

הערות מורחבות לפרק חומרים וחומרי ודלק

המצאת הכדור הפורח (הערה לעמוד 107)

סביר שהדיון בכדור פורח יעורר עניין בתלמידים. כדאי להפנות אותם לחפש תמונות (יש רבות כאלה ברשת האינטרנט) ולקרוא באנציקלופדיה. אחר כך, להציג לפני כל הכיתה מה קראו ומה מצאו. אם אפשר – להדפיס גם תמונות צבעוניות אחדות במדפסת בכיתה.

בכתב העת, "עיניים", גיליון 10: אוויר, אפשר למצוא חומר טוב וקל לקריאה. אפשר להכין לוח בכיתה ולתלות עליו תמונות וסיפורים שהתלמידים קראו וסיכמו. אתרים באינטרנט שאפשר למצוא בהם מידע ותמונות על כדורים פורחים:

[/http://community.webshots.com/album/20043736gMHZSaFXfX](http://community.webshots.com/album/20043736gMHZSaFXfX)

מה זו תמיסה? (הערה לעמוד 114)

יש חומרים שמסיסים רק מעט בנוזל ולכן נוכל להמיס רק כמות קטנה שלהם בנוזל לפני שהם יתחילו לשקוע וליצור נוזל עכור. יש חומרים שכלל לא מסיסים בנוזל. הדוגמאות שלנו עסקו בהכנת תמיסות במים, כי הן מוכרות יותר לתלמידים. אבל אפשר בהחלט להציג תמיסות בנוזלים אחרים: להמיס סוכר באלכוהול ושמן באלכוהול ולראות אם הם מסיסים בו. היין הוא דוגמה לתמיסה של מים, אלכוהול, סוכרים וחומרי טעם וריח. ביינות שונים אחוז האלכוהול משתנה, אבל עדיין אפשר לקבל נוזל מתוק וצלול, שצבעו תלוי בענבים שמהם הכינו אותו.

חומרים שצפים וחומרים ששוקעים במים (הערה לעמוד 116)

התלמידים נוטים לומר – חומר כבד שוקע במים וחומר קל צף במים. התלמידים צריכים להבין שתכונות הנוזל חשובות לא פחות. אם נשים אותם גופים שישקעו במים, בנוזל אחר שהוא צמיג מאוד (כמו למשל, במים שניקח מים המלח ויש בהם מלחים רבים) הם לא ישקעו. כדי לדייק יש לומר – קל מהמים, כבד מהמים. למעשה, הגורמים הקובעים אם גוף ישקע או יצוף בנוזל הם צפיפות הגוף ונפחו בהשוואה לצפיפות הנוזל. בתחילת המדריך למורה תוכלו למצוא הסבר מפורט אילו כוחות קובעים אם חומר ישקע או יצוף.

מה קורה במים לכלים מפלסטיק ומגומי שמוסיפים להם אוויר? (הערה לעמוד 116)

כאשר מגדילים את הנפח של גופים על ידי הוספת אוויר, למשל על ידי ניפוח בלון או כדור, משקלם אינו משתנה אבל נפחם גדל או במילים אחרות: המשקל הסגולי שלהם פוחת. אם נשים במים כדור שאין בו אוויר הוא ישקע מיד במים. אבל אם ננפח אותו, הוא יצוף. כוח הכובד של הכדור, או משקלו, אינו משתנה בעקבות הניפוח (הוא גדל מעט על פי משקל האוויר שהוספנו לכדור). לעומת זאת, נפחו גדל מאוד. כוח הציפה תלוי בנפח הגוף ובמשקל הסגולי של הנוזל, במקרה המתואר, המשקל הסגולי של המים. לכן אחרי הניפוח פוחת המשקל הסגולי של הכדור וגדל כוח הציפה. לכן הכדור יצוף במים.

כדור עץ צף על פני המים ואילו כדור ברזל שוקע במים. בלון פורח מרחף באוויר. מדוע? כדי להבין תופעות אלה עלינו לעסוק במושגים אחדים: בשני כוחות: כוח הכובד וכוח הציפה. בתכונות הגוף: מסה, משקל, צפיפות ומשקל סגולי.

על כל גוף הנמצא בנוזל או בגז פועלים שני כוחות: כוח הכובד וכוח הציפה. היחסים בין שני כוחות אלה יקבעו אם הגוף יצוף או ישקע. כוח הכובד הוא למעשה משקלו של הגוף. זהו הכוח המושך כל גוף על פני כדור הארץ אל האדמה. כוח הכובד אינו מושפע מצורת הגוף. אם נקפל גיליון נייר לא נשפיע על משקלו. כוח הכובד מושפע מהמסה של הגוף, כלומר כמות החומר שלו, ומהצפיפות שלו. הצפיפות היא היחס שבין כמות החומר (המסה שלו) לנפחו. ככל שהחומר צפוף יותר, כלומר בעל מסה גדולה יותר ליחידת נפח, הוא יהיה כבד יותר. כך למשל כספית כבדה

מברזל, וברזל כבד מעץ. המשקל הסגולי של הגוף הוא היחס שבין המשקל לנפח הגוף. ככל שהיחס שבין משקל החומר לנפחו גדול יותר, המשקל הסגולי של החומר גדול יותר. לזהב ולכספית משקל סגולי גבוה מאוד: 19.3 ו-13.6 גרם לסמ"ק בהתאמה. לברזל משקל סגולי גבוה, 7.8 גרם לסמ"ק. לעץ משקל סגולי של 0.8 גרם לסמ"ק ולשמן 0.9 גרם לסמ"ק. המשקל הסגולי של מים הוא 1 גרם לסמ"ק.

כוח הציפה מנוגד לכוח הכובד. הוא מוגדר **בחוק ארכימדס:**

כוח הציפה הפועל על גוף שווה למשקל הנוזל או הגז שהוא דוחה. אם כך, כוח הציפה **אינו תלוי במשקל הגוף** אלא בנפחו ובתכונות החומר שהוא צף בו. כוח הציפה של גוף במים הוא משקל המים שנדחה כאשר שמנו את הגוף במים.

אם נשים במים כדור ברזל שנפחו 100 סמ"ק, כוח הציפה יהיה שווה ל: 100 סמ"ק X המשקל הסגולי של המים (1 גרם לסמ"ק), כלומר: 100 גרם.

כוח הציפה של כדור מעץ בנפח של 100 סמ"ק יהיה שווה אם כך לכוח הציפה של כדור ברזל. אבל מכיוון שהמשקל של העץ קטן יותר, כוח הכובד יהיה קטן יותר והעץ יצוף. כדי לדעת אם גוף יצוף או ישקע בנוזל, עלינו להשוות את המשקל הסגולי שלהם. ככל שהמשקל הסגולי של חומר נמוך יותר בהשוואה למשקל הסגולי של החומר שהוא צף בו, יכולת הציפה שלו גדולה יותר.

לכן עץ ושמן יצופו על פני מים ואילו זהב, כספית וברזל ישקעו במים.

כוח הכובד: משקל סגולי של הכדור X נפח הכדור

כוח הציפה: משקל סגולי של הנוזל X נפח הכדור

במקרים שבהם כוח הכובד שווה לכוח הציפה הגוף ירחף. כך מרחף כדור פורח באוויר. לכדור נפח אוויר גדול מאוד. כדי להמריא מחממים את האוויר שבכדור. אוויר חם קל מאוויר קר וכך מצליח הכדור להמריא עד שהוא מגיע לגובה שבו נוצר שוויון בין כוח הכובד לכוח הציפה.

הכדור נע באוויר הודות לזרמי אוויר (רוחות).

חומרי דלק בשימוש האדם (הערה לעמוד 122)

הדחיסה הופכת את הגז לנוזל, שתופס הרבה פחות מקום. כאשר פותחים את ברז המכל, הופך הנוזל שוב לגז וזורם לתנור או לכיריים. גז משחרר חום רב ולאחר הדחיסה שלו, יש במכל כמות גדולה של חומר שיכולה להספיק לנו לזמן רב.

אפשר לראות גז בישול אחרי שדחסו אותו והפכו אותו לנוזל במציתים שמשתמשים בהם להדלקת אש. אם רוצים להדגים בכיתה איך דוחסים גז, אפשר לקחת מזרק בלי מחט ולסתום את הפתח שהמחט מתחברת אליו. אחר כך לוחצים בכוח רב על הבוכנה של המזרק. הבוכנה תרד לאט.

כך יהיה פחות מקום לאוויר שבמזרק. באופן דומה דוחסים גם את גז הבישול, אבל במכלים גדולים. אחרי הדחיסה גז הבישול תופס הרבה פחות מקום.

שעווה ושימושיה (הערה לעמוד 126)

מכינים שעווה מחומרים אורגניים שמקורם בנפט. חומרי המוצא הן מולקולות ארוכות שיש בהן 20 אטומי פחמן ויותר. יש סוגים רבים של שעווה, המוכרת ביותר היא פרפין.

לשעווה יש שימושים רבים: הכנת נרות, ציפוי כלי רכב, ציפוי מרצפות, סינון ושימוש בתעשייה. בגופם של בעלי חיים יש שעווה טבעית אך הרכבה שונה. היא מופרשת מבלוטות מיוחדות בעור ובאוזניים ומשמשת להגנה פיזית מפני חיידקים ומחוללי מחלות.

חומרי דלק פולטים חום כשהם בוערים (הערה לעמוד 133)

כדי לסכם את הפעילות, כדאי להציג לפני התלמידים טבלה מסכמת על הלוח בכיתה או בפוסטר על הקיר או במחשב. יש למלא את הטבלה יחד עם התלמידים, כדי שהם יוכלו להשוות בין החומרים.

חמרי דלק הם מקורות אנרגיה (הערה לעמוד 134)

המזון הוא מקור האנרגיה של כל היצורים החיים. פירוקו בגוף מספק להם את האנרגיה הדרושה לקיומם. תהליך הפירוק של חומרי מזון בגוף שונה מתהליך הבעירה של חומרי דלק. זהו תהליך הנמצא בבקרה קפדנית והוא מתבצע בהדרגה, בשלבים רבים, ובטמפרטורות נמוכות. התהליך יעיל הרבה יותר מאשר שרפת חומרי דלק. רק חלק מהאנרגיה (כ־30%) אובד בצורת חום שנפלט לסביבה (אם כי בימים קרים התהליכים בגוף מיועדים להפיק חום כדי לשמור על טמפרטורת הגוף). רוב האנרגיה מנוצלת לביצוע תהליכים כימיים אחרים בגוף: בניית מרכיבי גוף שונים או אספקת אנרגיה לביצוע פעולותיהם של כל האיברים בגוף.

מדוע חשוב לאוורר את הבית גם בחורף? (הערה לעמוד 137)

הדיון בקשר שבין בעירתם של חומרי דלק שצורכת חמצן ובין נשימתם של בני האדם ושל יצורים חיים בכלל שצורכת חמצן גם היא, מחזיר אותנו לדיון במקורות אנרגיה. שם ציינו שמזון הוא מקור האנרגיה של יצורים חיים. הם צריכים לפרק את המזון כדי להפיק ממנו את האנרגיה הדרושה לקיומם. הזכרנו בהקשרים אחרים שכל היצורים החיים נושמים כדי לחיות. לא קישרנו בין תהליך הפירוק של חומרי המזון ובין תהליך הנשימה (הכוונה כמובן לנשימה המתבצעת בתאי הגוף ולא בריאות, שם מתרחשים רק חילופי הגזים: חמצן ופחמן דו־חמצני). המחסור בחמצן בעקבות בעירתם של חומרי דלק בחדר סגור ממקדת את חשיבות החמצן לשני התהליכים: תהליך הבעירה ותהליך הנשימה, אבל חשוב לחזור ולהדגיש לפני התלמידים שבגוף לא מתרחש תהליך בעירה דומה לזה של חומרי דלק אלא תהליך פירוק מבוקר של חומרי מזון. בתהליך הבעירה של חומרי דלק הם מתפרקים בבת אחת לחומרי המוצא שלהם, פחמן דו־חמצני ומים. בגוף חומרי המזון מתפרקים בהדרגה לחומרי ביניים רבים לפני שהם הופכים שוב לחומרי המוצא האלה.

טבלה לסיכום תכונותיהם ושימושיהם של חומרי דלק

שם חומר הדלק	תכונותיו (צבע, ריח, מרקם, צורה, גודל, מוצק/נוזל, צף/שוקע במים)	שימושים
עץ		
פחם־עץ (גחלים)		
פחם		
נפט		
שעווה		
שמן מאכל		
בנזין		
אלכוהול		
גז בישול		

הפרק: זורמים עם החשמל

עקרונות מרכזיים הנלמדים בפרק והקשר שלהם לפרקים אחרים

הפרק פותח בהצגת מקומו המרכזי של החשמל בחיי היומיום ומקשר את הילדים לסביבת חיים המוכרת לכל אחד מהם. התלמידים לומדים מונחים בסיסיים בחשמל ומכירים תופעות חשמליות (זרם, מתח, מוליכות, בידוד, הפצת אור וחום) על ידי תצפיות והתנסויות רבות.

כדי להפעיל מכשירי חשמל עלינו לחבר אותם לרשת החשמל באמצעות כבל מתאים או לשים בהם סוללה. בלי חיבור לחשמל או בלי סוללה המכשירים לא יפעלו. אפשר להפעיל מכשירים כמו מקלט רדיו ומחשב, באמצעות סוללה, וגם על ידי חיבור לרשת החשמל. במכשירים הפועלים באמצעות סוללה נטענת כמו טלפון נייד, צריך לטעון את הסוללה על ידי חיבורה לרשת החשמל. כל אלה מבהירים שסוללה וחיבור לרשת החשמל מספקים אנרגיה (חשמלית) ומאפשרים לנו להפעיל מכשירים.

ההבדל בין סוללה לרשת החשמל הוא במשך הפעולה שלהם: לסוללה יש משך פעולה קצר יותר ואילו רשת החשמל מספקת לנו חשמל לאורך זמן (כל עוד היא מחוברת כמובן לתחנת הכוח).

רשת החשמל והסוללה הם מקורות חשמל. התלמידים אינם מכירים את המונחים – מקור חשמל, מקור חשמל נייד ומקור חשמל קבוע. סביר גם שלא ברור להם **מדוע** יש לחבר מכשירים למקור חשמל. קל להם יותר להבין את הקשר שבין מקור חשמל למכשיר שהוא מפעיל כאשר הם בונים מעגל חשמלי פשוט שיש בו סוללה ונורה. הם רואים שבלי סוללה במעגל הנורה אינה דולקת. הם מבינים שמשוהו צריך לעבור מהסוללה לנורה, דרך חוטי החשמל, כי במעגל, פתוח הנורה אינה דולקת. הם גם לומדים שצריכה להיות התאמה בין הסוללה לנורה: הן צריכות להיות בעלות מתח שווה. המונח, **מתח**, אינו מוזכר בפרק כי הוא קשה להבנה. מופיעה רק האות האנגלית V המציינת את יחידת המתח, Volt. אבל חיבור סוללות בעלות מתחים שונים לנורות בעלות הספקים שונים, מאפשרת לבנות הבנה אינטואיטיבית של המונח על פי הקשר שבין סוג הסוללה לסוג הנורה שהיא מפעילה. תורם להבנה אינטואיטיבית זו גם חיבור של כמה סוללות בטור, המאפשר להדליק נורה שאינה דולקת כאשר יש במעגל החשמלי סוללה אחת בלבד מאותו סוג. התלמידים מקשרים די בקלות שצריך "אותו מספר" (1.5v, או 9v) ליד הסוללה וליד הנורה.

במעגל החשמלי זרם **זרם חשמלי**, מונח קשה להבנה. כדי לבנות הבנה אינטואיטיבית של הזרם החשמלי, הילדים מתנסים בסגירת המעגל החשמלי באמצעות חומרים מוליכים שונים ובמידת הזרם העובר במעגל באמצעות מד זרם. לא מוזכר המונח, עוצמת זרם, משום שהוא קשה להבנה. התלמידים רואים שהזרם העובר במעגל משתנה על פי תכונות המוליך. במעגל שמחברים אליו חומרים שהם מוליכים טובים הזרם חזק יותר ואילו כאשר מחברים מוליכים פחות טובים, הזרם חלש יותר. במעגל אין כלל זרם כאשר מחברים אליו חומרים מבדדים. ההבנה כאן היא ברמה של "יותר או פחות", ולא במדידה כמותית מדויקת.

לאחר שנבנית הבנה אינטואיטיבית של הקשר שבין המתח לסוג המכשיר המופעל על ידי כל מקור חשמל, רשת החשמל או סוללה, יכולים התלמידים להבין שרשת החשמל היא בעלת עוצמה הרבה יותר גדולה (המתח שהיא מספקת הרבה יותר גבוה). טמונה בכך סכנה גדולה במיוחד כאשר משתמשים בחשמל שימוש לא זהיר. היבטים של זהירות בחשמל מוצגים לאורך כל הפרק ומודגש הצורך באמצעי בטיחות כדי למנוע פגיעה מחשמל. מוצגים לתלמידים כללי "עשה ואל תעשה", וחשוב מאוד לעבור אתם ביסודיות על כללים אלה.

בשרפת חומרי דלק נפלטת **אנרגיית חום**. היא מנוצלת בין השאר להפקת חשמל (חשמל היא צורת אנרגיה. הפקת חשמל מאנרגיית חום היא למעשה פעולה של המרת אנרגיה מצורה לצורה). **יש קשר הדוק בין השימוש בחומרי דלק ובין הפקת חשמל ולכן אנחנו ממליצים ללמד את הפרק העוסק בחשמל רק אחרי שנלמד הפרק העוסק בחומרי דלק.**

אנחנו צורכים הרבה מאוד חשמל. בתהליך השרפה של חומרי הדלק לצורך הפקת חשמל, נפלטת לאוויר חומרים מזהמים הפוגעים בבריאותנו. כדי להפחית ואולי אף למנוע את הנזקים, עלינו **לחסוך בחשמל**. כל אחד מאתנו יכול להשפיע על צריכת החשמל אם יגלה התנהגות אחראית. פיתוח מקורות אנרגיה חלופיים שאינם פוגעים בסביבה היא דרך יעילה לא פחות כדי לצמצם את השימוש בחומרי דלק ששרפתם פוגעת בסביבה. גם כאן מדובר בקביעת סדרי עדיפויות של החברה. אם נחליט להשקיע משאבים רבים יותר בפיתוח מקורות אנרגיה חלופיים, יימצאו

פתרונות הולמים בזמן קצר יותר.
הפרק מסתיים בניתוח תהליך התיכון של המצאת הנורה החשמלית על ידי אדיסון. לאחר מכן מופנים התלמידים לבצע בעצמם משימת תיכון מעניינת, המתבססת על הידע של בניית מעגלים חשמליים שנרכש בלימוד פרק זה.

מונחים מרכזיים בפרק

מקור חשמל, מקור חשמל קבוע, מקור חשמל נייד, תקע חשמלי, שקע חשמלי, מחולל זרם, תחנת כוח, סוללה, מעגל חשמלי, זרם חשמלי, מעגל חשמלי פתוח, מעגל חשמלי סגור, מתג, חומרים מוליכים, חומרים מבודדים, מכשירי בטיחות (מפסק פחת ומפסק ביטחון).

בניית המונחים והמושגים ברצף הלמידה המוצע בפרק

היחידות העוסקות במקורות חשמל

מקורות חשמל נחוצים כדי להפעיל מכשירי חשמל. אנחנו משתמשים בשני מקורות חשמל עיקריים: רשת החשמל, שהיא מקור חשמל קבוע ובעלת מתח גבוה; סוללות שהן מקור חשמל נייד. יש סוגים רבים של סוללות הנבדלים זה מזה במתח הסוללה ובצורתה.

כדי להפעיל מכשירים באמצעות רשת החשמל, עלינו לחבר אותם אליה. החיבור מתבצע באמצעות שקע, שהוא חלק מהרשת החשמלית. כבל חשמלי שמחובר בצד אחד למכשיר החשמלי ובקצהו השני יש תקע, מתחבר לשקע. רשת החשמל מתאימה להפעלת מכשירי חשמל שצורכים אנרגיה רבה.

אנחנו מפעילים מכשירים רבים באמצעות סוללות, אבל מכשירים אלה צורכים בדרך כלל פחות אנרגיה חשמלית. כאשר צריכת החשמל גדולה יותר, מתקינים במכשירים סוללות נטענות שאפשר לחבר אותן לרשת החשמל ולטעון אותן מחדש. אי אפשר להפעיל בסוללות מכשירי חשמל שצורכים אנרגיה חשמלית רבה כמו תנור או מקרר. לפעמים נגרמות הפסקות חשמל ומכשירי החשמל מפסיקים לפעול. כדי להבטיח פעולה רציפה שלהם, בעיקר במקומות שהפסקות החשמל יכולה לסכן חיים, כמו בבתי חולים או במשטרה, נעזרים ב**מחוללי זרם**. כדי להבין את אופן פעולתם של מחוללי זרם, מוצג לתלמידים הדינמו של האופניים שהם יכולים להפעיל בעצמם ולראות כיצד הוא מדליק את הנורה באופניים (כדאי לשים לב שבדינמו של האופניים מתבצעת המרת אנרגיה, מאנרגיית תנועה שמושגת בפעולת השרירים לאנרגיה חשמלית – הנורה הדולקת).

כאשר מפעילים מכשירים באמצעות סוללות, יש להתאים לכל מכשיר סוללה בעלת מתח מתאים כדי להבטיח פעולה תקינה שלו. אם המתח נמוך מדי, המכשיר לא יפעל. אם המתח גבוה מדי, הוא עלול לשרוף את המכשיר. לכן יש להקפיד במיוחד לא לחבר סוללה בעלת מתח גבוה למכשיר הפועל במתח נמוך.

היחידות העוסקות במעגל החשמלי

בכל מעגל חשמלי יש שני רכיבים הכרחיים: מקור חשמל וכבלים חשמליים המתחברים לשני הקטבים של מקור החשמל. אפשר להפעיל מכשיר באמצעות מעגל חשמלי, אם מקור החשמל מספק מתח מתאים.

כדי שיזרום זרם חשמלי במעגל, המעגל צריך להיות סגור, כלומר: חוטי החשמל צריכים להיות מחוברים לשני הקטבים בסוללה. במעגל פתוח לא עובר זרם. כמו כן, עלינו להשתמש בחומרים מוליכים. מתכות כמו נחושת משמשות מוליכים בחוטי החשמל. אפשר כמובן להשתמש גם במתכות אחרות, אבל הנחושת זולה יחסית ונוח למתוח אותה לחוטים דקים (מומחש כאן שוב ההיבט של התאמת תכונות החומר לשימושיו). אם נחליף את המוליכים בחומרים מבודדים כמו פלסטיק או עץ, לא יעבור זרם חשמלי במעגל. חשמל עובר גם בנוזלים, אך לא במים טהורים. כדי שמים יוליכו חשמל יש להוסיף להם מלחים כמו מלח בישול.

כדי למדוד את עוצמת הזרם העובר במעגל משתמשים במד זרם. המונח, עוצמת זרם, קשה להבנה, ולכן העדפנו לתאר את הזרם במונחים של זרם חזק או חלש.

כדי להפעיל ולנתק את המעגל בלי לנתק את חוטי החשמל ממקור החשמל, מוסיפים למעגל מתג חשמלי. המתג מפעיל מכשירי חשמל רבים: קומקום חשמלי, תנורי חימום ובישול, מזגנים ועוד. הוא מונע את הצורך לתקוע את

התקע בשקע בכל פעם שמפעילים את המכשיר. במכשירי חשמל יש לא פעם תקלות ויש לתקנם. כדי להקל על המשתמשים בחשמל פותחה מערכת אחידה של סימנים מקובלים בכל העולם. מסמנים בסימון אחיד כל אחד מהרכיבים המצויים במעגל החשמלי: סוללה, מכשיר חשמלי, חוטי חשמל, מתג חשמלי. התלמידים מבצעים פעילות ובה הם מתבקשים להציע סימונים משלהם, כדי להוביל אותם למסקנה שסימנים אחידים ומוסכמים מקלים על כל המשתמשים במכשירי חשמל.

היחידות העוסקות בבטיחות בחשמל ובצורך לחסוך בחשמל

גוף האדם מוליך חשמל. התלמידים מתנסים בפעילות שבה הם מודדים באמצעות מד זרם את הזרם העובר במעגל כאשר גוף האדם סוגר אותו. הולכת החשמל על ידי גוף האדם היא מקור סכנה. אפשר לקבל מכת חשמל כאשר נוגעים בחוט חשמל גלוי המחובר לרשת החשמל או למקור חשמל אחר בעל מתח גבוה. ביחידות אלה ובפרק כולו מושם דגש רב לזהירות הנדרשת בשימוש בחשמל. כדאי להקדיש להוראות אלה זמן ולדון בהן בכיתה עם כל התלמידים.

החשמל הוא "זללן אנרגיה" גדול ובהפקתו נצרכות כמויות גדולות מאוד של חומרי דלק. מקורות האנרגיה העיקריים להפקת חשמל היום הם פחם ונפט. לאחרונה גובר גם השימוש בגז טבעי. נפט, פחם וגז טבעי הם משאבים מתכלים. השימוש המואץ בהם גרם לדלדול ניכר שלהם, וצופים שעד סוף המאה ה-21 לא יהיה די נפט כדי לענות על צורכי האנרגיה שלנו. לכן מושקע היום מאמץ גדול בפיתוח מקורות אנרגיה חלופיים, שיש להם יתרון נוסף: הם אינם מזהמים את האוויר (אם כי חלקם פוגעים בסביבה עקב פגיעה בנוף או גרימת שינויים בגלל הצורך לבנות מאגרי מים גדולים), אבל אין בכך די. על התלמידים להבין שמוטלת על כל אחד מאתנו אחריות לשנות את דפוסי ההתנהגות שלנו ולחסוך חשמל. נוכל לחסוך חשמל אם נכבה מכשירים שאין צורך בהם, אם נכבה חשמל בחדרים כאשר אנחנו יוצאים מהם ואם נשתמש במכשירים חסכנים בחשמל.

היחידות העוסקות במערכות חשמליות (נורה חשמלית וקומקום חשמלי)

מוליכים מסוימים פולטים אור כאשר עובר דרכם זרם חשמלי. תופעה זו מנוצלת לבניית נורות וגופי תאורה. ביחידות אלה מכירים התלמידים שתי מערכות חשמליות חשובות: נורת הליבון החשמלית והקומקום החשמלי. מוצגים המרכיבים של כל מערכת והעקרונות המאפיינים מערכת: בכל מערכת יש כניסה ויש יציאה (output), בשתי הדוגמאות שלפנינו: כניסה של זרם חשמלי הגורמת פליטת אור וחום.

המערכת היא יותר מסכום מרכיביה. היא נותנת תוצר (אור או חום) רק כאשר כל המרכיבים פועלים ביחד. הבנת המושג – מערכת, קשה מאוד לתלמידים. לכן כדאי לציין את מאפייניה בלי להשתמש מפורשות במושג.

עקרונות מרכזיים בפרק

<p>מפיקים חשמל על ידי שרפת חומרי דלק. הפקת כמויות גדולות של חשמל מכלה את חומרי הדלק ופוגעת באיכות האוויר.</p>	<p>לכל מרכיב במעגל החשמלי יש סימנים אחידים המקובלים בכל העולם הם פותחו כדי להקל על המשתמשים במכשירי חשמל.</p>	<p>המעגל החשמלי הוא המרכיב הבסיסי של כל מכשיר חשמלי. במעגל יש מקור חשמל, חוטי חשמל והמכשיר שרוצים להפעיל.</p>	<p>חשמל הוא היום מקור אנרגיה מרכזי. אנחנו מפעילים בחשמל מכשירים רבים.</p>
<p>עלינו לחסוך בחשמל ולפתח מקורות אנרגיה חלופיים כדי למנוע התכלות של דלק פוסילי (נפט, פחם וגז טבעי) ולצמצם את הפגיעה באיכות האוויר.</p>	<p>גוף האדם מוליך חשמל. לכן יש להשתמש בחשמל בזהירות כדי שלא לקבל "מכת חשמל" שיכולה לגרום מוות.</p>	<p>זרם חשמלי עובר במעגל החשמלי רק כשהוא סגור. אפשר לסגור מעגל חשמלי רק באמצעות חומרים מוליכים. חשמל עובר גם במים שמוסיפים אליהם מלחים.</p>	<p>כדי להפעיל מכשירי חשמל יש לחברם למקור חשמל: רשת החשמל (מקור קבוע) או סוללה (מקור נייד).</p>
<p>כל אחד מאתנו יכול לתרום לחיסכון בחשמל אם יאמץ לו התנהגות נכונה: לכבות אור ומכשירי חשמל כשאין בהם שימוש ולהשתמש במכשירים חסכנים בחשמל.</p>	<p>נורה חשמלית וקומקום חשמלי הן שתי דוגמאות למערכת חשמלית</p>	<p>כאשר עובר זרם חשמלי במוליך הוא פולט חום. חלק מהמוליכים פולטים גם אור. תכונה זו מנוצלת בנורות חשמליות המשמשות לתאורה.</p>	<p>יש להתאים את מקור החשמל למכשיר שרוצים להפעיל. מקור חלש מדי (בעל מתח חשמלי נמוך) לא יפעיל את המכשיר ואילו מקור חזק מדי (בעל מתח חשמלי גבוה מדי) יגרום קצר.</p>

מונחים ונושאים שכדאי לתרגל עם התלמידים ומשימות התרגול המוצעות

בפרק

1. הנושאים המרכזיים בפרק: המקום המרכזי של החשמל בחיינו היום, מקורות חשמל: קבוע (רשת החשמל) או זמני (סוללות), המעגל החשמלי: מרכיבים במעגל וסימונם בסימנים מוסכמים (סטנדרטיים), התכונה: הולכת חשמל – במוצקים ובנוזלים, חומרים מוליכים וחומרים מבדדים, גוף האדם כמוליך חשמל, התייעלות וחסכון בחשמל, תופעות בחשמל – פליטת חום ופליטת אור, ניצול התופעות לתאורה ולחימום (תנורי חימום, כף חשמלית וקומקום חשמלי), זהירות וביטחון בשימוש בחשמל.
2. משימות סיכום לתרגול וחזרה המוצעות בפרק:
 - משימה 2 – מיון מכשירי חשמל לפי שימושיהם
 - משימה 4 – סיכום המאפיינים של מקור חשמל קבוע (רשת החשמל) ומקור חשמל זמני (סוללות).
 - משימה 14 – סיכום של כמה נושאים שנלמדו בפרק: סרטוט מעגל חשמלי, זיהוי מעגל חשמלי פתוח או סגור, הולכת חשמל: חומרים מבדדים וחומרים מוליכים.
 - משימה 22 – כללי ביטחון בחשמל.

הצעה למשימת הערכה

הולכת אנה

קראו את התיאור הבא:

יונתן מצא במגרה של הארון במטבח נורה כחולה יפה. הנורה היא של 6V. לידה מצא גם סוללה של 6V וחוט חשמל קצר אחד.

יונתן חשב: איזה יופי, אוכל לסדר לי אור יפה שיקשט את השולחן שלי. אני צריך למצוא רק עוד חוט חשמל אחד.

אבל יונתן לא מצא עוד חוט חשמל. מה עושים?

ליונתן היה רעיון. הוא מצא על שולחן העבודה של אבא ואימא סרגל מתכת.

יונתן שמח. הוא חשב: זה בדיוק מה שאני צריך, עכשיו אוכל להדליק את הנורה.

אבל אחרי רגע, נזכר שיש כאן בעיה. אם ירצה לכבות את הנורה הוא יקבל מכת חשמל לא נעימה.

ואז צץ במוחו עוד רעיון.

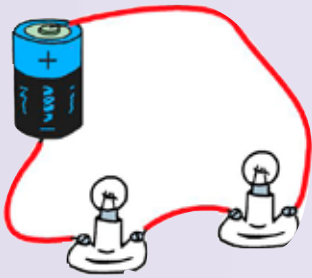
הוא נכנס למטבח והוציא ממדיח הכלים את הסכין שחותכים בעזרתו ירקות לסלט. הסכין די ארוכה ויש לה ידית מעץ.

עכשיו היה יונתן מרוצה. הוא ידע שיש לו כל מה שצריך כדי להדליק את הנורה היפה שמצא וגם כדי לכבות אותה בלי לקבל מכת חשמל.

ענו על השאלות הבאות:

בתשובותיכם היעזרו במונחים: הולכת חשמל, חומרים מוליכים, חומרים מבדדים.

1. מה צריך יונתן לבנות כדי להדליק את הנורה החשמלית?
2. מה היה חסר ליונתן אחרי שמצא סוללה וחוט חשמל אחד בלבד?
3. באיזו תכונה של סרגל המתכת חשב יונתן להשתמש כדי להדליק את הנורה?
4. מדוע חשב יונתן שיקבל מכת חשמל כשירצה לכבות את הנורה?
5. סרטטו את המעגל שמקבלים בעזרת הנורה, הסוללה, חוט החשמל והסכין.
ציינו, מתי המעגל פתוח ומתי הוא סגור.



6. הסבירו, כיצד עזרה ליונתן הסכין לחיתוך ירקות:
- אילו תכונות יש לחומרים שהסכין עשויה מהם?
 - ב. כיצד יוכל יונתן להדליק את הנורה בעזרת הסכין?
 - ג. כיצד יוכל יונתן לכבות את הנורה בעזרת הסכין?

תשובות מילנינה:

1. יונתן צריך את כל הרכיבים הנחוצים כדי לבנות מעגל חשמלי: סוללה ונורה במתח מתאים, שני חוטי חשמל.
 2. ליונתן היה חסר חוט חשמל אחד ולכן לא יכול היה לסגור את המעגל החשמלי.
 3. המתכת מוליכה חשמל, לכן יכול הסרגל להחליף את חוט החשמל ולאפשר ליונתן לסגור את המעגל החשמלי.
 4. המתכת מוליכה חשמל וכשיונתן ייגע בה יקבל מכת חשמל. מכיוון שהסוללה נותנת זרם לא חזק גם מכת החשמל לא תהיה חזקה אבל היא אינה נעימה.
 5. המעגל סגור כאשר הסכין נוגעת מצד אחד בסוללה ובצד השני, בבסיס הנורה.
 6. המעגל פתוח כאשר הסכין אינה נוגעת בבסיס הנורה או כאשר אינה נוגעת בסוללה.
- א. הידית עשויה עץ, שהוא חומר מבדד. הלהב של הסכין עשוי מתכת, חומר מוליך חשמל.
 - ב. אם יחבר את הלהב של הסכין לנורה ולסוללה הוא יסגור את המעגל החשמלי ויוכל להדליק את הנורה.
 - ג. יונתן יכול לפתוח את המעגל החשמלי אם יזיז את הסכין בעזרת הידית, שאינה מוליכה זרם חשמלי, בלי לגעת בלהב שמוליך זרם חשמלי.

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 בפרוטנציאל 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.

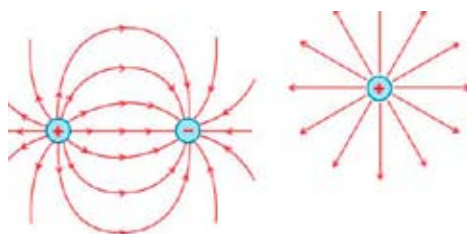
מחוללי זרם – מספקים **זרם חילופין**. האלקטרונים במעגל החשמלי מתנדדים, תחילה בכיוון אחד ואחר כך בכיוון שני. כיוון התנודה של האלקטרונים במחוללי זרם בארץ משתנה 50 פעמים בשנייה. באופן זה הקוטב החיובי והקוטב השלילי מתהפכים שוב ושוב מחיובי לשלילי ולהפך. נורות ומכשירי חשמל ממשיכים לדלוך בלי תלות בכיוון הזרם,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

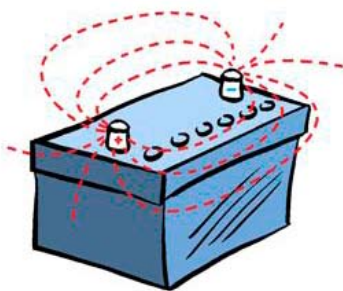
ב. קווי שדה סביב שני מטענים שווי גודל אך שונים סימן. הקווים יוצאים מהמטען החיובי ומסתיימים במטען השלילי.

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.

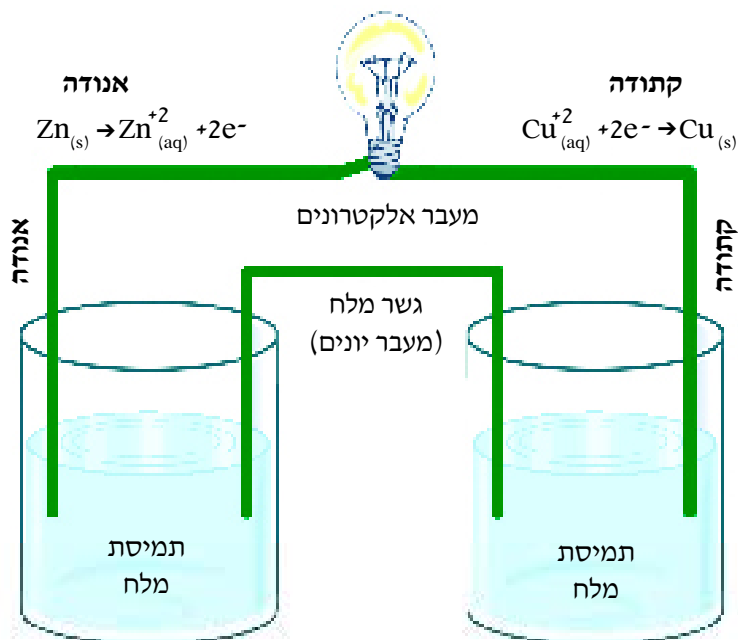
תא חשמלי בנוי משני חצאי תא:

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



אלקטרוניים 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.

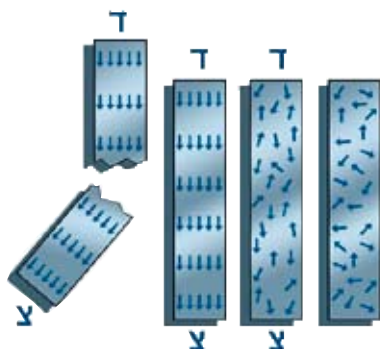
מה מקור השדה המגנטי?

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 הסיודור 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, תמונות, שלטים

ומודעות, רדיו, טלוויזיה ומחשב (אינטרנט ודואר אלקטרוני). הם משווים את התרומה של השפה הלא-מילולית לזו של השפה המילולית בהעברת המידע באמצעי תקשורת אלה. בסיום הפרק (והספר כולו) הם מתבקשים לפרסם את המסע בכדור פורח באמצעי תקשורת שונים ולהביא לידי ביטוי את כל מה שלמדו על מידע ותקשורת.

מונחים מרכזיים בפרק

מידע, תקשורת, שפה, חושים, שפה לא מילולית, שפה מילולית, סימנים, סימנים גרפיים, סמלים, תמרוורים, תקשורת המונים, אמצעי תקשורת.

בניית המונחים והמושגים ברצף הלמידה המוצע בפרק

הפרק פותח בהצגת המונחים, מידע ותקשורת, ותפקידם של החושים בקליטת מידע לצורך יצירת תקשורת בין בני האדם. השימוש באיברי החושים ליצירת תקשורת מאפיין למעשה את כל עולם החי. כל היצורים החיים נעזרים **בשפה לא מילולית** ליצירת תקשורת, אך רק האדם עושה שימוש **בשפה מילולית**. בשתי השפות, מילולית ולא מילולית, אנחנו נעזרים ב**סימנים** כדי להעביר מידע. בשפה לא מילולית נעזרים בסימנים של תנועות, צבעים וצורות, ובקולות. בשפה המילולית המדוברת נעזרים בעיצורים ובהברות ואילו בשפה המילולית הכתובה נעזרים ב**סימנים גרפיים**: אותיות וסימני פיסוק, ספרות ותווים. בשפה הכתובה אנחנו משלבים שימוש בשפה לא מילולית (תמונות, צבעים וצורות) ובשפה מילולית (מילים וסימני פיסוק). אנחנו מכינים בעזרתן סמלים, שלטים, מודעות ותמרוורים. באמצעי התקשורת האלקטרוניים אנחנו משלבים גם קולות וסרטים. השימוש בשתי השפות, המילולית והלא מילולית, ובכמה ערוצי התקשורת (חזותי ושמיעתי) מייעלים את יכולתנו להעביר מידע. התקשורת הכתובה והתקשורת האלקטרונית מאפשרות להעביר מידע לקהל גדול ולמרחקים גדולים וכך התפתחה תקשורת המונים. יתרונה של התקשורת האלקטרונית הוא בכך שהיא מאפשרת העברת מידע בו זמנית כמעט לכל מקום בעולם.

עקרונות מרכזיים בפרק: מסע בתקשורת

<p>המצאת הכתב וההתפתחות הטכנולוגית (ייצור הנייר, המצאת הדפוס, פיתוח תקשורת אלקטרונית) האיצו במידה ניכרת את הצטברות המידע ויכולת העברתו.</p>	<p>תקשורת נעשית באמצעות סימנים. בשפה הלא-מילולית, הסימנים הם תנועות, צבעים וצורות, קולות. בשפה המילולית המדוברת הסימנים הם עיצורים ובהברות. בשפה הכתובה נעזרים בסימנים גרפיים: אותיות, סימני פיסוק, ספרות ותווים.</p>	<p>היצורים החיים נעזרים בתקשורת כדי להעביר מידע. הם נעזרים בשפה לא מילולית.</p>
<p>תקשורת המונים מאפשרת להעביר מידע רב בזמן קצר לכל מקום בעולם.</p>		<p>רק בני האדם פיתחו יכולת ליצור תקשורת באמצעות שפה מילולית, מדוברת וכתובה.</p>