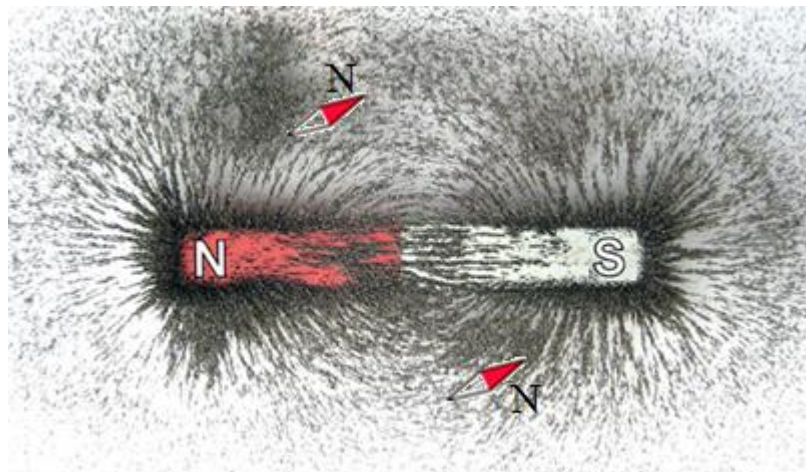


https://www.youtube.com/watch?v=M9Gdm_OXKz4

<https://www.youtube.com/watch?v=xzn3b1Nqut0>

אפשר לראות ש:

- ▶ הנסורת מסתדרת לפי הקווים, המקשרים את הקטבים ביניהם.
- ▶ בכל נקודה כיוון השדה הוא כיוון המשיק באותה נקודה.
- ▶ צפיפות קווי השדה המגנטי גדולה ליד הקטבים וקטנה מאוד במרכז המוט המגנטי.

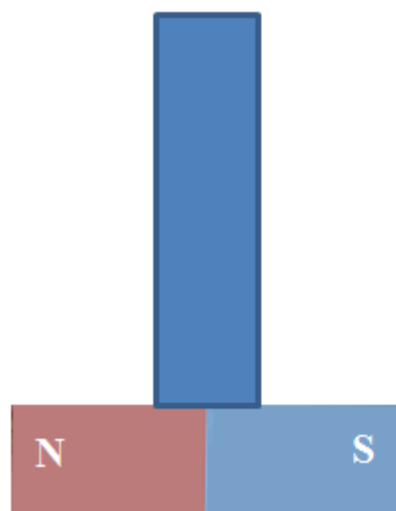


<https://www.youtube.com/watch?v=j8XNHIV6Qxg>

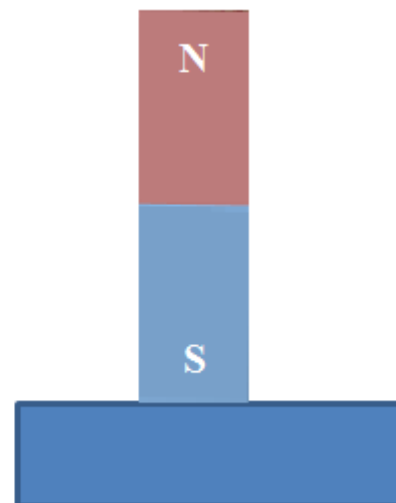
שאלה:

לפנינו מוט ברזל ומוט מגנטי הזהה לו בצורתו.
איך על ידי פעולה אחת בלבד נזהה מי מהם הוא המגנט?

למגנט, בניגוד לברזל, ישנם שני קטבים בהם ההשפעה היא חזקה, ובמרכז ההשפעה היא חלשה.
כאשר נקרב את המגנט אל מרכזו של הברזל תהיה משיכה חזקה, וכאשר נקרב את הברזל אל מרכזו של
המגנט לא תהיה משיכה.



אין משיכה

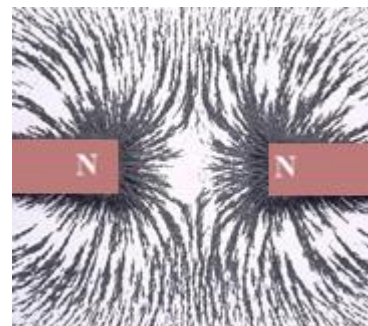
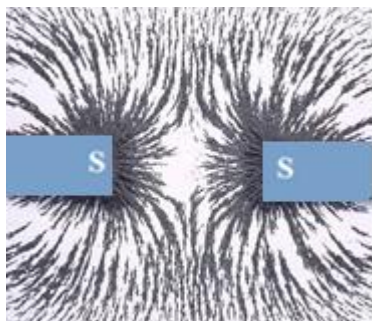


משיכה חזקה

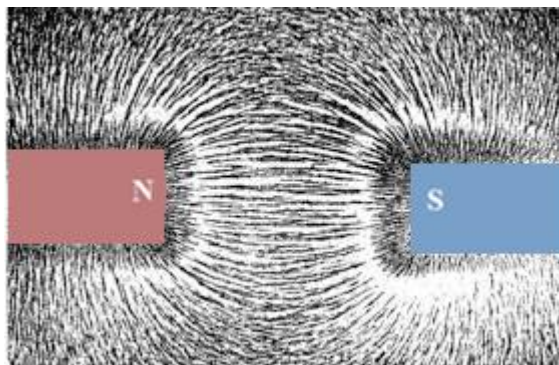
קווי שדה הנוצרים על ידי מוטות מגנטיים

נחזור שוב על אותו ניסוי עם נסורת ברזל, אלא שהפעם נניח שני מוטות מגנטיים ונבדוק מצבים שונים:

א. שני קטבים זהים פונים זה אל זה.



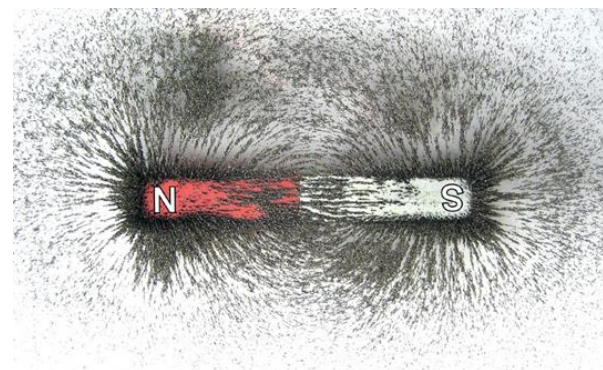
ב. שני קטבים שונים פונים זה אל זה.



https://www.youtube.com/watch?v=mHL4i70_-rs

במצב זה גרגרי הנסורת הסתדרו לפי קווים, היוצאים מקוטב אחד, ונכנסים לקוטב שמולו.

ניקח כעת במקום מוט-מגנט בצורת פרסה ונניח אותו מעל לדף נייר דק ומתוח. נפזר נסורת ברזל על הנייר. בשל השפעת המגנט, הנסורת תסתדר באופן דומה לזה של המוט המגנטי. צפיפות קווי השדה המגנטי גדולה ליד הקטבים, וובקירוב קבועה בין הקטבים.



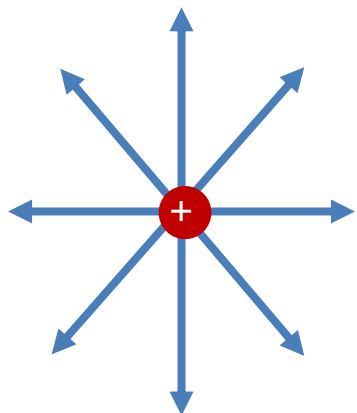
<https://www.youtube.com/watch?v=kdomJQvxPZE>

המאפיינים של קווי השדה המגנטי (שאת חלקם ראינו בהדגמות האחרונות) הם:

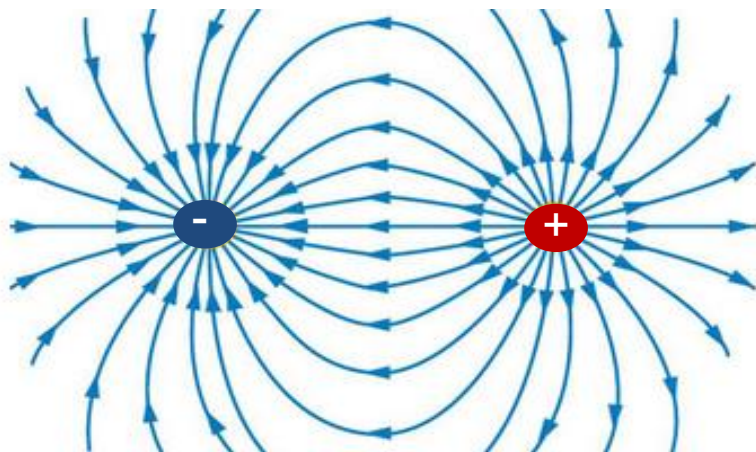
- ❖ קווי השדה אינם חותכים זה את זה.
- ❖ קווי השדה הם קווים סגורים, היוצאים מהקוטב הצפוני שלו ונכנסים לקוטב הדרומי שלו, וסוגרים את המסלול בתוך המגנט. זאת בשונה מקווי השדה החשמלי המתחילים במטען חיובי ומסתיימים במטען שלילי או באינסוף.
- ❖ צפיפות קווי השדה מייצגת את עוצמתו של השדה המגנטי. ככל שקווי השדה צפופים יותר, העוצמה חזקה יותר.

השוואה: שדה חשמלי ושדה מגנטי

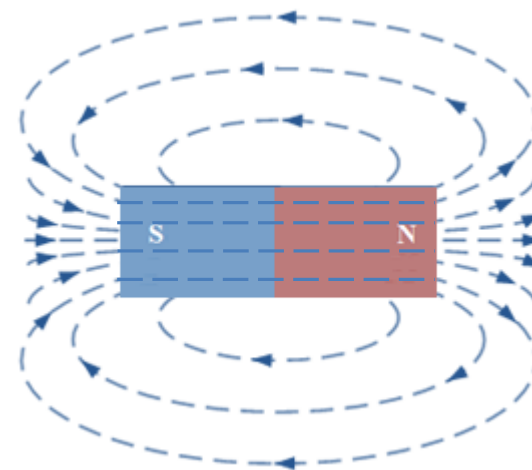
לא ניתן ליצור קוטב מגנטי בודד ולכן קווי השדה המגנטי (בין הקטבים) הם קווים סגורים. לעומת זאת, ניתן לתאר קווי שדה של מטען בודד והם אינם סגורים.



קווי השדה החשמלי סביב מטען נקודתי חיובי
כל קו שדה מתחיל במטען החיובי ומסתיים באינסוף

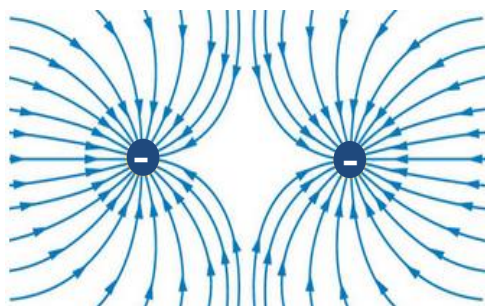
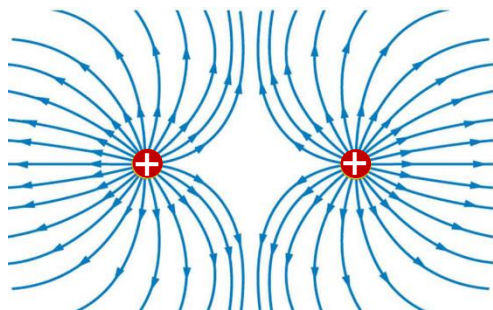


קווי השדה החשמלי בקרבתם של שני מטענים שווים,
אך מנוגדים בסימניהם ("דיפול חשמלי")

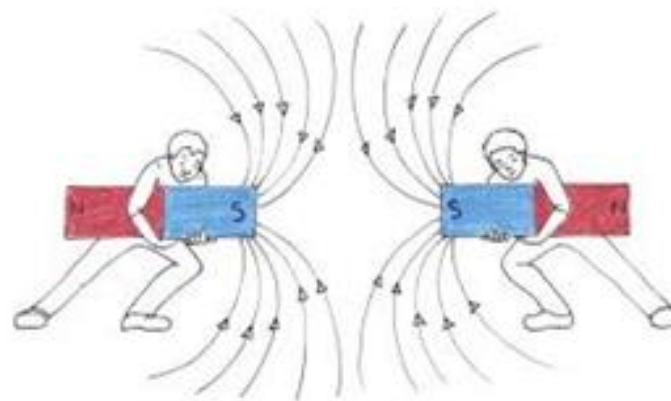
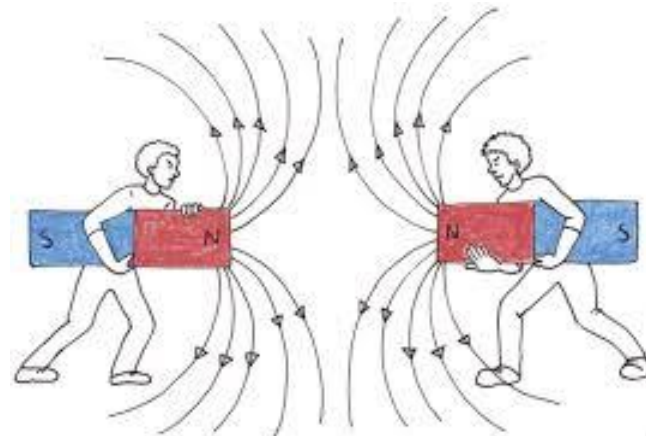


קווי השדה המגנטי, הנוצר על ידי מוט מגנטי
הם קווים סגורים

קווי שדה חשמלי

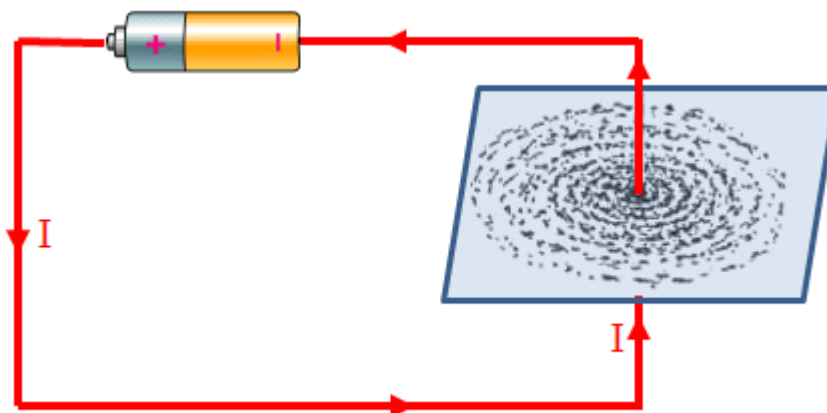


קווי שדה מגנטי



השדה המגנטי סביב תיל נושא זרם

ראינו (בשיעור קודם) שמחט מגנטית סוטה מכיוון צפון-דרום, כאשר היא בסביבת תיל הנושא זרם (ניסוי ארסטד), כלומר- תיל מוליך בו זורם זרם נוהג כמגנט לכל דבר. עתה, נבדוק בעזרת נסורת ברזל (כפי שעשינו קודם לכן עם המוט המגנטי) את האזור שמסביב לתיל נושא זרם. לשם כך נחבר תיל מוליך לסוללה, ונעביר אותו דרך לוח זכוכית או קרטון, שעליו נפזר את נסורת הברזל.

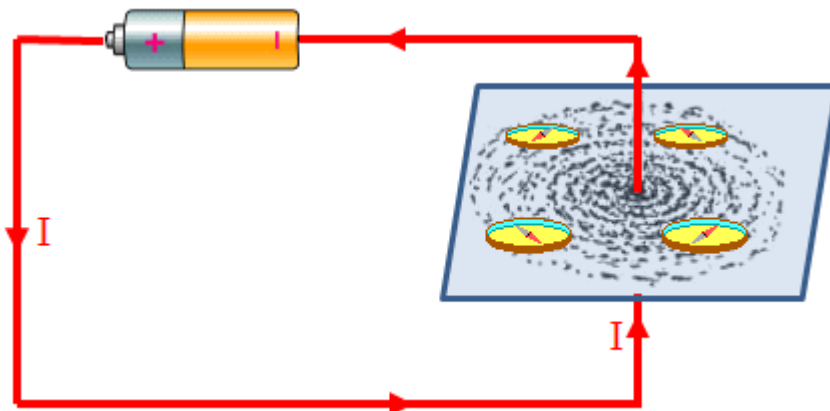


<https://www.youtube.com/watch?v=QCsuxZxrAhE>

הנסורת מסתדרת בדגם מאוד ברור: עיגולים סביב התיל. תוצאה זאת מעידה על כך, שסביב התיל נושא הזרם נוצר שדה מגנטי. קווי השדה הם מעגלים, שמרכזם בציר התיל, וצפיפותם הולכת ופוחתת עם ההתרחקות מהתיל: בקרבת התיל צפיפות הקווים גדולה יותר.

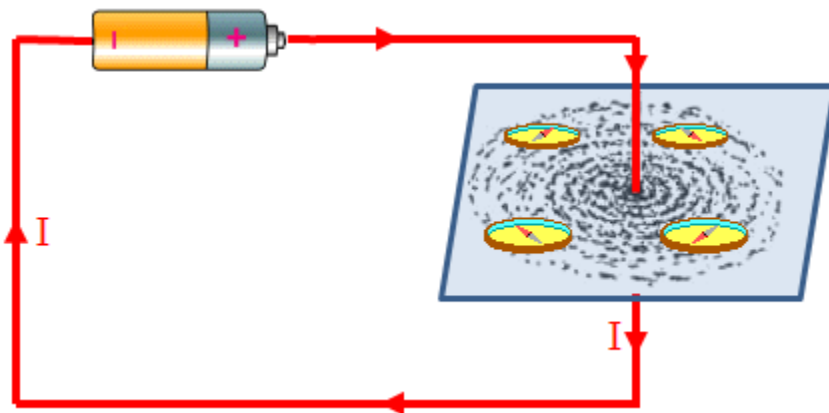
כיוון השדה המגנטי של תיל נושא זרם

את כיוון השדה המגנטי בכל נקודה ניתן לקבוע בעזרת הצבת מחט מצפן ולראות לאן היא מצביעה. מתקבל שכיוון השדה המגנטי בכל נקודה על מעגל כלשהו משיק למעגל, שבמרכזו עובר התיל נושא הזרם.



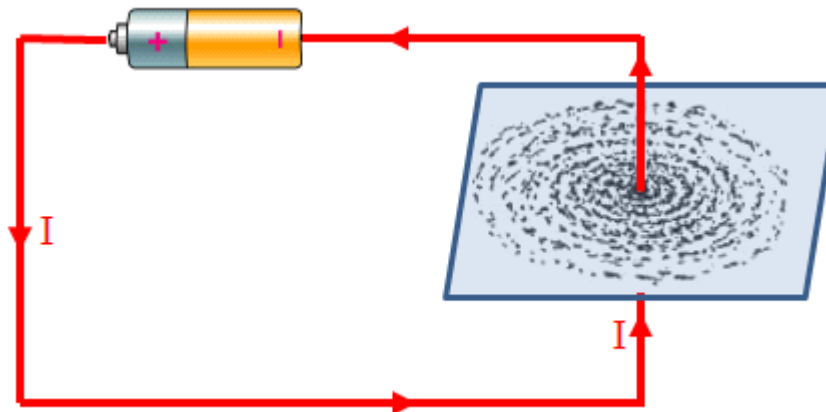
<https://www.youtube.com/watch?v=nfSJ62mzKyY>

כאשר הופכים רק את כיוון הזרם סידור נסורת הברזל לא ישתנה אך מחט המצפן תסטה באותה המידה לכיוון השני.



<https://www.youtube.com/watch?v=h5N2grjG8d8>

- קל להיוודע לשני כללים התקפים לגבי עוצמת השדה המגנטי, שנוצר מזרם חשמלי:
- ◀ ככל שנתרחק מתיל שעוצמת הזרם בו קבועה, עוצמת השדה המגנטי תלך ותקטן. (צפיפות נסורת הברזל קטנה יותר).
 - ◀ ככל שנגביר את עוצמת הזרם החשמלי בתיל, תגדל עוצמת השדה המגנטי בכל מקום סביב התיל (צפיפות נסורת הברזל גדולה יותר).
 - ◀ בגלל הסימטריה של המצב, ניתן להסיק כי עוצמת השדה שווה במרחקים שווים.



בפועל, לצורך פתרון בעיות הקשורות **למציאת כיוון** השדה המגנטי, עומד לרשותנו כלל שאותו נכיר בהמשך. כמו כן, נלמד כיצד ניתן **לחשב את עוצמת** השדה המגנטי.

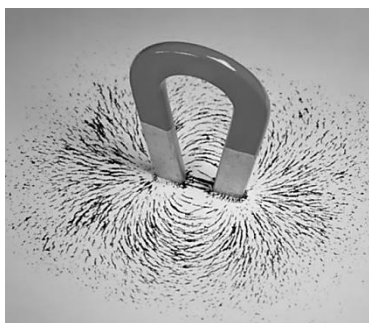
1. שדה מגנטי נוצר על ידי מטענים:

- א. הנמצאים במנוחה.
- ב. הנמצאים בתנועה.
- ג. גם על ידי מטענים במנוחה וגם על ידי מטענים בתנועה.
- ד. מטענים חיוביים בלבד.

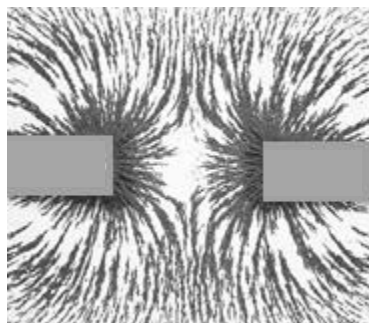
2. יש נקודות דמיון בין שדות חשמליים לשדות מגנטיים, רשום את מספר האיור המתאים לכל

אחד מהשדות, הנוצרים-

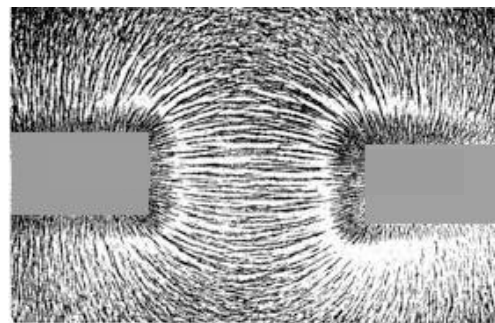
- א. על ידי שני מטענים חיוביים (או שליליים).
- ב. על ידי מטען חיובי ומטען שלילי.
- ג. בין שני לוחות אינסופיים הטעונים במטענים שווים ומנוגדים.



1



2



3

1. שדה מגנטי נוצר על ידי מטענים:

א. הנמצאים במנוחה.

ב. הנמצאים בתנועה.

ג. גם על ידי מטענים במנוחה וגם על ידי מטענים בתנועה.

ד. מטענים חיוביים בלבד.

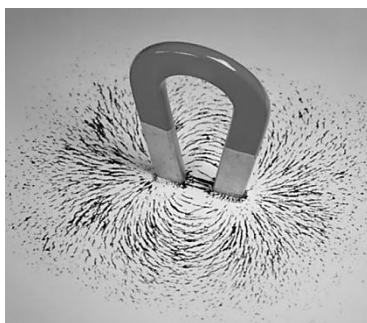
2. יש נקודות דמיון בין שדות חשמליים לשדות מגנטיים, רשום את מספר האיור המתאים לכל

אחד מהשדות, הנוצרים-

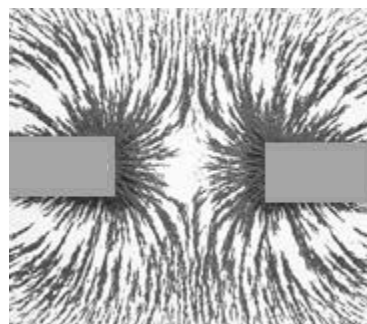
א. על ידי שני מטענים חיוביים (או שליליים). איור 2

ב. על ידי מטען חיובי ומטען שלילי. איור 3

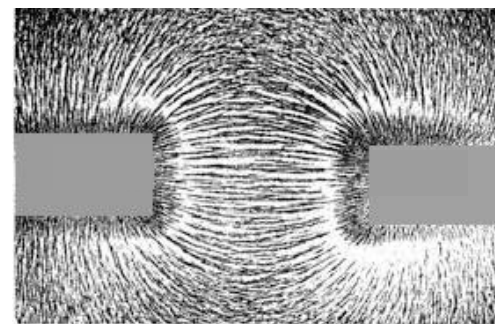
ג. בין שני לוחות אינסופיים הטעונים במטענים שווים ומנוגדים. איור 1



1



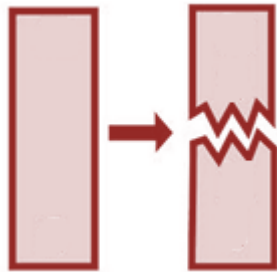
2



3

3. כאשר מחלקים מגנט לשני חלקים מקבלים:

- מגנט אחד בעל קוטב צפוני ומגנט שני בעל קוטב דרומי.
- שני חלקים, שאיבדו את תכונת המגנטיות שהייתה להם.
- שני מגנטים, כל אחד בעל שני קטבים.
- כל התשובות אינן נכונות.



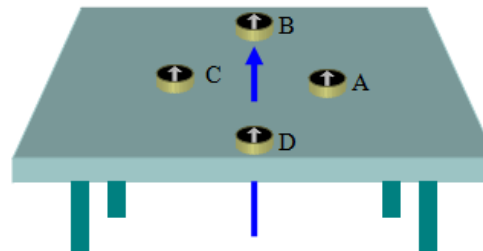
4. חותכים מגנט לשניים, וכתוצאה מכך מתקבלים שני מגנטים

שלכל אחד מהם שני קטבים. סמן את קוטבי המגנט לפני שנחתך, ואת קוטבי שני המגנטים, המתקבלים לאחר החיתוך.

5. תלמיד העביר תיל ישר וארוך דרך חור בשולחן אופקי בניצב לשולחן, והציב ארבעה מצפנים, כל

אחד באותו המרחק מהתיל. כאשר בתיל לא זרם זרם ארבעת המצפנים מצביעים אל הצפון המגנטי.

כאשר בתיל זרם זרם בכיוון אנכי מעלה, שרטט את מצב המחט של כל אחד מהמצפנים: C, B, A ו- D.



תשובות לשאלות הבנה - לדיון בכיתה

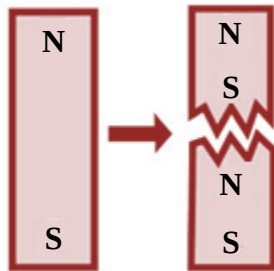
3. כאשר מחלקים מגנט לשני חלקים מקבלים:

א. מגנט אחד בעל קוטב צפוני ומגנט שני בעל קוטב דרומי.

ב. שני חלקים, שאיבדו את תכונת המגנטיות שהייתה להם.

ג. שני מגנטים, כל אחד בעל שני קטבים.

ד. כל התשובות אינן נכונות.



4. חותכים מגנט לשניים, וכתוצאה מכך מתקבלים שני מגנטים

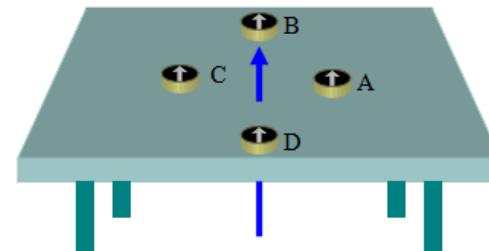
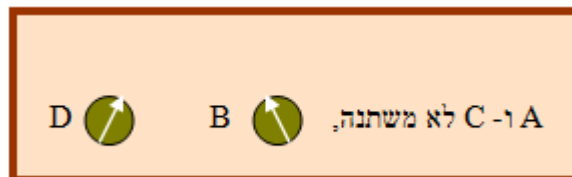
שלכל אחד מהם שני קטבים. סמן את קוטבי המגנט לפני שנחתך,

ואת קוטבי שני המגנטים, המתקבלים לאחר החיתוך.

5. תלמיד העביר תיל ישר וארוך דרך חור בשולחן אופקי בניצב לשולחן, והציב ארבעה מצפנים, כל

אחד באותו המרחק מהתיל. כאשר בתיל לא זרם זרם ארבעת המצפנים מצביעים אל הצפון המגנטי.

כאשר בתיל זרם זרם בכיוון אנכי מעלה, שרטט את מצב המחט של כל אחד מהמצפנים: C, B, A ו- D.



- ◀ מגנט יוצר בכל המרחב סביבו "שדה מגנטי".
- ◀ הכיוון אליו פונה הקוטב הצפוני של המחט המגנטית לאחר ההתייצבות מוגדר ככיוון השדה באותה נקודה.
- ◀ קווי השדה המגנטי אינם חותכים זה את זה.
- ◀ קווי השדה המגנטי הם קווים סגורים, היוצאים מהקוטב הצפוני שלו ונכנסים לקוטב הדרומי שלו, וסוגרים את המסלול בתוך המגנט.
- ◀ צפיפות קווי השדה המגנטי מייצגת את עוצמתו של השדה המגנטי.
- ◀ סביב תיל נושא זרם נוצר שדה מגנטי. קווי השדה הם מעגלים, שמרכזם בציר התיל, וצפיפותם הולכת ופוחתת עם ההתרחקות מהתיל.
- ◀ את כיוון השדה המגנטי בכל נקודה ניתן לקבוע בעזרת הצבת מחט מצפן. כיוון השדה המגנטי בכל נקודה על מעגל כלשהו משיק למעגל.
- ◀ עוצמת השדה המגנטי של תיל מוזרם נמצאת ביחס ישר לעוצמת הזרם וביחס הפוך למרחק מהתיל.