

חומרי העשרה למורה בפרק

מושגי יסוד בחשמל

החשמל נמצא בתופעות טבעיות בסביבתנו למשל, בברק ובחלקיקים הנצמדים לשערות כאשר אנחנו מסתלקים (חשמל סטטי).

הפיתוח הטכנולוגי הפך את החשמל לצורת האנרגיה שהיא ללא ספק הנפוצה ביותר בשימוש האדם. קשה לתאר את חיינו היום ללא חשמל.

כדי להשתמש באנרגיה חשמלית נחוצים מקורות אנרגיה מתאימים וחומרים מוליכים שמאפשרים להוביל חשמל.

מוליכים ומבדדים

כל חומר בנוי מאטומים. בכל אטום יש גרעין הבנוי מחלקיקים בעלי מטען חשמלי חיובי – פרוטונים, ומחלקיקים חסרי מטען חשמלי – נויטרונים. החלקיקים בגרעין חסרי תנועה. מסביב לגרעין נעים חלקיקים בעלי מטען חשמלי שלילי – האלקטרונים. האלקטרונים מסודרים בקליפות המקיפות את האטום. ככל שהקליפות מרוחקות יותר מגרעין האטום, הקשר שבין האלקטרונים לפרוטונים שבגרעין חלש יותר. באטומים של מתכות מסוימות, האלקטרונים המצויים בקליפה החיצונית קשורים בקשר חלש לגרעין האטום. הם יכולים להשתחרר מהאטום ולנוע. בגוף הבנוי מאטומים של מתכות כאלה נוצר בעקבות תנועה זו זרם של אלקטרונים. גופים העשויים אטומי מתכות כאלה הם **מוליכים** טובים. הם יכולים להוליך זרם חשמלי וגם חום.

בחומרים אחרים כמו גומי או זכוכית, האלקטרונים קשורים בחוזקה לגרעין האטום ואינם חופשיים לנוע בחומר. חומרים כאלה הם מוליכים גרועים של חשמל וחום. הם **מבדדים** טובים.

פוטנציאל חשמלי (מתח)

הפוטנציאל החשמלי נקרא גם **מתח** ונמדד בוולטים. הוא יכול ליצור זרם חשמלי. נברר כיצד זה קורה. לגוף הנמצא בשדה כבידה יכולה להיות אנרגיה פוטנציאלית בשל מקומו או מצבו. קפיץ מתוח או גומייה מתוחה משחררים אנרגיה כשמרפים אותם. אם נחבר אליהם משקולת או חפץ אחר הם יכולים לגרום לתנועתם. אנרגיית תנועה נקראת: אנרגיה קינטית. האנרגיה הפוטנציאלית שהייתה טמונה בקפיץ המתוח השתחררה והפכה לאנרגיית תנועה של חפצים שחיברנו לקפיץ.

בחומרי דלק טמונה אנרגיה פוטנציאלית כימית. כאשר שורפים אותם מתרחשות תגובות כימיות ומשתחררת אנרגיית חום. אפשר לנצל את האנרגיה להפקת חשמל, להנעת מכוונות וכלי רכב או לחימום. גופים הנמצאים במקום גבוה ישחררו אנרגיה כאשר יפלו למקום נמוך יותר. לגופים אלה יש אנרגיה פוטנציאלית כובדית. מנצלים נפילה של מים ממקום גבוה למקום נמוך להפקת חשמל.

באופן דומה, למטען חשמלי הנמצא בשדה חשמלי יכולה להיות אנרגיה פוטנציאלית חשמלית. אם למשל, מטען חשמלי חיובי נמצא במרחק מסוים מכדור הנושא מטענים חשמליים חיוביים, יהיה עלינו להשקיע אנרגיה כדי לדחוף את המטען לכיוון הכדור, ולהפך, אם נניח למטען לנוע, הוא יואץ מהכדור והלאה ותשתחרר אנרגיה.



לאנרגיה שיש למטען חשמלי בגלל המקום שבו הוא נמצא בשדה החשמלי קוראים: **אנרגיה פוטנציאלית חשמלית**.

זרם חשמלי

ניקח לדוגמה חומר מוליך ששני הקצוות שלו נמצאים בטמפרטורות שונות. במוליך תיווצר זרימה של אנרגיית חום מהקצה שבו הטמפרטורה גבוהה אל הקצה שבו הטמפרטורה נמוכה. הזרם נפסק כאשר הטמפרטורה משתווה בשני קצות המוליך.

מצב דומה נוצר במוליך ששני הקצוות שלו נמצאים בפוטנציאל חשמלי שונה. במוליך כזה נוצר הפרש פוטנציאליים או – **מתח חשמלי**. מטענים חשמליים יזרמו מהקצה שבו המתח החשמלי גבוה יותר אל הקצה שבו המתח החשמלי נמוך יותר, עד שיהיה שוויון מתחים בין שני הקצוות.

כאשר עובר זרם חשמלי בתיל מוליך, נוצרת במוליך תנועה של אלקטרונים. האלקטרונים, שמטענם שלילי, ינועו במהירות קבועה ובכיוון קבוע, מהקצה שבו המתח החשמלי נמוך יותר (הקוטב השלילי) אל הקצה שבו המתח החשמלי גבוה יותר (הקוטב החיובי).

הזרם החשמלי נמדד ביחידות של אמפר. ככל שהמתח החשמלי גבוה יותר, יהיה גם הזרם החשמלי גדול יותר. אבל הזרם החשמלי תלוי לא רק במתח אלא גם ב**התנגדות** של המעגל למעבר הזרם דרכו. הדבר דומה לזרימת מים בצינור גומי: היא תלויה בלחץ המים ובהתנגדות של הצינור למעבר מים דרכו. התנגדות המעגל החשמלי תלויה במוליכות של החומר שממנו בנוי התיל המוליך, באורך המוליך ובעוביו. למוליכים עבים יש בדרך כלל התנגדות נמוכה יותר. ההתנגדות גדלה ככל שהמוליך ארוך יותר.

ההתנגדות תלויה גם בטמפרטורה של המוליך, ככל שהיא גבוהה יותר, ההתנגדות של המוליך גדולה יותר. התנגדות חשמלית נמדדת ביחידות **אוהם**.

חוק אוהם מנסח את הקשר שבין המתח החשמלי לזרם החשמלי:

מתח חשמלי = זרם חשמלי X התנגדות חשמלית

המתח החשמלי נקבע על פי המקור (סוללה, רשת החשמל). עוצמת הזרם החשמלי תלויה בהתנגדות המוליך במעגל החשמלי. ככל שזו תגדל כך יפחת הזרם.

התנגדות חשמלית ומכת חשמל

מכת חשמל נגרמת על ידי זרם חשמלי העובר דרך הגוף. עוצמת הזרם תלויה במתח ובהתנגדות החשמלית של הגוף.

התנגדות הגוף משתנה בהתאם לרטיבות של הגוף:

גוף הספוג במי מלח הוא בעל התנגדות נמוכה יחסית, 1,000 אוהם בלבד.

לגוף שהעור שלו יבש מאוד, התנגדות גדולה הרבה יותר, 500,000 אוהם.

במצב רגיל, כאשר העור אינו יבש מאוד, ההתנגדות מגיעה ל-100,000 אוהם.

אם עומדים על הקרקע ברגליים חשופות, יש התנגדות גדולה בין שטח המגע של כפות הרגליים עם הקרקע.

במצב זה, אם ניגע בידיים חשופות במקור מתח של 220 וולט, יעבור זרם חזק דרך הגוף אך הוא לא יגרום נזק חמור. אך אם נעמוד ברגליים חשופות על רצפה רטובה, תפחת ההתנגדות במידה רבה, הזרם שיעבור דרך הגוף יהיה גדול הרבה יותר ויכול לגרום מוות.

מכת חשמל נגרמת רק כאשר יש הפרש מתחים בין שני חלקים של הגוף. הזרם החשמלי יעבור בין שני חלקים אלה במסלול שבו ההתנגדות היא הנמוכה ביותר.

מכת חשמל גורמת התחממות רבה של רקמות בגוף ומשבשת את פעולתה התקינה של מערכת העצבים.

מקורות לאנרגיה חשמלית

כדי שהזרם החשמלי יימשך, צריך לשמור על הבדל מתחים בין שני הקצוות של המוליך.

לשם כך נחוץ מקור מתח. **סוללות ומחוללי חשמל** (גנרטורים) הם מקורות מתח במעגלים חשמליים ומספקים זרם חשמלי קבוע במעגל. שני המקורות מפרידים בין מטענים חשמליים חיוביים למטענים שליליים ויוצרים פוטנציאל (מתח) חשמלי. תנועת האלקטרונים יוצרת חום וגם שדה מגנטי.

סוללות היוצרות זרם ישיר – כאשר הקטבים של הסוללה מחוברים זה לזה נוצר מעגל חשמלי. האלקטרונים נעים במעגל בכיוון אחד, מהקוטב השלילי של הסוללה אל הקוטב החיובי שלה.

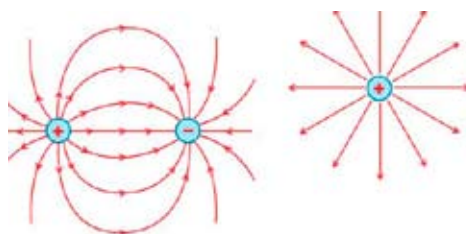
מחוללי זרם – מספקים **זרם חילופין**. האלקטרונים במעגל החשמלי מתנדדים, תחילה בכיוון אחד ואחר כך בכיוון שני. כיוון התנודה של האלקטרונים במחוללי זרם בארץ משתנה 50 פעמים בשנייה. באופן זה הקוטב החיובי והקוטב השלילי מתהפכים שוב ושוב מחיובי לשלילי ולהפך. נורות ומכשירי חשמל ממשיכים לדלוך בלי תלות בכיוון הזרם, ולכן מקבלים פעולה רצופה שלהם.

זרם חילופין מאפשר להעביר חשמל למרחקים ארוכים מאוד ולהשתמש בשנאים (טרנספורמטורים) המפחיתים את המתח החשמלי ומצמצמים באופן זה איבוד חום מהמוליכים.

שדה חשמלי

סביב כל מטען חשמלי נוצר **שדה חשמלי**. השדה החשמלי הוא כמו שדה כבידה. כפי שכוח המשיכה של כדור הארץ מושך אליו גופים המצויים על פניו וגם גופים המרוחקים ממנו, כך גם שדה חשמלי הנוצר סביב מטען אחד יכול לפעול על מטענים חשמליים אחרים, שאינם נמצאים אתו במגע. הוא יכול כמובן לפעול גם על מטענים הנוגעים במטען.

השדה החשמלי הוא מאגר של אנרגיה. אפשר להוביל אנרגיה חשמלית למרחקים ארוכים בשדה החשמלי. לשדה החשמלי יש עוצמה ויש כיוון. נוהגים לתאר את השדה החשמלי המצוי סביב מטען חשמלי ואת כיוונו באמצעות קווי כוח. קווים רחוקים זה מזה מסמנים שדה חלש.



ב.

א.

א. קווי שדה סביב מטען חיובי אחד.

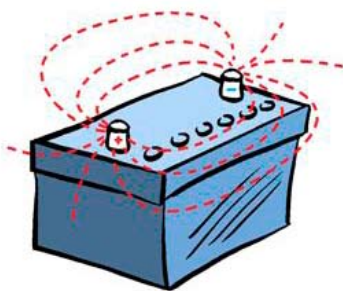
ב. קווי שדה סביב שני מטענים שווי גודל אך שונים סימן. הקווים יוצאים מהמטען החיובי ומסתיימים במטען השלילי.

כאשר מטענים נמצאים בתנועה, מתרחשים שינויים בשדה החשמלי שלהם. השינויים האלה נעים במהירות האור. אפשר להנחות שדה חשמלי כך שיעבור דרך תיל מוליך. כך מעבירים דרך התיל אנרגיה חשמלית.

מקור האלקטרונים במעגל החשמלי ומהירותם

אותות העוברים דרך קווי טלפון ודרך מוליכים, נעים במהירות האור. אבל האלקטרונים במעגל החשמלי אינם נעים במהירות כה גדולה. השדה החשמלי הוא שנע דרך המוליך במהירות האור ונושא אנרגיה שגורמת לתנודות של האלקטרונים במוליך. המוליך משמש אם כן מסלול מעבר לשדה החשמלי שנוצר בהשפעת מקור המתח. הדבר דומה למים המצויים בצינור. עם פתיחת הברז מתחילה זרימת מים שמהירותה נקבעת על פי הלחץ המופעל על המים. כדי שהמים המצויים בסמוך לברז יתחילו לנוע צריכים לנוע תחילה המים הנמצאים בקצה הצינור. השינוי בלחץ המים מתפשט במהירות בכל נפח המים וגורם לתנועתם: תחילה נעים המים שבקצה הצינור ועם תנועתם, מתחילה תנועה של כל נפח המים שנמצא בצינור.

האלקטרונים בכל מוליך נעים באופן אקראי לכל הכיוונים. כאשר המוליך נמצא בשדה חשמלי, כמו זה הנוצר כאשר הוא מחובר לסוללה, ממשיכים האלקטרונים בתנועתם האקראית אך הם גם נדחפים ומואצים על ידי השדה החשמלי. הסוללה יוצרת זרם ישר כלומר, האלקטרונים נעים במוליך בקו ישר במקביל לקווי השדה החשמלי.



ב.



א.

בין הקטבים בסוללה נוצר שדה חשמלי. קווי השדה מתוארים באיור ב. כאשר מחברים את שני הקטבים באמצעות מוליך (איור א) עוברים קווי השדה דרך המוליך. (בדרך כלל המוליך הוא מעגל חשמלי ולא מוט מתכת כמו זה המוצג באיור).

אך האלקטרונים אינם מצליחים לפתח מהירות גדולה משום שהם נתקלים בתוך זמן קצר ביונים של המתכת (אטומים של המתכת, שהוצאו אלקטרונים מהקליפה החיצונית שלהם) שהם קבועים במקומם. כתוצאה מההתנגשות מאבדים האלקטרונים חלק מאנרגיית התנועה שלהם. זהו המקור לחום שנפלט מהמוליך. התנגשויות, אלה מפחיתות את מהירות התנועה של האלקטרונים, שיכולה להגיע לעשירית המ"מ בשנייה. האלקטרונים מקבלים כל הזמן אנרגיה מהשדה החשמלי - אבל מאבדים אנרגיה רבה, משום שבתנועתם הם מתנגשים ביוני המתכת. לכן תנועתם אטית יחסית.

אם מקור המתח הוא מחולל זרם, האלקטרונים אינם מתקדמים כלל. הם מתנוודדים בקצב קבוע הלוך ושוב סביב נקודות קבועות במרחב.

החשמל שאנחנו מקבלים בשקע חשמלי הוא האנרגיה חשמלית (השדה החשמלי) שזורמת לתוך המכשירים, גורמת לתנועה של אלקטרונים במוליכים שלהם ומפעילה אותם. כך למשל גורמת תנועת האלקטרונים של נורת להט לפליטת אור ולפליטת חום.

הזרם החשמלי דומה לזרם של מים. כדי לשמור על זרם רציף של מים, צריך להבטיח אספקה מתמדת של אנרגיה שתניע את המים. כדי לשמור על הזרם החשמלי, מקור המתח צריך לספק אנרגיה שתיצור תנועה רציפה של אלקטרונים במעגל החשמלי.

הסוללה

אנחנו משתמשים במונח, סוללה (בטרייה) למרות שהשם המדעי המדויק הוא – תא חשמלי.

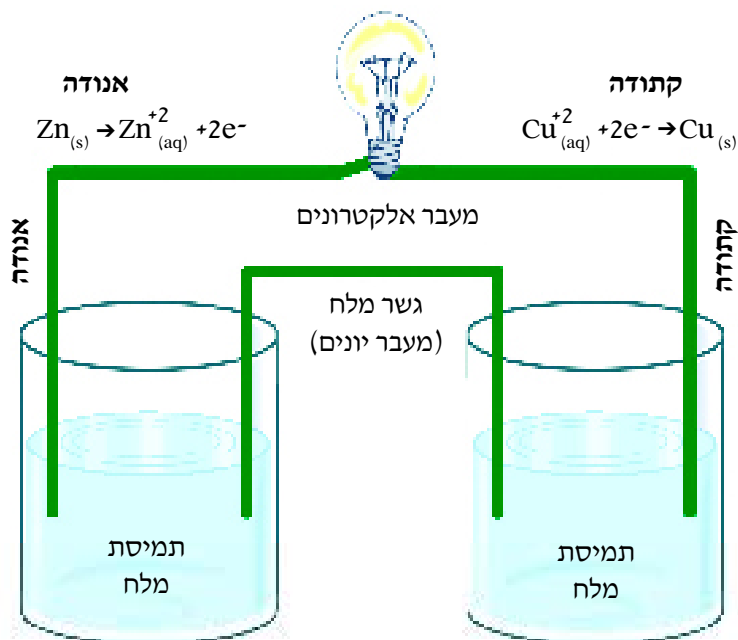
תא חשמלי בנוי משני חצאי תא:

חצי תא ובו הקוטב השלילי, האנודה.

חצי תא ובו הקוטב החיובי, הקתודה.

בכל מחצית תא יש מתכת הטבולה בתמיסת מלח (מים שמומסים בהם מלחים). התאים מופרדים זה מזה. הקשר ביניהם נוצר באמצעות חוטי מתכת וגשר מלח: מעבר של יונים טעונים של מלח מחצי תא אחד לחצי תא שני. גשר המלח סוגר את המעגל החשמלי בסוללה.

תא חשמלי הנוצר בסוללות



אלקטרונים עוברים מהאנודה לקתודה ויוצרים זרם חשמלי.

המתח של הסוללה תלוי בסוג המתכות הבונות את הקטבים שלה ובאופי התגובות הכימיות המתרחשות באנודה ובקתודה. בסוללות רגילות המתח הוא 1.5V. כדי לקבל סוללה של 9V מחברים בטור שישה תאים חשמליים במתח של 1.5V.

בסוללות ליתיום יש חומרים שהפעילות הכימית שלהם גדולה יותר ומתקבל מתח גבוה יותר, 3.4V. כמות האנרגיה החשמלית שאפשר להפיק מהסוללה תלויה במתח החשמלי שלה, בזרם הנוצר בה ובמשך הזמן שהיא פועלת.

בסוללות יש תהליך של התפרקות עצמית, פעילות כימית שקיימת גם כאשר הן אינן מחוברות למעגל חשמלי. התפרקות זו קובעת את חיי המדף של הסוללות. אפשר להאריך את חייהן אם שומרים אותן בקור. יש סוללות נטענות, שאפשר לספק להן אנרגיה ולהטעין אותן מחדש לאחר שנוצלה כל האנרגיה שהייתה אגורה בהן. השימוש בסוללות נטענות נפוץ מאוד. מוצאים אותן בטלפונים סלולריים, במצלמות וידאו, במצברים לרכב, במנורות לשעת חירום ועוד.

השקעים של חברת החשמל

ברוב השקעים החשמליים שאנחנו משמשים בהם כיום יש שלושה חורים. שני החורים העליונים מחוברים למקורות המתח של חברת החשמל. זרם חשמלי מגיע מאחד מהם אל המכשירים המתחברים אל השקע וזרם חשמלי יוצא דרך החור השני מהמכשיר בחזרה אל רשת החשמל. כך נסגר המעגל החשמלי. מכיוון שהזרם החשמלי שמגיע מרשת החשמל הוא זרם חילופין, משתנה הקוטביות של כל אחד מהחורים האלה, אבל בכל רגע אחד מהם הוא קוטב חיובי והשני הוא קוטב שלילי.

החור השלישי הוא ההארקה ותפקידו למנוע התחשמלות. כיצד?

מחברים את החור הזה לתווך מוליך אחר למשל, צינור מתכת של הבניין שמגיע לקרקע. המתח החשמלי של הצינור הוא 0. החיבור של השקע לצינור גורם לכך שמטען חשמלי יעבור במהירות מההארקה אל הצינור כך ששניהם יהיו באותו מתח חשמלי. אך הצינור הוא תווך גדול מאוד בהשוואה לשקע החשמלי, ולכן המטען שעובר אינו משפיע על המתח החשמלי שלו.

אם נוצר קצר חשמלי במכשיר שמשתמשים בו או אם חלילה נוגעים באחד מן החורים של השקע, עלול הזרם החשמלי להגיע לגוף המשתמש. ההארקה יוצרת מעבר עוקף לזרם. במקום לעבור דרך גוף המשתמש, יזרום זרם החשמל להארקה משום שהמוליך בחוט החשמל הוא טוב הרבה יותר מגוף האדם. אם יש במכשיר נתיך (fuse), הוא מנתק מיד את המעגל החשמלי במכשיר. בבית מופעל מפסק הפחת, המנתק את אספקת החשמל לשקע.

מגנטיות

מקור השם מגנטיות הוא בשמו של אי יווני בים האגאי. באי זה מצאו היוונים לפני יותר מאלפיים שנה אבנים בעלות תכונה מיוחדת: הן משכו אליהן ברזל. אבנים אלה קיבלו לאחר מכן את השם: **אבן שואבת**. זמן רב לא הבינו את המקור לתכונת המגנטיות. רק במאה ה-19 נמצא הקשר בין זרם חשמלי למגנטיות, והועלתה ההשערה שזרמים חשמליים הם המקור למגנטיות.

כוחות מגנטיים

חלקיקים בעלי מטען חשמלי מפעילים זה על זה כוחות חשמליים. עוצמתם תלויה בכמה גורמים: בגודל המטען – ככל שהוא גדול יותר כוח המשיכה החשמלי גדול יותר, במרחק שבין שני החלקיקים – ככל שהוא גדול יותר כוח המשיכה החשמלי קטן יותר. גם תנועת החלקיקים משפיעה על מידת המשיכה ביניהם.

תנועת החלקיקים משפיעה על כוח נוסף הפועל עליהם: **הכוח המגנטי**.

הכוח החשמלי והכוח המגנטי קשורים שניהם בתופעה **האלקטרומגנטיות**.

יש דמיון רב בין שני הכוחות, החשמלי והמגנטי:

שניהם פועלים ללא מגע.

חוזקו של הכוח המגנטי תלוי במרחק שבין המגנטים כפי שחוזק הכוח החשמלי תלוי במרחק שבין המטענים החשמליים.

בחשמל מטענים שווי סימן דוחים זה את זה ואילו מטענים שוני סימן מושכים זה את זה.

כך גם במגנטים: קטבים דומים דוחים זה את זה ואילו קטבים שונים מושכים זה את זה.

בכל מגנט יש תמיד שני קטבים: לא ייתכן קיומו של קוטב צפוני בלי קוטב דרומי.

אם נחתוך מגנט לשניים, בשני החלקים שנקבל יהיה קוטב צפוני וקוטב דרומי.

במגנט פרסה הקטבים נמצאים זה לצד זה משום שהוא בעצם מגנט ישר שכופפו אותו.

שדה מגנטי

סביב מטען חשמלי יש תמיד שדה חשמלי. כאשר המטען נע נוצר סביבו גם שדה מגנטי.

השדה המגנטי הוא מקור אנרגיה כמו השדה החשמלי. הוא יהיה חזק יותר ככל שינוע מספר גדול יותר של מטענים חשמליים.

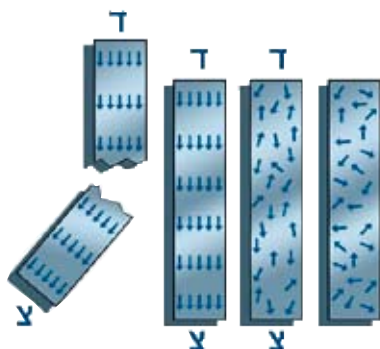
מה מקור השדה המגנטי?

המגנט עשוי אטומים של מתכת (ברזל, ניקל או קובלט).

סביב גרעיני האטומים נעים האלקטרונים. תנועת האלקטרונים היא שיוצרת את השדה מגנטי.

לאלקטרונים יש עוד סוג של תנועה: הם נעים סביב צירם (מה שקרוי: **ספין**), לכן כל אטום הוא בעצם אלקטרומגנט קטן.

ברוב האטומים, האלקטרונים מסודרים בזוגות. האלקטרונים שבזוגות נעים בספינים מנוגדים ולכן השדות המגנטיים שהם יוצרים מבטלים זה את זה.



בברזל יש לאטומים 4 אלקטרונים בודדים ולכן הם יוצרים שדה מגנטי. השדה המגנטי שיוצר כל אטום ברזל במגנט הוא חזק מאוד. הוא מפעיל את הכוח המגנטי שלו על אטומי ברזל סמוכים לו במגנט, וכך כולם מסתדרים בקו אחד ובאותו כיוון.

בגופים העשויים ברזל, כמו מסמר למשל, האטומים אינם מסודרים במקביל ולכן הוא אינו מתנהג כמגנט. אבל אפשר למגנט את המסמר: כאשר מעבירים מעליו מגנט, מסתדרים במסמר האטומים באותו כיוון והוא מתנהג כמגנט. בדרך כלל אחרי שמרחיקים את המסמר מהמגנט, גורמת תנועת האלקטרונים סביב האטום לפירוק הסידור האחיד ותכונות המגנטיות נעלמות.

באזור אפשר לראות שלבים עוקבים בהתמגנטות של ברזל. החיצים מסמנים אזורים מגנטיים. הראש של כל חץ מסמן קוטב צפוני ואילו הזנב – קוטב דרומי.

המגנט ששבורים לשני חלקים, מתקבלים שני מגנטים בעלי עוצמה שווה.

אפשר למגנט ברזל בכמה דרכים:

להכניס פיסות ברזל לתוך שדות מגנטיים חזקים.

לשפשף פיסות ברזל במגנט. תנועת השפשוף גורמת להכוונת השדה המגנטי בברזל.

אם מפילים את המגנט או מחממים אותו נחלש השדה המגנטי שלו.

השדה המגנטי של כדור הארץ

כדור הארץ הוא מגנט ענק. צורת השדה המגנטי של כדור הארץ דומה לשדה שהיה נוצר אילו היו מעבירים מוט מגנטי גדול דרך מרכז כדור הארץ.

כדאי לציין שהקטבים המגנטיים של כדור הארץ אינם הקטבים הגיאוגרפיים שלו. הקוטב המגנטי הצפוני מרוחק 1,800 ק"מ מהקוטב הגיאוגרפי. הקוטב המגנטי הדרומי נמצא מדרום לאוסטרליה.

מדענים סבורים שמקור השדה האלקטרומגנטי של כדור הארץ הוא בזרמים חשמליים שעוברים בליבה של כדור הארץ.

השדה המגנטי של כדור הארץ אינו יציב, והוא השתנה במהלך תקופות גיאולוגיות שונות. התברר שכיווני השדה המגנטי התחלפו עשרות פעמים. השדה המגנטי גם התאפס פעמים אחדות. תופעה זו מוכרת גם מכוכבי לכת אחרים. בשמש עצמה מתהפך השדה המגנטי כל 22 שנים.

השדה המגנטי של כדור הארץ מגן עלינו מפני קרינה קוסמית שמגיעה מהחלל. קרינה זו מורכבת מאטומים שנתלשו מהם אלקטרונים. חלק מהקרניים בכל זאת מצליחות להגיע לאזורי הקטבים של כדור הארץ.

ביבליוגרפיה לפרק: זורמים עם החשמל

אדאיר ג', (1999), תומס אלווה אדיסון המצאת העידן החשמל, תל אביב אלון ב., בגנו א., גלר צ., גניאל א., פולינגר ק., רוזנפלד ש., רונן מ., (1998), פרקי חשמל ומגנטיות (פרק א' – פרקי חשמל, פרק ב' – פרקי מגנטיות), המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות ארדלי נ., (1997), כיצד פועלים הדברים? חשמל, האנציקלופדי אשל י., (1998), חשמל ואלקטרומגנטיות, תל-אביב דיין ש., (2005), פרקים בחשמל וכימיה, ירושלים היואיט פ., ג', (1997), פיסיקה לכול, ירושלים זינגר ד., (2003), חשמל ומגנטיות, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות כמעט 2000, חשמל, חוברת 14, אביב 1997, הוצאת מל"מ מקאולי ד., (1993), כך זה עובד: חשמל ומגנטיות (כרך 7), תל אביב עיניים, רבעון לילדים, חשמל, גיליון מס' 12, יוני 1998 קופר א., (1988), חשמל, תצפית למדע – אנציקלופדיה מדעית לנוער, תל אביב

הפרק: מסע בתקשורת

עקרונות מרכזיים הנלמדים בפרק והקשר שלהם לפרקים אחרים

תקשורת היא תנאי הכרחי לקיומם של כל היצורים החיים. עליהם לשמור על קשר רציף עם סביבתם כדי לשרוד. צמחים יוצרים תקשורת באמצעות צבעים, צורות וריחות. בעלי חיים יוצרים תקשורת עם הסביבה ובינם לבין עצמם באמצעות צבעים, צורות, ריחות וקולות.

התלמידים הכירו דרכי תקשורת בעולם החי ובמיוחד בין צמחים לבעלי חיים, בפרק הצמחים. הם ראו שצמחים "משדרים" לבעלי חיים לבוא ולבקורם כדי להאביק אותם, באמצעות צבעים וצורות של הפרחים שלהם ובאמצעות ריחות שהם מפיצים. הצמחים מושכים אליהם בעלי חיים שיפיצו את הזרעים שלהם באמצעות פירות עסיסיים טעימים, שמשמשים להם מקור מזון. הצמחים נעזרים בתקשורת, באמצעות ריחות דוחים או איברים קוצניים, כדי להרחיק מהם בעלי חיים שאוכלים אותם ויכולים לפגוע בהם.

גם בני האדם נעזרים בצבעים, צורות, ריחות וקולות כדי ליצור תקשורת עם סביבתם ובינם לבין עצמם. כל אלה הן שפות לא מילוליות, הנקלטות באמצעות איברי החושים. ייחודם של בני האדם בכך שהם פיתחו שפה מילולית שהיא מורכבת הרבה יותר, ומאפשרת להעביר מידע רב בדיוק רב מאוד.

במשך תקופה ארוכה השתמשו בני האדם בשפה לצורך תקשורת רק באמצעות הדיבור (שפה מדוברת). עם השנים למדו בני האדם לצייר תמונות כדי להעביר מידע. עם המצאת הכתב, יכלו בני האדם לכתוב את המידע וכך להעביר אותו לקהל רחב יותר ולמרחקים גדולים יותר. פריצת דרך ראשונה בהעברת המידע הושגה כאשר למדו לייצר נייר ולכתוב עליו. הנייר הוא חומר זול וקל במשקל. אפשר לכתוב עליו מידע רב ולהעביר אותו בקלות ממקום למקום. פריצת דרך גדולה עוד יותר הושגה עם המצאת הדפוס. אפשר היה ליצור עותקים רבים של כל מה שנכתב ולהפיץ אותם לכל מקום בעולם. כך הצליח האדם לשמר מידע ולהעביר אותו מדור לדור בדיוק רב.

התפתחות הטכנולוגיה האיצה את יכולתו של האדם להעביר מידע בזמן קצר ולמרחקים גדולים. היום עומדים לרשותנו אמצעי מידע אלקטרוניים המאפשרים **תקשורת המונים**: אנשים בכל העולם יכולים לצפות באותו מידע באותו זמן. התפתחות הטכנולוגיה לצד ההתפתחות הבלתי פוסקת בתרבות האנושית, יצרה מצב של "התפוצצות מידע": הצטברות עצומה של מידע. טוענים שהיום מוכפל הידע האנושי כל שנה לערך.

בפרק זה התלמידים מכירים מקרוב את השימוש שאנחנו עושים בשפה מילולית ובשפה לא מילולית, ואת היתרונות והחסרונות של כל סוג של שפה. הם בוחנים אמצעי תקשורת שונים המקובלים היום: סמלים, תמרוורים, שלטים