

עֶרְכָּה לַמּוֹרָה

לַתַּכְנוּן הַוּרָאָה-לַמִּידָה-הָעֶרְכָּה (ה.ל.ה.)

בנושא: "חשמל"

איילת ויצמן
תמי יחיאלי
ירון להבי
רוני מועלם

מהדורת ניסוי

אוקטובר 2010, התשע"א – שוכתב בנובמבר 2011

צוות פיתוח (לפי סדר א"ב): ד"ר איילת ויצמן, ד"ר תמי יחיאל, ד"ר ירון להבי,
ד"ר רוני מועלם

יעוץ אקדמי: פרופ' בת שבע אלון

קראו והעירו: ד"ר רוחמה ארנברג, יורם אורעד, ד"ר אסתר בגנו, אירנה ויסמן,
ד"ר אתי כוכבי, ד"ר נטע עורבי

עיצוב, עימוד ועריכה ממוחשבת: מרינה ארמיאץ'

ערכה זו היא אחת מסדרת ערכות לתכנון הוראה/למידה/הערכה (ה.ל.ה).
הערכה פותחה במרכז הארצי למורי מו"ט בחט"ב, המחלקה להוראת המדעים, מכון
ויצמן למדע.

ראש מרכז המורים הארצי למו"ט בחט"ב: ד"ר זהבה שרץ
רכזת מרכז המורים הארצי למו"ט בחט"ב: ד"ר אילנה הופפלד

שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב
מהמו"ל.

תוכן העניינים

4.....	מבוא
11.....	רקע מדעי
11.....	א. תכנים
21.....	ב. מיומנויות
24.....	הצעות דידקטיות להוראת הנושא
24.....	א. שיקולים ודגשים בתהליך ההוראה
26.....	ב. טבלת תכנון ה.ל.ה
29.....	ג. מפרט תכנים – המלצות לרצף הוראה
51.....	ד. הפניות לספרים, מאמרים ואחרים
55.....	מאגר משימות הערכה
55.....	א. מיפוי פריטי הערכה
65.....	ב. פריטי הערכה בנושא "חשמל"
85.....	ג. תשובון
100.....	משימות הערכה מורחבות
101.....	נספחים
102.....	א. שאלון דיאגנוסטי
109.....	ב. מיפוי התייחסות לתת הנושאים של הערכה בספרי הלימוד הקיימים

מבוא

ערכת ה.ל.ה. (הוראה-למידה-הערכה) זו מיועדת למורי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים לצורך תכנון ביצוע והערכה של הוראה ולמידה של הנושא "חשמל". ערכת ה.ל.ה. מיועדת להפעלה במסגרת תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה בחט"ב ומתבססת על חומרי למידה קיימים המאפשרים על ידי משרד החינוך תוך הפניות מתאימות לחומרים אלה. לפיכך העֲרֶכֶת אינה מהווה תחליף לחומרי הלמידה הקיימים. העֲרֶכֶת כוללת חומר רקע מדעי (תכנים ומיומנויות), דגשים דידקטיים לתיכנון הוראה ולמידה, המלצות על פעילויות מפתח, ומאגר ממיון של פריטי הערכה לשימוש לצרכי הוראה ומשוב.

* עדכונים שוטפים לגרסה זו ניתן יהיה למצוא באתר מוטנ"ט.

נושא הערכה: חשמל

אוכלוסיית היעד: מורים המלמדים מדע וטכנולוגיה בכיתות ח'

רציונל ומטרות-על בהוראת הנושא

ערכה זו מיועדת למורי כיתות ח'. ההיקף הכולל הצפוי של הוראת הנושא הוא כ- 15 שעות. מומלץ ללמד ערכה זו בהמשך להוראת ערכות ה.ל.ה. בנושא "יסודות ורכיבות: מבנים, תכונות ותהליכי שינוי בחומר", "מהיסודי למורכב", "אנרגיה: סוגים, המרות ושימור", ו"אינטראקציה וכוחות".

אנו ממליצים להתבסס על ידע בנושא מבנה האטום שנרכש במהלך לימוד הערכות "יסודות ורכיבות", ו"מהיסודי למורכב", כדי ליצור בסיס להבנת תאור הזרם החשמלי כתנועת מטענים חשמליים ניידים. לאחר מכן מוצע לעבור לתיאור מעגלים חשמליים, הגורמים המשפיעים על הזרם החשמלי, ויישומים שונים. נושא האנרגיה החשמלית ומקורות אנרגיה מתבסס על הידע שנלמד בעת לימוד ערכת האנרגיה. אחד האתגרים בהוראת הנושא הוא החיבור בין רעיון המטען בהקשר למבנה האטום לבין הידע הקודם של התלמידים (ידע עולם וידע שנרכש בביה"ס היסודי) לגבי מעגלים ומכשירים חשמליים וביטוי הקשר הזה במודל לתיאור זרם חשמלי. אתגר נוסף הוא קישור הידע החדש שנרכש לגבי הגדרת הזרם החשמלי עם המושגים המרות אנרגיה ומקורות אנרגיה שנלמדו בכיתה ז', והרחבת הידע בנושא אנרגיה חשמלית.

מה לא נכלל בערכה?

1. הנושא מגנטיות נכלל במסגרת הנושא "אינטראקציה וכוחות" ולכן אינו מטופל בערכה

זו.

רעיונות מרכזיים בהוראת הנושא (מתוך טיוטת תכנית הלימודים)

רעיונות מרכזיים	ציוני דרך	מטופל בערכה בנושא (שיעור מס')
קיימים סוגים שונים של אנרגיה	בעת מעבר זרם חשמלי במעגל, נצרכת אנרגיה חשמלית המומרת לסוגי אנרגיה שונים	המרות אנרגיה במעגלים חשמליים (10-11)
	הזרם החשמלי כתנועת מטענים במעגל חשמלי (שיש לו גודל וכיוון)	הקשר בין תנועה של מטענים חשמליים וזרם חשמלי (3-5)
אנרגיה יכולה להפוך מסוג אנרגיה אחד לסוג אנרגיה אחר	מדידת עוצמת הזרם	זרם במעגל חשמלי והגורמים המשפיעים עליו (6-9)
	רכיבי המעגל החשמלי וסמליהם (סימנים מוסכמים)	מבוא (1)
האנרגיה החשמלית היא אנרגיה הרווחת מאוד בשימוש	מוליכות חשמלית	הקשר בין מוליכות ותנועת מטענים (6)
חוק שימור האנרגיה: כמות האנרגיה הכוללת במערכת סגורה נשמרת. בזמן התרחשות המרות אנרגיה או מעברי אנרגיה חלק מהאנרגיה מומר לאנרגיית חום	גורמים המשפיעים על עוצמת הזרם במעגל החשמלי סידור רכיבי המעגל החשמלי בטור ובמקביל ¹	זרם במעגל חשמלי והגורמים המשפיעים עליו (6-9)
	חוק שימור האנרגיה	המרות אנרגיה במעגלים חשמליים (10-11)
מקורות אנרגיה שונים זה מזה בזמינותם ובדרכי ניצולם לצורכי האדם האדם מנצל אנרגיה לתועלתו, כדי להגביר את יכולתו ולשפר את	אנרגיה: הפקה ושימושים דרכים לקבלת אנרגיה חשמלית (סוללה, גנראטור, תא שמש, תחנת חשמל) יישומים טכנולוגיים להמרות אנרגיה	מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים (13-14)

¹ סידור בטור ובמקביל אינו נכלל בתכנית הלימודים, אך מופיע בשאלות טימס

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

רעיונות מרכזיים	ציוני דרך	מטופל בערכה בנושא (שיעור מס')
איכות חייו		
מקורות אנרגיה שונים זה מזה בזמינותם ובדרכי ניצולם לצורכי האדם	מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים	
להפקת אנרגיה ולשימוש במקורות אנרגיה יש השפעה על איכות החיים ועל הסביבה	אנרגיה : תועלת ומחיר סביבתי - השפעת השימוש במקורות אנרגיה על איכות החיים. - המחיר הסביבתי של שימוש במקורות אנרגיה להפקת אנרגיה. - פתרונות אפשריים - שיקולים בבחירת חלופות	מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים (13-14)
האנרגיה החשמלית היא אנרגיה הרווחת מאוד בשימוש	בטיחות בשימוש באנרגיה חשמלית	חשמל ובטיחות (12)

מטרות הלמידה של הנושא

התלמידים...

לפי טיוטת תכנית הלימודים	המטרות בערכה זו
יבינו שהאנרגיה החשמלית באה לידי ביטוי בזרם שהוא תנועה של מטענים חשמליים העוברים במעגל החשמלי.	יבינו כי קיים קשר בין עוצמת הזרם לחוזק המקור האנרגיה במעגל חשמלי ○ יתארו זרם חשמלי כזרימה של מטענים (אלקטרונים חופשיים או יונים) ○ יזהו מעגלים חשמליים סגורים ופתוחים ○ ישתמשו בסימנים מוסכמים לייצוג מעגלים חשמליים
יבינו שלחומרים שונים יש מוליכות שונה ויכירו חומרים מבודדים וחומרים מוליכים. יבינו שהמוליכות החשמלית תלויה בגורמים : סוג החומר המוליך, אורך המוליך ועוביו, ויחקרו את הקשר בין גורמים אלה לבין המוליכות	○ יבחינו בין חומרים מוליכים ומבודדים ○ יתארו גורמים המשפיעים על עוצמת הזרם במעגל החשמלי ○ יסבירו את הקשר בין סוג החומר/ אורך המוליך / עובי המוליך לבין התנגדות

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

לפי טיוטת תכנית הלימודים	המטרות בערכה זו
החשמלית.	- המוליך / עוצמת הזרם. - יבחינו בין מעגלים שרכיביהם מסודרים בטור ובמקביל ויסבירו את ההבדל ביניהם
התלמידים יבינו שמוליכות חשמלית והתנגדות חשמלית הם ביטויים הפוכים ליכולת החומר להעביר זרם חשמלי (התנגדות קטנה משמעותה מוליכות גדולה ולהיפך).	יתארו את הקשר בין מוליכות חשמלית להתנגדות חשמלית.
התלמידים יבינו שעוצמת הזרם החשמלי תלויה בחוזק מקור החשמל ובהתנגדות הרכיבים במעגל ויחקרו את השפעת חוזק מקור החשמל והתנגדות הרכיבים על עוצמת הזרם החשמלי.	- ימדדו עוצמת זרם חשמלי בעזרת אמפרמטר - יחקרו גורמים שונים המשפיעים על עוצמת הזרם החשמלי
התלמידים יבינו שניתן להמיר אנרגיה חשמלית לסוגי אנרגיה שונים.	- יצפו בהמרות אנרגיה שונות במעגל חשמלי. - יתארו את המרות האנרגיה וייצגו אותן באמצעות תרשימי עוגה תוך התבססות על חוק שימור האנרגיה (כפי שעשו בערכת ה.ל.ה בנושא אנרגיה). - יסבירו את המרות האנרגיה בתופעות שונות הכוללות המרת אנרגיה חשמלית.
התלמידים יכירו מקורות אנרגיה חשמלית, יבינו את ההבדלים ביניהם וייצגו טיעונים לגבי השימושים האפשריים בכל אחד מהם.	ישוו בין מקורות שונים לאנרגיה חשמלית
התלמידים יכירו את הסכנות של השימוש בחשמל, את עקרונות הפעולה של אמצעים למניעת התחשמלות, וילמדו כיצד להיזהר בשימוש בחשמל.	יכירו את הסכנות של שימוש בחשמל ומספר אמצעים למניעת התחשמלות

ידע קודם:

הסטנדרטים שהוגדרו ופורסמו לכיתות בית הספר היסודי, מתייחסים לחלק מנושאי העֶרְכָּה הנ"ל.

<http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/0634F9A4-FB0C-439D-B316-158C7B167891/17245/madaenrgya.pdf>

סטנדרט תוכן 2.2 א:

התלמידים יכירו מקורות אנרגיה וסוגי אנרגיה, וידעו שאנרגיה עוברת מסוג לסוג. הם יכירו עקרונות מדעיים הקשורים לאנרגיית אור ואנרגיית קול ואת חשיבותם לקיומם של יצורים חיים.

ציוני דרך בכיתות ג-ד **אנרגיה – מעגל חשמלי**:

- התלמידים יזהו את מרכיבי המעגל החשמלי (מקור חשמל, חוטים, מתג, מכשיר חשמלי)
 - התלמידים יבנו מעגלים חשמליים פשוטים ויבחינו בין מעגל חשמלי סגור לפתוח
 - התלמידים יבחינו בין חומרים מוליכים לחומרים מבדדים
- ציוני דרך בכיתות ה-ו **אנרגיה חשמלית**:
- התלמידים יביאו דוגמאות לתופעות חשמליות בטבע (ברק, חשמל סטטי)
 - התלמידים יביאו דוגמאות בהן זרם חשמלי יוצר תופעות מגנטיות (אלקטרומגנט)

סטנדרט תוכן 2.2 ב

התלמידים יכירו דרכים לניצול מקורות אנרגיה על ידי האדם, ויבינו את ההשפעות החברתיות והסביבתיות שלהן.

ציוני דרך בכיתות ג-ד **אנרגיה חשמלית - תועלת ובטיחות**:

- התלמידים יתארו באמצעות דוגמאות מצבים בהם האנרגיה החשמלית מאפשרת לקיים פעולות חיוניות לתפקוד בחיי היומיום
 - התלמידים יסבירו את תרומת השימוש באנרגיה חשמלית לחברה האנושית
 - התלמידים ינסחו כללים לשימוש בטוח בחשמל
- ציוני דרך בכיתות ה-ו **אנרגיה חשמלית: הפקה ומחיר סביבתי**:
- התלמידים יצינו מקורות להפקת אנרגיה חשמלית
 - התלמידים יתארו שלבים בהפקת אנרגיה חשמלית בתחנת חשמל בישראל
 - התלמידים יפיקו מידע מחשבון חשמל ויסיקו מסקנות על הרגלי צריכת החשמל
 - התלמידים יסבירו את הצורך בחיסכון בחשמל

מוצע לאבחן את ידע התלמידים בנושאי ערכה זו, באמצעות שאלון דיאגנוסטי שיועבר בראשית הוראת היחידה. תכנון ההוראה יתבסס על ממצאים אלה ובהתאם לשיקולו של צוות מורי המדעים בבית הספר.

שאלון דיאגנוסטי לידע קודם של התלמידים מצורף כנספח א.

ידע קודם שנלמד בערכות ה.ל.ה אחרות

מושגים מתוך הערכה "יסודות ותרבות: מבנים, תכונות ותהליכים":

מטענים חשמליים

מודל האטום

מוליכות חשמלית

יסודות מתכתיים / אל-מתכתיים

אינטראקציות אלקטרוסטטיות

הקשיים הצפויים בהוראה ותפיסות שגויות נפוצות

האתגר המרכזי בהוראת הנושא הוא יצירת קישור בין הידע הקודם של התלמידים ברמה

מקרוסקופית, לבין הידע החדש ברמה מיקרוסקופית שנרכש בכתה ח'.

הידע הקודם כולל ידע עולם שמקורו בהתנסויות יומיומיות עם מכשירים חשמליים וידע

מביה"ס היסודי לגבי מעגלים חשמליים.

הידע החדש נלמד במסגרת לימודי הכימיה לגבי מבנה האטום ומושג המטען.

תפיסות חלופיות של תלמידים בנושא זרם חשמלי

מחקרים בנושא תפיסות חלופיות של תלמידים של מושג הזרם החשמלי (Osborne 1981,

1983, כהן, אלון וגניאל² 1983) הציעו 4 מודלים מרכזיים לפיהם פועלים התלמידים. מודל

א' הוא המודל המדעי, ומודלים ב-ג מייצגים תפיסות חלופיות של תלמידים:

- א. המודל המדעי, לפיו הזרם זהה לפני הנורה ואחריה.
- ב. מודל הזרם הדועך, לפיו הזרם נע במעגל אך דועך בהדרגה כאשר הוא עובר דרך הנורה והיא "משתמשת" בו.
- ג. מודל הזרמים המתנגשים, לפיו התנגשות שני זרמים המגיעים משני קצות הסוללה היא שגורמת לנורה להאיר.
- ד. מודל ההכחדה, לפיו הזרם היוצא מהסוללה משמש להפקת האור בנורה ונעלם.

קשיי הבנה נפוצים

- תפיסה של הסוללה כמספקת אלקטרונים חופשיים חשמליים למעגל ולא כמקור אנרגיה.
- קושי בתפיסת משמעות הזרם (כיצד אלקטרונים זורמים דרך מוליך מוצק?)

² Cohen, Eylon & Ganiel, 1983. Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts, American Journal of Physics V51(5):407-412

- קשיים בייצוג מעגלים חשמליים מחיי יום-יום על-ידי תרשימים.
- קושי בהבנת המשמעות של מעגל סגור ומעגל פתוח : תלמידים מתקשים בהבנה שחומרים מסוימים (מבודדים) פותחים את המעגל אף שמעגל נראה סגור.
- המשמעות של מעגל סגור ופתוח נוגדת את השימוש היומיומי במילים אלה. סגור-משמעותו שלילית (ברז סגור = אין זרימת מים).
- בלבול בין קצר לבין נתק.
- קביעות עוצמת הזרם במעגל טורי : יש תלמידים החושבים שעוצמת הזרם הולכת וקטנה לאורכו של מעגל חשמלי, וכי רכיבים במעגל "צורכים זרם" ולא אנרגיה.
- הבנת החיבור במקביל ; ההשפעה של הוצאת רכיב המחובר במקביל.
- קושי בהסבר קיומם של מכשירים חשמליים שייעודם לקרר, בשעה שהמוליכים עצמם פולטים חום (מקרר, מזגן, מצנן ועוד)
- חיבור מכשירים חשמליים לרשת החשמל הביתית מעורר קושי משום שהמעגל החשמלי האופייני (כפי שנלמד בכיתה) אינו נראה.

רקע מדעי

א. תכנים

מושגים מרכזיים בערכה זו:

- **המבנה החשמלי של החומר** (חזרה מתוך ערכות קודמות: "יסודות ורכובות", "מהיסודי למורכב").

כאשר לשני חלקיקים טעונים חשמלית מטען חשמלי בעל סימן זהה (שניהם חיוביים או שניהם שליליים), קיים ביניהם כוח דחייה חשמלי, ואילו כאשר המטענים בעלי סימנים מנוגדים (האחד שלילי והאחר חיובי), קיים ביניהם כוח משיכה חשמלי. על פי חוק קולון, גודלו של הכוח החשמלי בין שני חלקיקים טעונים תלוי בגודל המטענים החשמליים של החלקיקים ובמרחק ביניהם. ככל שהחלקיקים טעונים במטען גדול יותר הכוח החשמלי ביניהם גדול יותר (משיכה או דחייה), ככל שהמרחק בין החלקיקים הטעונים גדול יותר הכוח החשמלי ביניהם קטן יותר. חוק קולון מבוטא על ידי משוואה מתמטית פשוטה המאפשרת לחשב כוח זה (ראו פירוט בערכת ה.ל.ה "יסודות ורכובות": מבנים, תכונות ותהליכים ").

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

(מטען חשמלי q_1) (מטען חשמלי q_2)
 (המרחק בין המטענים בריבוע) r^2 (הכוח חשמלי) F

חוק קולון

כוחות המשיכה והדחייה בין חלקיקים טעונים מתבטאים בתופעות אלקטרוסטטיות: כאשר משפשפים גופים העשויים מחומרים מבדדים בחומרים כמו צמר, משי או נייר, הגופים נטענים במטען חשמלי. כאשר מקרבים גופים טעונים זה לזה ניתן להבחין בכוחות משיכה ודחייה הפועלים ביניהם. ההסבר לתופעות אלה על פי מודל האטום מבוסס על תכונות הניידות של אלקטרונים ויונים: כאשר משפשפים חומרים שונים זה בזה, אלקטרונים נתלשים מאחד החומרים ומועברים לחומר האחר. בחומר ממנו נתלשו האלקטרונים נותר עודף מטענים חיוביים, ובחומר שאליו הועברו האלקטרונים נוצר עודף של מטענים שליליים.

במקרה של תמיסות מדובר בהעברה של יונים (חיוביים או שליליים) אשר נעים לכיוון אלקטרודה עם מטען הפוך (שלילי או חיובי).

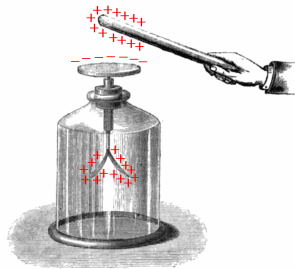


גוף טעון יכול לגרום להפרדת מטענים (קיטוב) בגוף ניטרלי הנמצא בקרבתו. עקב כך פועלים כוחות משיכה בין הגוף הטעון והגוף הניטרלי – שאינו טעון (לדוגמה משיכה בין גוף טעון לפיסות נייר). תופעה זו מכונה השראה אלקטרוסטטית. עוד על השראה אלקטרוסטטית ראו למשל בספר "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 138 ובסרטון הוידאו הבא:

<http://www.youtube.com/watch?v=xwOETSjOuU>

- **מטען חשמלי**

מהו מטען חשמלי? התופעות הקשורות במטענים חשמליים מוכרות לאדם מזה אלפי שנים. אבל מהו בעצם מטען חשמלי? מאחר שאיננו יכולים לראות מטען חשמלי או לחוש בו באחד מחושינו, רבים מתקשים במענה על שאלה זו. מייחסים מטען חשמלי לחלקיקים זעירים, כמו אלקטרונים ופרוטונים, שלא ניתן לראותם. מטען חשמלי, כמו אורך, זמן ומסה, הוא גודל יסודי שאי אפשר להגדירו בעזרת גדלים אחרים, בסיסיים יותר. במקרה של אורך למשל, נוהגים להגדיר אותו על פי שיטת המדידה (הגדרה אופרטיבית): אורך הוא מה שמודדים בעזרת סרגל. כמו שאפשר להגדיר אורך על פי האופן שבו מודדים אותו, כך גם לגבי מטען חשמלי: ניתן להגדיר מטען חשמלי באמצעות המדידה של סטיית המחוג במכשיר האלקטרוסקופ (אלקטרו=חשמל; סקופ=לראות, כלומר- "מראה המטען").



תמונה מתוך ויקיפדיה

- **אלקטרוסקופ**

אלקטרוסקופ הוא מד מטען חשמלי. במקור נבנה אלקטרוסקופ העלים (ע"י הפיזיקאי אברהם בנט בשנת 1787) ממוט מתכת שלקצהו העליון מחובר כדור או דסקית מחומר מוליך ולקצהו התחתון מחוברות שתי רצועות של "עלי" זהב. כאשר מקרבים אל המכשיר מוט טעון (לדוגמה, מוט טעון במטען חיובי, ראו איור), הוא גורם להפרדת מטענים באמצעות השראה: בדסקית יש הצטברות מטענים בעלי סימן הפוך (באיור מטען שלילי), ואילו בעלי הזהב יש הצטברות מטענים בעלי אותו סימן (באיור מטען חיובי). כתוצאה מכך נדחים העלים זה מזה, כאשר הזווית ביניהם תלויה בגודל המטען. ככל שהמטען גדול יותר הזווית גדולה יותר. הסבר ואנימציה של פעולת אלקטרוסקופ ניתן למצוא למשל באתר מוזיאון המדע בירושלים:

<http://www.mada.org.il/education/electrostatics/electroscope>

- **טעינה ופריקה**

טעינה חשמלית היא פעולה המביאה לשינוי במספר האלקטרונים בגוף (עודף או חסר באלקטרונים). הטעינה הופכת גוף ניטרלי לגוף טעון. ניתן לבצע טעינה חשמלית: א. על ידי שפשוף גופים העשויים מחומרים שונים (מתבטא בתופעות אלקטרוסטטיות). ב. על ידי חיבור למקור חשמלי חזק. ג. על ידי השראה. פריקה חשמלית היא הפעולה ההפוכה לטעינה, המביאה להפיכת גוף טעון לגוף ניטרלי מבחינה חשמלית. בעת הטעינה או הפריקה משתנה חלוקת כמות האלקטרונים בין הגופים, אך אין יצירה או העלמות של מטענים. פריקה יכולה להיעשות על ידי הוספה של המטענים השליליים החסרים לגוף הטעון חיובית (למשל מעבר אלקטרונים מהאוויר או מגוף בסביבה), או על ידי הרחקת

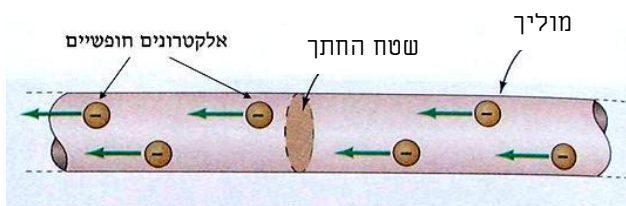
המטענים השליליים העודפים מהגוף הטעון שלילית (למשל מסירת אלקטרונים לאדי מים באוויר או לאדמה שהגוף מחובר אליה).
פְּרִיקָה בַּמַּעֲגָל חֲשִׁמְלִי: כאשר במעגל פתוח מנתקים את ההדקים מהמקור ומחברים אותם זה לזה, יש זרימה למשך זמן קצר בכיוון הפוך לזרם הטעינה – זהו "זרם הפריקה" שניתן להסבירו בכך שהאלקטרונים שהצטברו בקצה השלילי דחו זה את זה וזרמו חזרה.

• חומר מוליך וחומר מבדד + תנועת אלקטרונים חופשיים

חומרים מוליכים הם חומרים אשר חלק מהמטענים החשמליים בתוכם חופשיים יחסית לנוע ולעבור ממקום למקום בתוך החומר, כאשר כוחות חשמליים פועלים עליהם. לכן חומרים מוליכים מאפשרים מעבר זרם חשמלי. לדוגמה, מתכות מוליכות משום שבאטומי היסודות המתכתיים מצויים אלקטרונים חופשיים (ניתקים מהאטום בקלות בשל משיכה חלשה בינם לבין הפרוטונים), היכולים לנוע בחופשיות במתכת. דוגמאות נוספות לחומרים וגופים מוליכים: גוף האדם, כדור הארץ.
 חומרים מבדדים הם חומרים שבהם אין המטענים יכולים לנוע בחופשיות בהשפעת כוחות חשמליים (אלא אם כוחות אלה חזקים במיוחד). באטומים המרכיבים חומרים מבדדים אין אלקטרונים חופשיים ולכן חומרים אלה אינם מעבירים זרם. קיים רצף של חומרים המעבירים מטענים באופן חלקי ולכן המוליכות היא תכונה רציפה.
 תנועה מסוימת של מטענים קיימת גם במבדדים (למשל עקב השראה אלקטרוסטטית), אלא שהיא קטנה ביותר בהשוואה לתנועת המטענים החופשיים בתוך מוליכים.
 יש גם חומרים הנקראים מוליכים למחצה ולהם תכונות ביניים, בין מוליכים למבדדים. האלקטרונים החופשיים שניתקו מהאטום אינם ניתקים מגוף המתכת. הם נמצאים בתנועה מתמדת (אקראית) בין האטומים המרכיבים את המוליך המתכתי. תנועה זו מתרחשת בכל עת ומושפעת מהטמפרטורה של המוליך. ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר התנועה מהירה יותר.

• זרם חשמלי

זרם חשמלי הוא תופעה של זרימת מטענים דרך מוליך.
 במקרה של מוליך מתכתי הזרם החשמלי הוא תנועה של אלקטרונים חופשיים בכיוון אחד
 במקרה של תמיסות הזרם החשמלי הוא תוצאה של תנועת יונים חיוביים לאלקטרודה שלילית ו/או יונים שליליים לאלקטרודה חיובית.



עוצמת הזרם היא כמות המטען החשמלי העוברת דרך חתך של

מוליך במשך יחידת זמן אחת. בתיל מוליך מדובר במספר האלקטרונים העוברים בכל שנייה דרך שטח החתך במוליך. ככל שקצב מעבר המטענים במוליך (מספר האלקטרונים בשנייה) גדול יותר, כך עוצמת הזרם גדולה יותר. עוצמת הזרם תלויה במקור (ספק/ סוללה), אך גם ברכיבים במעגל החשמלי ובאופן חיבורם. חשוב להדגיש כי עוצמת הזרם אינה מלמדת על הכמות הכוללת של מטען שעברה במוליך, שכן כמות המטען תלויה גם במשך הזמן של הזרימה. באיור משמאל מתוארים אלקטרונים חופשיים העוברים במוליך (מתוך פורטל החשמל, www.israelelectric.net/images/zerem/01.jpg)

עבור חתך מסוים מתארים את הקשר בין עוצמת הזרם (I) לכמות המטען (q) העוברת

$$I = q / t \quad \text{בנוסחה: } I = q / t$$

כאשר q נמדד ביחידות קולון ו- t ביחידות של שנייה.

יחידת המידה לעוצמת הזרם החשמלי נקראת אמפר (קולון לשנייה), על שם אנדרה אמפר, פיסיקאי, מתמטיקאי וכימאי צרפתי שחי במאה ה-19 וחקר את תכונותיו של הזרם החשמלי.

מקובל לקרוא למד הזרם אמפרמטר על שם יחידת הזרם אמפר.

• כיוון הזרם במעגל חשמלי

האלקטרונים במעגל חשמלי זורמים בכיוון אחד בלבד, שנקבע על ידי הסוללה. ניסויים הראו שכיוון זרימת האלקטרונים מחוץ לסוללה הוא מההדק השלילי של הסוללה, דרך המוליכים, אל ההדק החיובי שלה. עם זאת, מקובל לתאר את כיוון הזרם במעגל מההדק החיובי לשלילי, כלומר הפוך לכיוון הזרימה של האלקטרונים. זו החלטה שרירותית, שמשמעותה היא הכיוון בו היה נע במעגל מטען חיובי (מפוטנציאל גבוה לפוטנציאל נמוך).

• מדידה איכותית של כיוון הזרם ועוצמתו

זיהוי או מדידה איכותית של עוצמת הזרם ניתן לערוך גם באמצעים נוספים מלבד מד-זרם:

נורה- עוצמת האור מעידה על עוצמת הזרם.

מצפן- כיוון המחט מעיד על כיוון הזרם ומידת הסטייה מעידה על עוצמת הזרם.

דיודה- מאפשרת מעבר זרם בכיוון אחד בלבד ולכן ניתן להשתמש בה כמדד (אינדיקציה) לכך שלזרם יש כיוון וכן למציאת כיוון הזרם.

• אנאלוגיות לתיאור זרם חשמלי

בחומרי למידה שונים משתמשים באנאלוגיות כדי להסביר היבטים שונים של הזרם החשמלי. השימוש באנאלוגיות עשוי להמחיש ולהבהיר היבט מסוים של התנהגות מעגל חשמלי, אך עם זאת עלול גם להטעות בהיבט אחר, ולכן חשוב להיות מודעים ליתרונות

ולמגבלות של כל אנאלוגיה, ולהשתמש בכל אנאלוגיה בצמוד לרעיון הפיזיקאלי שרוצים ללמד (הרחבה לגבי השימוש באנאלוגיות תימצא בהמשך באתר מוטנ"ט).

מגבלות האנאלוגיה	היבטים מומלצים לשימוש באנאלוגיה (ניתן להשתמש לצורך המחשה)	אנאלוגיה
המים יכולים לצאת מן הצינור בניגוד למטענים חשמליים הנעים במעגל סגור. זרם המים נראה ומוחשי בעוד שזרם המטענים אינו נראה.	עוצמת הזרימה מתוארת ע"י כמות המים שעוברים דרך הצינור ביחידת זמן	זרימת מים בצינור
- זרם האנשים נראה ומוחשי בעוד שזרם המטענים אינו נראה - אותו אדם שנכנס יוצא, בניגוד למטענים החשמליים שאינם "רצים" לאורך המוליך.	אנשים עוברים דרך עמדות התשלום- בדומה לאלקטרונים במוליך העוברים דרך חתך מסוים (התייחסות רק לתנועה המכוונת). האנשים משלמים, משאירים כסף בעמדות התשלום. הכסף מקביל לאנרגיה חשמלית	זרימת אנשים דרך עמדות התשלום בסופרמרקט (כל אדם מייצג אלקטרון)
זרם המכוניות נראה ומוחשי בעוד שזרם המטענים אינו נראה	זרם המכוניות מושפע מרוחב הכביש ואורכו ומסוג החומר ממנו הכביש מורכב.	זרם מכוניות בכביש

• חוק שימור המטען החשמלי

המטען החשמלי אינו נוצר יש מאין ואינו נעלם. מתקיים שימור המטען במעגל החשמלי.
האלקטרונים אינם "מתבזבזים" בשעת הזרימה, ועוצמת הזרם לפני או אחרי התקן חשמלי כלשהו היא אותה עוצמה. חוק שימור המטען החשמלי נבדק בניסויים רבים ונחשב כיום לחוק טבע.

• מוליכות חשמלית והתנגדות חשמלית

יכולת המעבר של אלקטרונים בחומר שונה מחומר לחומר ומתוארת על ידי תכונה המכונה מוליכות ו/או התנגדות (משתמשים במונחים שונים לתיאור המצב ההפוך של אותה תכונה).
מוליכות חשמלית מתייחסת ליכולת של האלקטרונים לעבור בחומר. מוליכות גבוהה יותר משמעותה היא שהאלקטרונים יכולים לעבור בחומר יותר בקלות, ולכן עוצמת הזרם במעגל החשמלי גדולה יותר.

התנגדות חשמלית מתייחסת להתנגדות החומר למעבר אלקטרונים במוליך בכל שנייה. במוליכים בעלי התנגדות קטנה מספר האלקטרונים העוברים בשנייה גדול יותר ולכן גם עוצמת הזרם החשמלי גדולה יותר לעומת מוליכים בעלי התנגדות גדולה. המוליכות של חומר גבוהה כאשר התנגדותו קטנה ולהיפך.

מידת ההתנגדות של תיל מוליך למעבר אלקטרונים דרכו מושפעת ממספר גורמים:

- סוג החומר שממנו עשוי התיל המוליך (מתבטא בהתנגדות סגולית)
- אורך התיל המוליך
- שטח החתך של התיל המוליך

מתארים את הקשר בין הגורמים המשפיעים על התנגדות תיל מוליך בנוסחה:

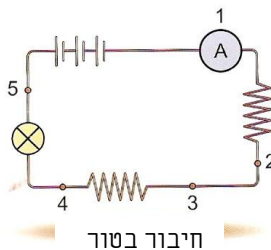
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

כאשר ρ היא ההתנגדות הסגולית של החומר, l הוא אורך התיל ו- A הוא שטח החתך שלו.

נגד הוא רכיב חשמלי שתכונתו העיקרית היא **התנגדות חשמלית**. במעגל סגור, כאשר בין קצוות הנגד קיים הפרש פוטנציאל (מתח חשמלי), עובר דרכו זרם. ניסויים מראים כי עוצמת הזרם בנגד מתכתי נמצאת ביחס ישר למתח בין קצותיו.

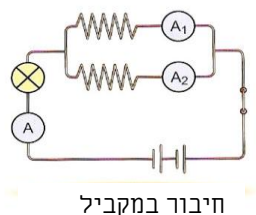
הקשר בין מתח, עוצמת הזרם והתנגדות מבוטא בחוק אום $V=R \cdot I$. התנגדות חשמלית נמדדת ביחידות אום (Ω), ונהוג לסמנה באות R . חשוב לציין שחוק אום לא תמיד מתקיים בהתקנים חשמליים. למשל בנורת ליבון ההתנגדות משתנה בצורה משמעותית עם הטמפרטורה.

● מעגל חשמלי (רכיבי המעגל וסמליהם, מעגל חשמלי סגור ופתוח, סידור רכיבי המעגל בטור ובמקביל)



נורה דולקת כאשר היא מחוברת לסוללה באמצעות תילים מוליכים, היוצרים מסלול סגור = מעגל חשמלי סגור. לא כל חומר סוגר מעגל חשמלי, ובהתאם לכך אנו מבחינים בין "מוליכים" לבין "מבדדים". לא כל המוליכים מעבירים את הזרם החשמלי באותה מידה, וניתן לזהות הבדלים במעגלים עם מוליכים העשויים מחומרים שונים (כאשר העובי והאורך זהה).

רכיבי המעגל החשמלי הבסיסיים כוללים מקור, תיל מוליך ונורה. רכיבים נוספים כוללים מתג או מפסק (סגירה או פתיחה של המעגל), נגד, מד-זרם.



סידור רכיבי המעגל החשמלי בטור ובמקביל

כאשר רכיבים חשמליים מחוברים בזה אחר זה במעגל חשמלי, כלומר לכל שני רכיבים יש נקודת חיבור אחת בלבד (ראו איור), החיבור מכונה "חיבור בטור" או מעגל טורי.

כאשר רכיבים חשמליים מחוברים זה לזה בשני קצותיהם

החיבור מכונה "חיבור במקביל". (ראו איור). חיבור כזה דומה לצינור מים המסתעף למספר צינורות משנה.

במעגל טורי עוצמת הזרם קבועה לכל אורך המעגל. הוספת נגד (או מכשיר כלשהו) בטור לנגד נתון במעגל כזה מגדילה את ההתנגדות הכוללת של המעגל ולכן מקטינה את עוצמת הזרם. ניתוק אחד המכשירים/ נגדים במעגל טורי מפסיקה את זרימת הזרם במעגל כולו.

במעגל חשמלי בו הרכיבים מחוברים במקביל, הוספת רכיב במקביל מקטינה את ההתנגדות הכוללת של המעגל ולכן עוצמת הזרם במעגל הראשי גדלה. ניתוק אחד הרכיבים לא יביא להפסקת הזרם בהסתעפויות האחרות. זאת בדומה לזרם מים העוברים דרך מספר צינורות המסתעפים מצינור אחד. אם ננתק אחת מההסתעפויות המים ימשיכו לזרום דרך הצינורות שנותרו. עוצמת הזרם בקו הראשי שווה לסכום עוצמות הזרמים בהסתעפויות.

מכשירים חשמליים בבית מחוברים במקביל וכך אפשר לשלוט בכל מכשיר בנפרד. כאשר מכבים את אחד המכשירים שאר המכשירים ממשיכים לפעול.

• **מקור חשמל והמרות אנרגיה במעגלים חשמליים**

מקור חשמל הוא מתקן הממיר אנרגיה מצורה כלשהי לאנרגיה חשמלית ומקנה למטענים חשמלית. כאשר המעגל החשמלי נסגר מתאפשרת תנועת מטענים במעגל ונעשות פעולות שונות על חשבון האנרגיה שהוקנתה למטענים. המטענים חוזרים אל המקור עם פחות אנרגיה ושם שוב מוקנית להם אנרגיה פוטנציאלית וחוזר חלילה. דינמו או גנראטור הם מתקנים הממירים אנרגיה מכאנית לאנרגיה חשמלית. ואילו סוללה או מצבר הם מתקנים הממירים אנרגיה כימית לאנרגיה חשמלית. למטענים בהדק החיובי של הסוללה אנרגיה חשמלית גבוהה יותר משל אלה בהדק השלילי. הפרש האנרגיה הוא הגורם לזרימה במעגל החשמלי. לפי ההסכם המקובל, מתארים את כיוון הזרימה ככיוון בו היו זורמים מטענים חיוביים במעגל, כלומר מההדק החיובי להדק השלילי (מחוץ למקור). (בפועל בתילים מתכתניים יש תנועת אלקטרונים בכיוון ההפוך - מההדק השלילי להדק החיובי). לאורך המעגל החשמלי האנרגיה החשמלית של המטענים מומרת לסוגי אנרגיה שונים כגון חום, אנרגיה כימית, אנרגית תנועה, אנרגית גובה ועוד.

מחולל ואן דה גראף

מקור חשמל המבוסס על יצירת הפרש פוטנציאלים באמצעים מכאניים, הקרוי על שם הפיזיקאי האמריקאי רוברט ואן דה גראף שפיתח אותו בשנת 1929. ניתן למצוא תיאור מאויר של המכשיר בוויקיפדיה:

http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%97%D7%95%D7%9C%D7%9C_%D7%95%D7%90%D7%9F-%D7%93%D7%94-%D7%92%D7%A8%D7%90%D7%A3

בניגוד לסוללה, מכשיר זה מוגדר כבעל זרם קבוע (נמוך) ומתח משתנה. כיום משמש המכשיר בעיקר להדגמת תופעות חשמליות, כפי שניתן לראות בדוגמאות הבאות:

<http://www.youtube.com/watch?v=Ii1UifBoTb0&p=B328B0302101DAEF&index=4&playnext=1>

<http://www.youtube.com/watch?v=AhLbYaIoxsE>

<http://www.youtube.com/watch?v=SREXQWAIDJk&NR=1&feature=fvwp>

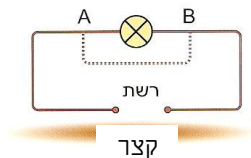
• חשמל ובטיחות

בעיות בטיחות יכולות לנבוע ממספר סיבות:

- א. התחממות יתר של רכיבי המעגל החשמלי, שעלולה לגרום לשריפה.
- ב. התחשמלות, הנובעת מכך שגוף האדם הוא מוליך, וזרם מעל עוצמה מסוימת עלול להזיק לו.

התחממות יתר: בכל מעגל חשמלי סגור רכיבי המעגל מתחממים בשל המרת אנרגיה חשמלית לאנרגיה חום. טמפרטורת התיל המוליך עולה עד לערך קבוע, שבו קצב היווצרות החום שווה לקצב איבוד החום מפני התיל לסביבה. ערך זה תלוי בתכונות התיל ומתאים לעוצמה מסוימת של הזרם החשמלי העובר דרכו. אם מסיבה כלשהי עוצמת הזרם בתיל תעלה מעל לערך זה, תהיה עליית טמפרטורה, העלולה לגרום להתלקחות הבידוד. עלייה בעוצמת הזרם עלולה להיגרם כתוצאה משתי סיבות עיקריות: קצר ועומס יתר.

○ קצר



מצב בו נוצר חיבור שהתנגדותו קטנה ביותר בין ההדק החיובי והשלילי של הסוללה (למשל ללא מכשיר חשמלי ביניהם). במצב כזה קטנה באופן ניכר ההתנגדות החשמלית במעגל, ועוצמת הזרם עולה במידה ניכרת.

קצר יכול להיווצר לדוגמה כתוצאה מקרע בבידוד בתוך מכשיר, או בעקבות חדירת חומר מוליך לתווך המבודד בין מוליכים חשמליים (למשל חדירת מים למכשיר חשמלי).

○ עומס יתר

מצב שבו עוצמת זרם גדולה בהרבה מהמותר עוברת במעגל החשמלי. מצב כזה יכול להתרחש כאשר מספר רב של מכשירים מחוברים לאותו מקור.

אמצעי בטיחות להגנה מפני הסכנות הכרוכות במצבי קצר ועומס יתר כוללים: נתיך, מפסק חצי אוטומטי, ממסר פחת.

○ נתיך

הוא תיל קצר ודק יחסית המורכב בגוף עשוי חרסינה או בשפופרת זכוכית ומחובר בטור למעגל החשמלי. הנתיך עשוי מחומר שניתן ברגע שעוצמת הזרם מגיעה לערך המרבי המותר, ותפקידו לנתק (לפתוח) את המעגל.

- **מפסק חצי אוטומטי** משמש לאותו תפקיד כמו הנתיד, אך עקרון פעולתו שונה. הוא מבוסס על שילוב בין תופעה תרמית לתופעה מגנטית. כאשר עובר במעגל זרם בעל עוצמה גדולה מהמותר המפסק פותח את המעגל. (על עקרון הפעולה ראו "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 72)
- **ממסר פחת זרם** תפקידו לזהות מצבים שבהם הזרם הנכנס למעגל החשמלי גדול מהזרם היוצא, כלומר יש "בריחת זרם". במקרים כאלה המכשיר פותח את המעגל החשמלי וכך מגן מפני התחשמלות. לדוגמה, בריחה כזו עלולה להתרחש במקרה שאדם (או בע"ח אחר) נוגע במוליך לא מבודד באופן שחלק מהזרם החשמלי עלול לעבור דרך הגוף אל האדמה.

• **דרכים לקבלת אנרגיה חשמלית**

האנרגיה החשמלית מתקבלת תוך המרה מתאימה של אנרגיה ממקורות שונים. כאשר מדברים על "מקור אנרגיה" הכוונה בד"כ למשאב שניתן יחסית בקלות להמיר באמצעותו אנרגיה לביצוע פעולות.

בתחנות חשמל הפועלות באמצעות קיטור המקור לאנרגיה החשמלית הוא האנרגיה הכימית האגורה בפחם ומזוט ואותה ניתן לשחרר בשריפה. גם הפחם והמזוט נוצרו מתהליכים שמקורם באנרגית השמש.

תחנת חשמל הידרואלקטרית מפיקה אנרגיה חשמלית מהמרת אנרגית גובה של מים הזורמים במפל לאנרגית תנועה של טורבינה המסובבת גנראטור.

תאי שמש (תאים פוטו-וולטאיים) ממירים את קרינת השמש הפוגעת בהם ישירות לאנרגיה חשמלית. ניתן לאגור אנרגיה זו במצברים ולנצלה בלילה.

תחנת חשמל גרעינית מונעת על ידי קיטור המופק על ידי כור גרעיני, בו מומרת לחום אנרגיה גרעינית.

מהו "משבר האנרגיה"?

משבר האנרגיה הוא למעשה "משבר מקורות האנרגיה". על פי חוק שימור האנרגיה אנרגיה אינה הולכת לאיבוד ואינה נוצרת יש מאין. יחד עם זאת משתמשים במונחים "בזבוז אנרגיה" ו"משבר האנרגיה" משום שלא כל האנרגיה ניתנת לניצול במידה שווה, ובכל המרת אנרגיה חלק מהאנרגיה מומר לסוגים שאינם ניתנים לניצול. משבר האנרגיה איננו אומר שכמות האנרגיה בעולם יורדת, אלא שהאנרגיה הניתנת לניצול יורדת.

מקורות אנרגיה מתכלים הם אלה שיספיקו לזמן קצוב בלבד. מקורות אלה נוצרו לפני זמן רב וקיימים בכמות סופית. לדוגמה: נפט גולמי, פחם, גז טבעי, אורניום.

מקורות אנרגיה מתחדשים נוצרים מחדש תוך פרק זמן קצר יחסית, ומבוססים בעיקר על אנרגיית השמש. ביניהם: ביומסה, רוח, תנועת המים, אנרגיה גיאותרמית.

אחת הבעיות העומדות בפני האדם היא כיצד אפשר להקטין את השימוש במקורות האנרגיה המתכלים ולהגביר את השימוש במקורות האנרגיה המתחדשים.

פתרון "משבר האנרגיה" תלוי בגורמים הבאים:

א. גילוי מאגרים של משאבי אנרגיה הניתנת לניצול.

- ב. פיתוח שיטות זולות להפקת אנרגיה ממאגרים אלה.
 - ג. הגדלת הנצילות של השימוש במאגרי האנרגיה הקיימים.
 - ד. פיתוח שיטות יעילות וזולות להעברת אנרגיה למקומות דלים במקורות אנרגיה.
- עוד על נושא "משבר האנרגיה" ראו בספר הלימוד "אנרגיה ושימורה" פרק ט' ובמדריך למורה לפרק זה, וכן באתר "אנרגיה בהיבט רב תחומי":

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy>

• **חיסכון בצריכת החשמל**

- הצורך בחיסכון בחשמל נובע ממשבר האנרגיה. ניתן למיין שלושה היבטים בנושא חיסכון בצריכה:
- א- צריכה נכונה: ברמת השימוש היומיומי רצוי להשתמש כמה שפחות במכשירים חשמליים.
 - ב- פיתוח התקנים טכנולוגיים חוסכי אנרגיה
 - ג- שימוש במקורות אנרגיה חלופיים.
- בערכה זו לא תינתן הרחבה בנושא זה. ראו התייחסות בספר "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 93, ובאתר חברת החשמל:

<http://www.iec.co.il/bin/ibp.jsp?ibpDispWhat=zone&ibpDisplay=view&ibpPage=IP&ibpDispWho=WiseConsumage&ibpZone=WiseConsumage>

ב. מיומנויות

במסגרת לימודי מו"ט בחט"ב אנו עוסקים בהקניית מיומנויות, תרגולן ויישומן. ערכה זו מזמנת הזדמנויות להקנייה ותרגול של מספר מיומנויות. להלן רשימה של המיומנויות המרכזיות. ליד כל מיומנות מצוינות מספר דוגמאות של פריטי הערכה ממאגר המשימות בהן נעשה שימוש במיומנות המצוינת³. אפיון המיומנויות מתבסס על מסמך אסטרטגיות החשיבה של האגף לת"ל:

http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot_Limudim/Portal/EstrategiyotChashiva.pdf

במהלך הוראת הנושא חשמל משולבים הדגמות וניסויים רבים, המזמנים עיסוק בתהליך החקר על שלביו השונים. תהליך החקר כולל אסטרטגיות חשיבה כגון שאילת שאלות, ניסוח השערה, תצפית, תכנון ניסוי, תעוד ממצאים, ניתוח והסקת מסקנות. תהליך זה משלב גם מיומנויות טיעון והצדקת ידע, כאשר התלמידים נדרשים להסביר תופעות ולנמק את טיעוניהם. הצורך לייצג את רכיבי המעגל החשמלי ואת הזרם החשמלי במהלך ההוראה וההערכה מזמן טיפול במיומנות ייצוג ידע בדרכים שונות והמעבר ביניהן. הדיון באנרגיה חשמלית והמרות אנרגיה במעגלים חשמליים מזמן בנייה ויישום של מיומנות הסבר מדעי של תופעות במונחי אנרגיה, בהתבסס על חוק שימור האנרגיה, כאשר השימוש בייצוגים מסייע לבנייה וחיזוק של ההסבר. מיומנויות נוספות הנדרשות בערכה זו כוללות מיון והשוואה, פתרון בעיות וזיהוי רכיבים וקשרים.

1. מיון והשוואה, זיהוי רכיבים וקשרים

- זיהוי רכיבים וקשרים (לדוגמה פריטים 6-10)
- מיון, סיווג והשוואה לפי קריטריונים (לדוגמה פריטים 28-29, 43, 44)

2. מיומנויות חקר

- העלאת השערות (ראו שאלות במפרט התכנים)
- בידוד משתנים (לדוגמה פריטים 30-37)
- תכנון ניסוי (ראו שאלות במפרט התכנים)
- ביצוע ניסוי ותעוד ממצאים
- הסקת מסקנות מתוצאות ניסוי (לדוגמה פריטים 45-52)

³ בפרק של מאגר המשימות נכללת טבלה המציינת לגבי כל פריט במאגר את המיומנויות הנדרשות וכן את הערכתנו לגבי הרמה הקוגניטיבית ורמת הקושי של הפריט.

3. טיעון ובניית הסברים

- ניסוח הסבר מילולי (לדוגמה פריטים 24, 25, 29, 47, 48, 54, 56, 57, 58)
- הצדקת הידע והערכות (לדוגמה פריט 21)

4. ייצוג ידע בדרכים שונות (ייצוגים בטקסט, איור סכמאטי, תרשים זרימה, טבלה, תרשים עוגה, גרף עמודות)

- פיענוח מידע מייצוגים שונים (לדוגמה פריטים 10-1, 22-23)
- הסקת מסקנות ממידע המיוצג בייצוגים שונים (לדוגמה פריטים 1-7)
- ייצוג מידע בטבלה (לדוגמה פריט 55) ובתרשים עוגה (לדוגמה פריט 47)
- קישור ומיזוג מידע מייצוגים שונים (לדוגמה פריט 28)
- שימוש בייצוג לצורך הסבר (לדוגמה פריטים 48, 57)

5. פתרון בעיות (ראו שאלות במפרט התכנים)

- הגדרת בעיה
- זיהוי פתרונות רלבנטיים
- הצעת פתרונות
- הערכת פתרונות

שילוב מיומנויות לפי תת נושאים בערכה :

- א. בתת נושא חזרה – המעגל החשמלי משולבות מיומנויות חקר ופתרון בעיות, השוואה וזיהוי מידע, טיעון והשוואה בין סוגים שונים של תרשימים לייצוג ידע.
- ב. בתת נושא חזרה – המטען החשמלי משולבות בעיקר מיומנויות חקר (כולל תצפית, השערה, בידוד משתנים, תכנון ניסוי, מסקנות) וכן ניסוח הסבר מדעי.
- ג. בתת נושא – הקשר בין מטענים ניידים לזרם חשמלי משולבות בעיקר מיומנויות תצפית וייצוג בתרשים.
- ד. בתת נושא – לזרם יש גודל וכיוון, משולבות בעיקר מיומנויות חקר (כולל תצפית, השערה, תכנון ניסוי, ביצוע ותיעוד ממצאים, הסקת מסקנות)
- ה. בתת נושא – שימור המטען החשמלי משולבות בעיקר מיומנויות ייצוג ידע ושימוש בו להסבר מדעי וכן תכנון ניסוי.
- ו. בתת נושא – גורמים המשפיעים על עוצמת הזרם במעגל החשמלי (שיעורים 6-9) משולבות בעיקר מיומנויות חקר ופתרון בעיות (כולל תצפית, בידוד משתנים, השערה, תכנון ניסוי, תיעוד ממצאים והסקת מסקנות) וכן מיומנות השוואה.

- ז. בתת נושא- המרות אנרגיה במעגלים חשמליים משולבות המיומנויות : זיהוי רכיבים וקשרים, טיעון, ייצוג ידע בתרשים עוגה.
- ח. בתת נושא- חשמל ובטיחות משולבות המיומנויות : זיהוי רכיבים וקשרים, ביצוע ניסוי.
- ט. בתת נושא- מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים משולבות מיומנויות השוואה, טיעון, זיהוי רכיבים וקשרים.

הצעות דידקטיות להוראת הנושא "חשמל"

א. שיקולים ודגשים במהלך ההוראה

מומלץ לפתוח את רצף ההוראה באבחון ידע קודם של התלמידים. האבחון מתייחס לתכנים הנכללים בתה"ל של ביה"ס היסודי ולידע עולם. האבחון משמש לא רק לבדיקת הידע הקיים, הוא גם משמש כאמצעי לעורר שאלות ומוטיבציה ללימוד הנושא. הרצף שאנו מציעים מתבסס על לימוד קודם בכיתה ח' של נושא מבנה האטום (ראה ערכת ה.ל.ה "יסודות, תרכובות ותערובות"). אם הנושא לא נלמד יש צורך בשינוי הרצף⁴. המטרה המרכזית בערכה זו היא לגשר וליצור חיבור הגיוני בין רכיבי ידע שנרכשו במסגרות שונות:

1. נושאים בחשמל שהיו אמורים להילמד ביסודי ו/או ידע עולם: מעגלים חשמליים פתוחים וסגורים, אנרגיה חשמלית (גם במסגרת הוראת נושא האנרגיה)
2. קיום משיכה חשמלית בין אלקטרונים לפרוטונים, נוכחות ותנועה של אלקטרונים חופשיים ותופעות של חשמל סטטי, במסגרת הנושא המרכזי חומרים, נושא משנה מבנה האטום (ג2) בתכנית הלימודים:

http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot_Limudim/Mada/Chomarim8.pdf

3. אינטראקציה בין מטענים חשמליים שהוזכרה במסגרת הנושא כוחות ותנועה (כאשר הנושא נלמד לפני נושא החשמל, או במסגרת הכימיה):

http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot_Limudim/Mada/Kochot8.pdf

⁴ רצף אלטרנטיבי יכול להתחיל מניתוח מעגלים חשמליים והגורמים המשפיעים על הזרם, או בהמשך להוראת נושא האנרגיה- להתחיל מאנרגיה חשמלית ולעבור למעגלים חשמליים. ראו הצעות נוספות בספר "פרקים בחשמל וכימיה"

4. תאור תופעות במונחי אנרגיה (סוגים, המרות ושימור), נושא שנלמד בכיתה ז'



השינוי במיקום המטענים מעיד על שינוי באנרגיה
ייצוג לגישור הידע

- בשיעור הראשון והשני, לאחר העברת השאלון הדיאגנוסטי, מוצע לערוך חזרה :
- א. חזרה על נושא המעגל החשמלי, תוך שילוב פעילות חקר (חיבור רכיבי המעגל החשמלי) עם פריטי הערכה מתאימים. העיסוק ברכיבי המעגל החשמלי מזמן שילוב מיומנויות ייצוג ידע בדרכים שונות והמעבר ביניהן.
- ב. חזרה על רעיון המטען החשמלי והמושגים שנלמדו במהלך הוראת ערכות קודמות מטען חשמלי, אלקטרונים חופשיים, מטענים ניידים, תופעות אלקטרוסטטיות וכו' בשיעור השלישי מוצע לקשר בין הנושאים עוצמת הזרם במעגל חשמלי ומטען חשמלי ע"י ביצוע ניסוי מפתח של הדלקת נורה ללא סוללה ומספר הדגמות נוספות של מעגלים חשמליים עם מקורות שונים (דינמו, תמיסה וכו'). בעקבות דיון העושה שימוש במספר אנאלוגיות (זרם מים, זרם מכוניות, זרם אנשים) תנוסה הגדרה של זרם כתנועה של מטענים ניידים. לאחר מכן (שיעור 4) מרחיב את העיסוק בזרם חשמלי ומציג את הרעיון של זרם יש כיוון וגודל. מוצגים אמצעים למדידת כיוון הזרם ועוצמתו - נורה, מצפן ואמפרמטר. השימוש באמצעים אלה מיושם בתופעות של מדידת עוצמת הזרם בשילוב פריטי הערכה.
- תפיסות התלמידים לגבי רעיון הזרם החשמלי נבדקות בשיעור 5, בו עושים שימוש במושג הזרם לתיאור מספר תופעות. מועלית השאלה - האם המטענים "מתבזבזים" כאשר הם עוברים דרך נורה? התלמידים מתבקשים לצייר תרשים של זרם במעגל חשמלי בכניסה לנורה וביציאה ממנה. דיון כיתתי בשאלה מה קורה למטענים במעגל החשמלי ובמעבר דרך הנורה ודרך צרכנים נוספים אמור להוביל למסקנה שהזרם אינו "מתבזבז".
- השיעורים הבאים (6-10) עוסקים בגורמים המשפיעים על עוצמת הזרם לאחר מכן (שיעורים 11-13) עוסקים בתופעות של המרות אנרגיה במעגלים חשמליים, וחוזרים לשאלה מה "מתבזבז" במעגל החשמלי, או מה תפקיד המקור? וכך מוצע ליצור קישור עם הנושא 'אנרגיה חשמלית והמרות אנרגיה במעגלים חשמליים'. ניתוח המרות האנרגיה בתופעות שונות בהן מעורבת אנרגיה חשמלית מוביל לעיסוק בהיבט הבטיחותי של חשמל, בסכנות ואמצעי בטיחות.
- השיעורים האחרונים (14-15) עוסקים בנושא מקורות מתכלים ומתחדשים ונושא "משבר האנרגיה".

ב. טבלת תכנון ה.ל.ה

הטבלה הבאה מציגה הצעה לרצף ההוראה/למידה/הערכה של הנושא "חשמל". היא כוללת התייחסות לנושאים מרכזיים מלווים בפעילויות מפתח (ניסויים מומלצים, סימולציות, בעיות, סיורים, סרטים), הפניה לספרי הלימוד במו"ט חט"ב והפנייה למשימות הערכה.

שיעורים המצוינים כ"הרחבה" הם כאלה שניתן לקצר או לדלג עליהם במקרה של מגבלות זמן.

טבלת תכנון ה.ל.ה – רצף הוראה לנושא: חשמל

15 שעות הוראה

נושא ההוראה	שיעור מס'	תת-נושאים	מיומנויות	פעילויות מפתח	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה לפריטי הערכה
מבוא חזרה על הנושאים מעגל חשמלי ומטען חשמלי	1	- מעגל חשמלי פתוח וסגור - רכיבי המעגל החשמלי - סימנים מוסכמים במעגל חשמלי	- זיהוי השוואה - ייצוג ידע (סמלים ותרשימים) - חקר ופתרון בעיות	מבחן דיאגנוסטי בניית מעגל חשמלי דיון בקשיים	פרקים בחשמל וכימיה עמ' 9-26	שאלון דיאגנוסטי פריטים 1-10
	2	- מטען חשמלי - טעינה חשמלית - שימוש במודל האטום להסבר תופעות	- חקר: תצפית, השערה, בידוד משתנים, תכנון ניסוי, מסקנות - הסבר מדעי	הדגמת טעינה חשמלית עם שני מכשירי אלקטרו-סקופ	באופן יסודי ומורכב עמ' 132, 136, 158 אינטראקציה כוחות ותנועה פרקים בחשמל וכימיה עמ' 105-112 חומר בשינוי עמ' 159-160 אתר מוזיאון המדע	פריטים 11-16
הזרם והמטען החשמלי	3	- הקשר בין מטענים ניידים לזרם חשמלי במעגל סגור - הגדרת זרם חשמלי ככמות המטענים העוברת ביחידת שטח ביחידת זמן	- תצפית - ייצוג בתרשים	הדלקת נורה באמצעות מוט PVC טעון הדלקת נורה בדרכים שונות (דינמו), מגנט בסליל,	פרקים בחשמל ובכימיה, 103, 35-40, 146, 169. אנרגיה ושימורה, 178 מהיסודות אל התרכובות, 62, 28 באופן יסודי ומורכב,	פריטים 17-22

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

נושא ההוראה	שיעור ר' מס'	תת-נושאים	מיומנויות	פעילויות מפתח	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה לפריטי הערכה
גורמים המשפיעים על עוצמת הזרם במעגל חשמלי		• אנאלוגיות לזרם		לימון, תמיסה (מוליכה)	136, 159 חשמל וכימיה 27	
	4	• מדידת גודל הזרם וכיוונו • מדדים שונים לזרם חשמלי, עוצמתו וכיוונו (נורה, מצפן, מד- זרם, דיודה)	חקר: תצפית, השערה, תכנון ניסוי, ביצוע ניסוי ותיעוד ממצאים, הסקת מסקנות.	זיהוי קיומו של זרם באמצעות נורה, מצפן ומד זרם. מדידת כיוון הזרם באמצעות מצפן ודיודה	פרקים בחשמל וכימיה, 51 מהיסודות אל התרכובות, 20 חשמל ואנרגיה, 2	פריטים 17-22
	5	• שימור המטען במעגל חשמלי (המטען אינו "מתבזבז") • עוצמת הזרם קבועה לאורך מעגל חשמלי	• ייצוג ידע • שימוש בייצוגים להסבר מדעי • תכנון ניסוי	מדידת עוצמת הזרם משני הצדדים של נורה (וכל מכשיר חשמלי) וייצוג הזרם	פרקים בחשמל וכימיה, 35- 37 מהיסודות אל התרכובות, 28	פריטים 21, 22
	6	• קישור בין מוליכות חשמלית לתנועת מטענים ועוצמת הזרם	חקר ופתרון בעיות: תצפית בידוד משתנים השערה תכנון ניסוי ביצוע	ניסויים לבדיקת השפעת סוג החומר וממדי המוליך על עוצמת הזרם	פרקים בחשמל וכימיה, 42 מהיסודות אל התרכובות, 34	23-27
	7	• הקשר בין מוליכות להתנגדות	ניסויים תיעוד ממצאים הסקת מסקנות ייצוגי ידע	כיצד ניתן לשנות את עוצמת האור של הנורה?	פרקים בחשמל וכימיה, 42, 55-56 חשמל ואנרגיה 1 חשמלון עולם של אנרגיה, 275	פריטים 28-29
	8	• סידור רכיבי המעגל החשמלי בטור ובמקביל		ניסויים עם נורות מחוברות בטור ובמקביל	"חשמל- מדריך למורה" עמ' 54-65, עולם של אנרגיה עמ' 306-308	30-37
	9	• השפעת חוזק המקור על		הדגמת השינוי בעוצמת הזרם	מהיסודות אל התרכובות, 39	38-41

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

נושא ההוראה	שיעור ר' מס'	תת-נושאים	מיומנויות	פעילויות מפתח	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה לפריטי הערכה
		עוצמת הזרם		כאשר מחברים סוללות שונות למעגל	"חשמל – למורה" עמ' 75	
המרות אנרגיה במעגלים חשמליים	10- 11	• תפקיד המקור במעגל חשמלי • קישור בין תופעות במעגל חשמלי לבין אנרגיה חשמלית	• זיהוי רכיבים וקשרים • טיעון • ייצוג ידע בתרשים עוגה	הדגמת המרות אנרגיה שונות (נורה, מנוע, רדיו, טוסטר, מאורר)	עולם של אנרגיה, 260 אנרגיה ושימורה, 186	פריטים 42-47
חשמל ובטיחות	12	• סכנות התחשמלות • קצר • עומס יתר • מנגנוני בטיחות	• זיהוי רכיבים וקשרים • ביצוע ניסוי	דיון בסכנות ומנגנוני בטיחות	פרקים בחשמל ובכימיה 58-71 אנרגיה ושימורה, 204	פריטים 48-54
מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים	13- 14	• "משבר האנרגיה" • משאבים/ מקורות חלופיים	• השוואה • טיעון • זיהוי רכיבים וקשרים		אנרגיה ושימורה, 218, 254 אנרגיה בהיבט רב תחומי פרקים בחשמל וכימיה, 84	פריטים 55-60
סיכום	15					

ג. מפרט תכנים – המלצות לרצף ההוראה

רצף ההוראה המומלץ כולל 15 שיעורים סה"כ, המתוארים בעמודים הבאים.

שיעורים 1-2 – מבוא

שיעור 1 – חזרה - המעגל החשמלי

מטרה: חזרה על הנושאים: מעגלים חשמליים פתוחים וסגורים, רכיבי המעגל החשמלי וסימניהם המוסכמים.

מיומנויות: חקר (פתרון בעיות), השוואה, זיהוי, ייצוג ידע בסמלים ותרשימים

שאלה מובילה: מהם התנאים הדרושים כדי שנורה תדלוק?

הצעה למהלך השיעור

1. מוצע להתחיל את ההוראה בהעברת השאלון הדיאגנוסטי, לנתחו ולזהות מה כבר ידוע ובמה הקשיים (אם לתלמידים יש ידע קודם בנושא ניתן לערוך דיון בקבוצות במושגים הבסיסיים של מעגל חשמלי והייצוגים בסמלים ואפשר להיעזר בפריטי הערכה).
2. בשלב זה אפשר להציף קשיים ולציין שאלות שהיו קשות לתלמידים, אך עדיין לא לפתור את הבעיות.
3. הצעה לפעילות סביב שאלה 1 בשאלון הדיאגנוסטי: מחלקים לכל קבוצת תלמידים סוללה, נורה וחוט חשמל אחד. התלמידים מתבקשים לנסות לחבר את הרכיבים בכמה שיותר דרכים ולשרטט תרשימים בשני טורים: בטור אחד מצבים בהם הנורה דלקה ובטור השני מצבים בהם לא דלקה.
התלמידים עלולים להתקשות בזיהוי נקודות המגע בנורה בתרשים שבשאלון הדיאגנוסטי ולכן כדאי להצביע על הנקודות הרלבנטיות במציאות ובתרשים. פעילות זו מזמנת את הצורך בהצגת סמלי המעגל החשמלי ושימוש בהם לתיאור המצבים השונים.
לאחר מכן משווים בין המצבים בכל טור ודנים במאפיינים הדומים בכל המצבים בהם הנורה דלקה ובהבדלים ביניהם לעומת המצבים בטור השני.
הערה: במקרה הצורך (אם התלמידים לא נתקלו בכך בעבר) מוסיפים למעגל מפסק ומדגימים כיצד ניתן לפתוח ולסגור את המעגל.
4. דיון בשאלה המובילה: על פי הניסויים שערכנו- מהם התנאים הדרושים כדי שהנורה תדלוק?
מסכמים כי התנאים הנדרשים לקיום מעגל חשמלי סגור הם: מקור (סוללה) ונורה, המחוברים באמצעות מוליך באחד מהאופנים שבדקנו.
ניתן לדבר על "רכיבי המעגל החשמלי" – מקור, תיל מוליך (כבל) ונורה (בהמשך נרחיב לרכיבים נוספים)
שאלות למחשבה –

- האם ניתן להחליף את הסוללה במקור אחר?

האם תוכלו להציע ניסויים לבחינת תפקידו של כל אחד מהמרכיבים? (במידה והוצעו הצעות רלבנטיות ניתן לרשום אותן על הלוח המרכז ולחזור ולבחון אותן בהמשך – החל משיעור 5)

5. דיון בייצוג רכיבי המעגל בסימנים מוסכמים ובמושגים מעגל פתוח ומעגל סגור. ניתן להיעזר בשאלות מתוך השאלון הדיאגנוסטי ופריטי הערכה. (למשל: עמ' 9-26 בספר "פרקים בחשמל וכימיה").

הצעה לאסטרטגיית הוראה:

יוצרים לוח מרכז ועליו הסימנים המוסכמים המייצגים את רכיבי המעגל החשמלי. בהמשך נוסף ללוח מושגים וניסויי מפתח. (מקור לסימנים המוסכמים - "פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 15). מציגים על הלוח שאלות ורעיונות שעלו במהלך השיעורים, ולצידם תשובות או מושגים רלבנטיים כאשר הם נלמדים. באופן כזה ניתן להתייחס לשאלות בהמשך, גם אם נותרו פתוחות בשלב זה. במהלך ההוראה ניתן לחזור ולהיזכר בשאלות, ולהדגיש הקשרים בין שאלות לבין מטרות הלמידה.

6. דיון מטה-אסטרטגי על האסטרטגיה המקובלת לייצוג רכיבים במעגל חשמלי באמצעות סימנים מוסכמים. חשוב להשוות בין הסוגים השונים של הייצוגים לרכיבי המעגל החשמלי (תמונה, איור ושרטוט סכמאטי), לדון ביתרונות והחסרונות של כל אחד מהם ומתי כדאי להשתמש בכל סוג ייצוג (הבדל בין ציור המעגל או תצלום שלו, לבין איור המעגל "כפי שנראה" לבין תיאור סכמאטי באמצעות סימנים מוסכמים).

סיכום: התנאים הדרושים כדי שנורה תדלוק הם מעגל חשמלי סגור, הכולל מקור, מוליך ונורה המחוברים ביניהם (באחד האופנים שנבדקו).

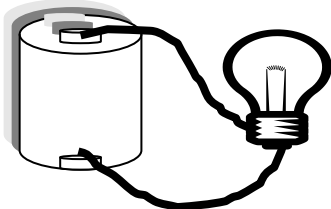
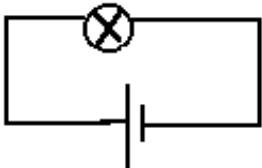
הרחבה

התלמידים ישרטטו תכנית של מערכת החשמל בבית מגורים בעזרת סימנים מוסכמים ויבינו את הצורך בסימנים מוסכמים ואת שיקולי הבטיחות במיקום מתגים ומכשירים.

הערכה

- פריטים 1-10
- זיהוי מעגלים סגורים ופתוחים, זיהוי השינויים הנדרשים לסגירת מעגל חשמלי, מעבר בין סימנים מוסכמים ותרשימים. ("פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 21-26, "חשמל ואנרגיה" מס'

(1)

ייצוגים של מעגלים חשמליים⁵	
בשפה המדעית נפוץ השימוש בייצוגים לתיאור אירועים או תופעות, ולעיתים קרובות הבנת התופעה מבוססת על הבנת הייצוג. חשוב להכיר אפשרויות לייצוגים שונים, ולהבין את ההבדלים ביניהם, היתרונות והחסרונות של כל ייצוג. ניתן להשתמש בשלוש דרכים מרכזיות לייצוג מעגלים חשמליים:	
	א. תמונה - היתרון בתמונה הוא הנאמנות למקור. החיסרון הוא שתמונה כוללת פרטים נוספים שאינם רלוונטיים למעגל החשמלי (כגון צבע רכיבים, צורת רכיבים) וכן חלקים מסוימים מהמערכת לא נראים. בנוסף קשה להוסיף עליה כתוביות הבהרה.
	ב. איור - ייצוג המעגל החשמלי באופן ש"מחקה" (מעתיק) את התמונה. יתרון האיור באפשרות להבליט רכיבים אשר קשה או בלתי אפשרי להראות בתמונה. חסרונות האיור בממדיו הגדולים יחסית ובתלותו בכישרון של המאייר.
	ג. שרטוט סכמאטי - ייצוג התופעה על ידי שימוש בסימנים מוסכמים המייצגים גופים אמיתיים. יתרון השרטוט הסכמאטי באפשרות לכלול רכיבים רבים יחסית באיור בממדים מינימאליים, קל יחסית לשרטוט. חסרונו בצורך ללמוד את משמעות הסימנים ולזכור כי מדובר בייצוג ולא בתמונה אמיתית.

⁵ מבוסס על טרמינולוגיה שנעשתה בערכת ה.ל.ה "אינטראקציה, כוחות וניתוח תנועה" ע"י ד"ר רוני מועלם.

שיעור 2 – חזרה- מטען חשמלי

מטרה: חזרה על רעיון המטען החשמלי המוסבר באמצעות מודל מבנה האטום
מיומנויות: חקר: תצפית, השערה, בידוד משתנים, תכנון ניסוי, הסקת מסקנות, הסבר מדעי.
שאלה מובילה: כיצד ניתן לתאר (להסביר) תופעות של 'חשמל סטטי' באמצעות מודל מבנה האטום?

הצעה למהלך השיעור:

נושא המטען החשמלי ותופעות אלקטרוסטטיות בחיי היומיום נלמד בערכה "מהיסודי למורכב".
במידה וערכתם הדגמות של תופעות אלקטרוסטטיות במהלך לימוד הערכה הנ"ל אין צורך לחזור על כך אלא רק להזכיר את התופעות ולבקש מהתלמידים להסבירן. אחרת, חשוב מאוד לערוך את ההדגמות ולקשור אותן לידע מחיי היומיום, כמו תחושה של מעבר זרם כאשר מורידים סוודר, שיער עומד כאשר מקרבים אליו פלסטיק משופשף ביום יבש וכד'. ההסבר לתופעות מתבסס על לימוד קודם של מודל מבנה האטום.
מידע על תופעות אלקטרוסטטיות בחיי היום יום והסברן ניתן למצוא במקורות הבאים –
"פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 133-137, 138-140, "באופן יסודי ומורכב" עמ' 138-139, 156-158.

תופעות המדגמות טעינה על ידי חיכוך (כמו דחייה ומשיכה בין פסי פלסטיק/ PVC שמקרבים זה לזה) מוצגות במקורות הבאים – "פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 105 – 106, "באופן יסודי ומורכב" עמ' 132, 156 – 158, "חומר בשינוי" עמ' 159 – 160, "אינטראקציה כוחות ותנועה" עמ' 133-134, "אנרגיה ושימורה" עמ' 163, וכן באתר מוזיאון המדע בירושלים.

פעילות מפתח:

בחינת המושגים מטען חשמלי, טעינה ופריקה חשמלית, השראה אלקטרוסטטית, באמצעות הדגמה עם שני אלקטרוסקופים. הפעילות מזמנת מיומנויות חקר - תצפית והסבר מדעי.

ציוד: שני אלקטרוסקופים, מוט פרספקס, פרווה, מוט מתכת.

דיון: מטען חשמלי, (כמו אורך, זמן ומסה), הוא גודל יסודי שאי אפשר להגדירו בעזרת גדלים אחרים, בסיסיים יותר. בהדגמה הבאה נראה שכמו שאפשר להגדיר אורך על פי האופן שבו מודדים אותו באמצעות סרגל, כך ניתן להגדיר מטען חשמלי על פי האופן בו הוא נמדד במכשיר אלקטרוסקופ (ראו הסבר על המכשיר ברקע המדעי).
טוענים מוט פרספקס על ידי שפשוף בפרווה, מניחים על אלקטרוסקופ וצופים בסטייה של מחט האלקטרוסקופ.

הפעולה שבצענו כאן נקראת **טעינה חשמלית**, והיא מתרחשת כתוצאה מהמגע בין שני החומרים השונים.

סדרת שאלות לבדיקה:

1. האם מטען חשמלי יכול לעבור ממקום למקום?

נשתמש לצורך כך בשני אלקטרוסקופים, האחד טעון (נוגעים בו שוב באמצעות מוט משופשף בפרווה או צמר) והשני אינו טעון.

מבקשים מהתלמידים לשער: מה יקרה אם נחבר מוט מתכת בין אלקטרוסקופ אחד לשני?

תצפית: רואים כי המחוג של האלקטרוסקופ שהיה טעון ירד קצת והמחוג של האלקטרוסקופ שלא היה טעון סטה ממקומו. הסבר: חלק מהמטען החשמלי עבר לאלקטרוסקופ השני ולכן הייתה ירידה במחוג האלקטרוסקופ הראשון ועלייה בשני. מסקנה: מוט מתכת מאפשר מעבר של מטען חשמלי ממקום אחד למקום אחר.

2. האם כל חומר יכול להעביר מטען חשמלי? (אפשר לבקש מהתלמידים להציע ניסוי)

בדיקה: מחברים את שני האלקטרוסקופים על ידי מוט פרספקס. הפעם לא קרה כלום. מסקנה: לא כל חומר מאפשר מעבר של מטען חשמלי ממקום אחד למקום אחר. חומרים שמסוגלים להעביר מטען חשמלי בקלות, כמו מוט המתכת בניסוי הקודם, מכונים **מוליכים**, ואילו חומרים שאינם מסוגלים להעביר מטען חשמלי, מכונים **מבודדים**.

3. ראינו, בעזרת האלקטרוסקופ, שבפעולת השפשוף המוט נטען במטען חשמלי.

האם גם הפרווה נטענת במטען חשמלי?

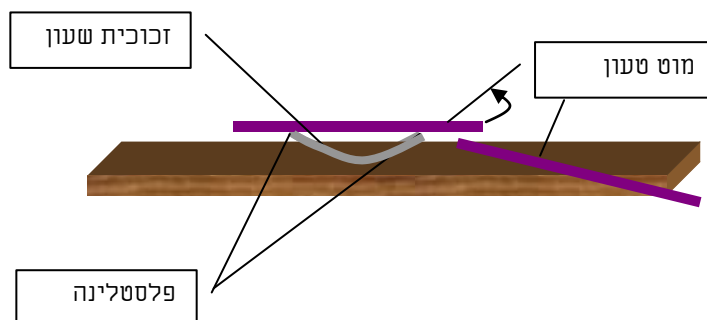
בדיקה: משפשפים את הפרווה ומניחים אותה על אחד האלקטרוסקופים ואת המוט על השני. תצפית: סטיית מחט האלקטרוסקופים מראה שיש מטען חשמלי על הפרווה ויש מטען חשמלי על המוט. כלומר, לפי מכשירי המדידה שניהם נטענו במטען חשמלי.

4. מה יקרה אם נחבר בין שני האלקטרוסקופים באמצעות מוט מתכת? (מבקשים

מהתלמידים לשער)

תצפית: הסטייה בשני האלקטרוסקופים נעלמה. זוהי פריקה חשמלית: הגופים הטעונים הפכו בחזרה לנייטרלים.

מבקשים מהתלמידים להסביר מה קרה באמצעות ידע קודם על מודל האטום. הסבר על פי מודל האטום: המטען על הפרווה הפוך בסימנו מהמטען על המוט. מסקנה: בפעולת הטעינה הפרווה והמוט נטענים במטען חשמלי בעל סימן הפוך. 5. מהי ההשפעה של מטען חשמלי מסוג מסוים על מטען חשמלי מאותו הסוג?



טוענים שני מוטות זהים על ידי שפשוףם בפרווה. מצמידים אחד מהם בעזרת פלסטלינה לזכוכית טעון שצידה הקעור מונח על השולחן, ומקרבים את קצה המוט שבידינו לזה שעל הזכוכית. תצפית: הזכוכית עם המוט מסתובבים. המוט שעל הזכוכית "בורח" מהמוט שמקרבים אליו.

מסקנה: בין שני המוטות פועל כוח דחייה, כלומר מטענים מאותו סוג דוחים זה את זה.

6. מהי ההשפעה של מטען חשמלי מסוג אחד על מטען חשמלי מסוג אחר?

טוענים את הפרווה והמוט על ידי שפשוףם. מניחים את המוט על זכוכית השעון ההפוכה, כמו ב-5. מקרבים את הפרווה למוט.

תצפית: המוט והפרווה נמשכים זה לזה.

מסקנה: בין שני הגופים פועל כוח משיכה, כלומר מטענים מסוגים שונים מפעילים זה על זה כוח משיכה.

בסיכום הפעילות כדאי לדבר על פעולת האלקטרוסקופ (ראו פירוט ברקע המדעי) ולהדגיש את הקשר בין סטיית המחוג (או הזווית בין העלים) לכמות המטען. בהמשך, כאשר נעסוק במדידת עצמת הזרם ניתן יהיה להזכיר לתלמידים את הניסוי שערכו. רצוי להראות לתלמידים **מחולל ון דה גרף** (ראו תאור ברקע המדעי). ניתן להיעזר בקישור הבא (מתוך אתר מוזיאון המדע בירושלים):

<http://www.youtube.com/watch?v=Ii1UifBoTb0&p=B328B0302101DAEF&index=4&playnext=1>

סיכום (חזרה)

- **טעינה חשמלית** מביאה למצב בו לגוף יש עודף או חסר באלקטרונים (מטענים שליליים)
- גופים טעונים במטען זהה דוחים זה את זה וגופים טעונים במטען שונה מושכים זה את זה.
- שפשוף של שני גופים לא טעונים, העשויים מחומרים שונים, זה בזה גורם לטעינתם במטענים מסוגים שונים.
- פריקה חשמלית הינה פעולה המביאה להפיכת גוף טעון לגוף נייטרלי מבחינה חשמלית.

פעילויות נוספות

- הדגמת טעינה חשמלית ניתן למצוא בספר "באופן יסודי ומורכב" בעמ' 136-137, ובספר "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 107-112
- הערכה:** פריטים 11-16, פרקים בחשמל ובכימיה עמ' 113-114, 142-144

שיעורים 3-5: הזרם והמטען החשמלי

שיעור 3 – הקשר בין מטענים ניידים לזרם חשמלי

מטרה: קישור בין רעיון המטען החשמלי לרעיון הזרם החשמלי ותופעות במעגלים חשמליים **מיומנויות:** תצפית, ייצוג בתרשים

שאלה מובילה: כיצד ניתן להדליק נורה בדרכים שונות?

לאחר שחזרנו על הידע לגבי מטענים חשמליים ואלקטרונים חופשיים ובחנו את הידע הקודם על מעגלים חשמליים, נקשר ביניהם באמצעות רעיון הזרם החשמלי. נצפה במעגלים עם מקורות מסוגים שונים ונשתמש במספר אנאלוגיות כדי להגדיר את מושג הזרם החשמלי.

הצעה למהלך השיעור:

- שאלות מנחות לדיון מקשר:
- האם יש קשר בין התופעות האלקטרוסטטיות שראינו לבין תופעות במעגלים חשמליים?
- באילו דרכים נוספות ניתן להדליק נורה במעגל חשמלי?

- אם אכן בכל המקרים מדובר באותו דבר (חשמל) – מה יכול להיות משותף להם?
פעילות מפתח: הדלקת נורה באמצעות מוט PVC טעון (מופיע במקורות שונים כגון – "אנגריה ושימורה" עמ' 178, "פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 103, "באופן יסודי ומורכב" עמ' 136) או באמצעות בלון (ראו פעילות באתר מוזיאון המדע בירושלים, בקישור הבא: <http://www.mada.org.il/education/activities/baloon>)
 - המורה שואלת: האם ניתן להדליק נורה ללא סוללה? אם כן כיצד? אם לא יועלה רעיון מעשי על ידי התלמידים המורה תערוך הדגמה עם נורת נאון וסרגל משופשף במטלית צמר.
 - ההדגמה מראה שניתן להדליק נורה גם בעזרת תופעות אלקטרוסטטיות, אותן הסברנו באמצעות מודל האטום, תוך התייחסות לאלקטרונים חופשיים – מטענים ניידים.
 - מעלים את השאלה: באילו דרכים נוספות ניתן להדליק נורה?
 - לתלמידים יש ידע קודם מביה"ס היסודי ומסביבתם, ויוכלו להעלות אפשרויות נוספות למקורות חשמל כגון "תחנת החשמל", דינמו. (הערה: בשלב זה לא נתייחס לנושא מקורות אנרגיה והמרות אנרגיה)
 - ניתן לערוך פעילות בקבוצות (ב"תחנות"), שבהן יודגמו אפשרויות שונות למקורות חשמל: לימון, תפוח אדמה ("פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 169-170). וכן דינמו ("פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 40) ומגנט בתוך סליל ("פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 38).
 - אפשר להתייחס בשלב זה גם להולכת זרם חשמלי בתמיסות, ולהוסיף לפעילות בקבוצות מעגל עם אלקטרודות ("פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 146, "מהיסודות אל התרכובות" עמ' 62). בערכה "יסודות ותרכובות" עמ' 9-10 מתואר תהליך אלקטרוליזה של נחושת כלורית ברמה מאקרוסקופית ומיקרוסקופית.
- דיון לסיכום הפעילות⁶:**
- מטרת הדיון להשוות בין התופעות, להבהיר את הקשר בין תנועת האלקטרונים החופשיים לבין הדלקת הנורה ולהבין כי המנגנון בכל המעגלים זהה: במעגל עובר זרם חשמלי המתואר כתנועת מטענים ניידים במעגל סגור.
- ראינו מספר דרכים להדליק נורה: באמצעות סוללה, סרגל משופשף, תמיסה מוליכה, לימון/ תפוח אדמה, דינמו, חיבור לתחנת החשמל.
 - מהם המאפיינים המשותפים לכל המקרים בהם הנורה דלקה? (רושמים את התשובות)
 - מהם ההבדלים בין המעגלים השונים?
 - מה דומה ומה שונה בין המערכת סוללה-חוט-נורה למערכות האחרות?
 - כיצד לדעתכם האלקטרונים החופשיים קשורים להדלקת הנורה?
 - למדנו שישנם מטענים חשמליים וכוחות ביניהם, וכן כי קיימים מטענים ניידים – אלקטרונים חופשיים ויונים. האם יתכן שגם במעגל עם סוללה ישנה תנועת אלקטרונים חופשיים? כיצד ניתן לדעת? כיצד ניתן לבדוק זאת? (אפשר לבקש שיציעו ניסויים)

⁶ לתלמידים מתקדמים מוצע לערוך דיון מעמיק יותר בו יישאלו איך באמצעות מה שלמדו בכימיה ניתן להסביר את הדלקת הנורה, ויתבקשו להציע מודל משותף שיכול להסביר את שני המקרים.

- כיצד ניתן לתאר את מה שקורה במעגל החשמלי באמצעות הרעיון של מטענים ניידים?
- בקשו מהתלמידים לצייר תרשימים של המעגל החשמלי בכל אחת מהתופעות השווה בין התרשימים – מה משותף להם? מהם ההבדלים?
- שאלה להרחבה: במעגל החשמלי ראינו אור ויכולנו לחוש בהתחממות הנורה והמוליך. האם בכל אחת מהתופעות שחקרנו ניתן לחוש באור ובהתחממות? מה ניתן להסיק מכך? נקודות לסיכום הדיון:
- בכל המעגלים שחקרנו נוצר מעגל חשמלי (במקרה של הסרגל אפשר לדבר על מעגל שנוצר למשך זמן קצר)
- בכל המעגלים ניתן לדבר על מעבר של זרם חשמלי דרך הנורה
- בכולם ניתן לתאר את הזרם החשמלי כתנועת מטענים ניידים במעגל סגור.
- מסקנה:** זרם חשמלי הוא תנועה של מטענים ניידים במעגל סגור. המורה תסביר כי הדלקת הנורה קשורה לתנועת האלקטרונים החופשיים (או מטענים חשמליים ניידים) עליהם למדנו בעבר.

אנאלוגיות להסבר מושג הזרם

- ניתן להשתמש באנאלוגיות שונות לזרימה כדי להבהיר את המושג, אך יש לשים לב למגבלות של כל אחת מהאנאלוגיות ולהתייחס אליהן בכיתה. (ראו התייחסות ברקע המדעי ובמקורות הבאים: "חשמל וכימיה" עמ' 27-28, "חשמל ואנרגיה" עמ' 96).
- א. זרם מים בצינור
- ב. זרם אנשים בסופרמרקט
- ג. זרם מכוניות בכביש
- שאלות מנחות לדיון:
- באילו הקשרים נהוג להשתמש במילה "זרם" בחיי היומיום? (זרם מים, זרם אוויר, זרם אנשים, זרם מכוניות וכו')
- מה משותף לכל ה"זרמים"? (תנועת פרטים רבים בכיוון אחד, לזרם יש יכולת להשפיע על תופעות, ניתן לדבר על עוצמת הזרם)
- מה ההבדלים ביניהם? (למשל- בזרם מכוניות ואנשים ניתן להבחין בפרטים- האנאלוגיים למטענים, ולא בשאר המקרים)
- האם / כיצד ניתן למדוד את עוצמת הזרם?
- האם / כיצד ניתן להבחין בכיוון של הזרם?
- בעקבות הדיון מגיעים למסקנה שניתן לתאר זרם של פריטים מסוימים (כגון מטענים חשמליים, אנשים) כתנועה של פריטים אשר עוברת במקום מסוים בכיוון אחד בזמן מסוים.
- מגדירים עוצמת זרם חשמלי ככמות המטענים העוברת ביחידת שטח מסוימת ביחידת זמן.

הערכה: פריטים 17-22

שיעור 4 – לזרם יש גודל וכיוון

מטרה: להראות שלזרם החשמלי יש גודל (עוצמה) וכיוון.

מיומנויות: חקר: תצפית, השערה, תכנון ניסוי, ביצוע ניסוי ותיעוד ממצאים, הסקת מסקנה

הצעה למהלך השיעור:

דיון פותח:

- הגדרנו את מושג הזרם כתנועת מטענים במעגל סגור.
- האם הזרם הוא חד-כיווני (מהסוללה לנורה) או מעגלי (מהסוללה לנורה וחזרה דרך הסוללה)?
- האם הזרם יכול לשנות את כיוונו או שהוא תמיד זורם באותו כיוון?
- כיצד ניתן למדוד את עוצמת הזרם?
- האם עוצמת הזרם משתנה או קבועה?
- הציעו דרכים לבדוק את השערותיכם.
- אם נורה אחת בהירה יותר מנורה זוהי מה ניתן להסיק לגבי הזרם העובר דרכן?
- מה יקרה במעגל אם נוסיף סוללות? האם עוצמת ההארה תשתנה?
- עד עכשיו השתמשנו בנורה דולקת כמדד לקיום זרם חשמלי, אך יש אמצעים נוספים לזיהוי ומדידה של זרם. אמצעים אלה מבוססים על תופעות הנובעות ממעבר זרם חשמלי.

* ראו הצעה מפורטת למערך שיעור המשלב בניית מיומנויות חקר באתר מוטנ"ט (מסיף קישור בהמשך)

א. הנורה כמדד לעוצמת הזרם

- צופים במעגל עם סוללה אחת ושתי סוללות ומשווים את עוצמת ההארה של הנורה.
- מה ניתן להסיק מכך על עוצמת הזרם? (העוצמה משתנה ומושפעת מהאנרגיה שהסוללות מספקות)

ב. המצפן כמדד לעוצמת הזרם וכיוונו

- פעילות (רצוי בקבוצות) להכרת המצפן (בהנחה שהתלמידים אינם מכירים זאת): צופים בסטיית מחט המצפן לכיוון צפון. מקרבים מגנט אל מחט המצפן, וצופים בהשפעת המגנט על כיוון סטיית מחט המצפן, והקשר בין סטיית המחט למרחק בין המצפן למגנט.
- פעילות בה משתמשים במצפן לזיהוי זרם חשמלי ("פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 51): לוקחים תיל מוליך מצופה ומניחים מעל המצפן, כך שהתיל מקביל למחט המצפן. מחברים את התיל לסוללה ומוסיפים מפסק. סוגרים את המפסק ופותחים וצופים בסטיית המחט. גודלה של זווית הסטייה יכולה לשמש כראיה לכך שעובר זרם בתיל.
- עורכים דיון בנושא המצפן כמדד לעוצמת הזרם:
 - כיצד משפיע זרם החשמל על מחט המצפן?
 - במה דומה השפעת זרם החשמל להשפעת המגנט על המצפן?
 - האם ניתן להשתמש במצפן כאמצעי לזיהוי קיומו של זרם חשמלי?

- ניתן להרחיב כאן ולערוך פעילות חקר בה התלמידים יציעו כיצד לבדוק את עוצמת הזרם באמצעות המצפן, ויחקרו מעגלים עם סוללה אחת בהשוואה לשתי סוללות כאשר המצפן משמש למדידת עוצמת הזרם בנוסף לנורה. משווים את השינוי בעוצמת האור לשינוי בסטיית המצפן.
- מה הקשר בין סטיית מחט המצפן לעוצמת הזרם?
- האם ניתן ליצור מעגל חשמלי שבו הנורה לא תדלק אך המצפן יזהה זרם? מה המסקנה בעקבות הניסוי על השוואת אמצעי מדידה שונים?

ג. דיודה וכיוון הזרם

- בוחנים מעגל עם דיודה ונורה, כאשר הדיודה מחוברת פעם בכיוון אחד ופעם בכיוון הפוך.
- מדוע הנורה דולקת רק באחת התצורות של הדיודה? מה ניתן להסיק מכך על הזרם? (לזרם יש כיוון)

ד. מד-זרם (אמפרמטר)

- בהמשך לדיון ביתרונות ומגבלות של אמצעי מדידה שונים, ניתן להעלות את הצורך במכשיר שישמש כאמצעי מדידה. האמפרמטר הוא מכשיר המודד את עוצמת הזרם באופן מדויק יותר מהנורה. (מדידה כמותית לעומת מדידה איכותית)
- נוסף לרכיבי המעגל החשמלי מד-זרם (אמפרמטר) ונראה כיצד גם הוא משמש מדד לקיומו של זרם חשמלי, ומודד את עוצמת הזרם. (חוזרים על המעגל עם 2 סוללות לעומת סוללה אחת כאשר מד-זרם מחובר בנוסף לנורה)
- חשוב להשוות בין מקרים בהם הנורה דולקת לבין מקרים בהם הנורה אינה דולקת, אך מד הזרם מורה על קיומו של זרם. כדאי לדון בהבדל בין שני המדדים (אינדיקטורים) וברגישות המדידה.

דיון במושג עוצמת הזרם באמצעות אנאלוגיות

- דברנו על כך שניתן להיעזר באנאלוגיות שונות להסבר היבטים שונים של אותה תופעה.
- נשתמש באנאלוגיה של זרם מים כדי להמחיש את המושג עוצמת הזרם: כאשר פותחים את הברז מעט, זרם המים חלש יותר מאשר כאשר פותחים את הברז "עד הסוף". במקרה זה ברז פתוח מעט מקביל למספר קטן של סוללות וברז פתוח עד הסוף מקביל למספר גדול יותר של סוללות. ניתן לדבר על כמות המים הזורמים ביחידת זמן בדומה לכמות המטענים הזורמים ביחידת זמן.
- אנאלוגיה נוספת: מספר האנשים העוזבים את פתח אולם הקולנוע בזמן מסוים.

סיכום

- זרם מאופיין על ידי גודל וכיוון. הגודל ניתן למדידה באמצעות מד-זרם, והכיוון ניתן לזיהוי באמצעות דיודה, סטיית מחט מצפן וכיוון סטיית המחוג במד-זרם.
- עוצמת הזרם מוגדרת ככמות המטען החשמלי העובר דרך חתך של מוליך במשך יחידת זמן.

הערכה: פריטים 17-22

שיעור 5 – שימור המטען החשמלי

מטרה: להראות כי המטען אינו "מתבזבז" ואינו "מצטבר" במעגל החשמלי, כלומר הזרם החשמלי קבוע לאורכו של מעגל.

מיומנויות: ייצוגי ידע והשימוש בהם לצורך הסבר, חקר: תכנון ניסוי

שאלה מובילה: האם הזרם "מתבזבז" או נשמר קבוע לאורכו של מעגל חשמלי?

הצעה למהלך השיעור:

דיון בשאלה המובילה: האם הזרם "מתבזבז" או נשמר קבוע לאורכו של מעגל? (כלומר כאשר מסתכלים על חתך כלשהו בתיל, כמות המטען הנכנסת לשטח החתך שווה לזו העוזבת אותו).

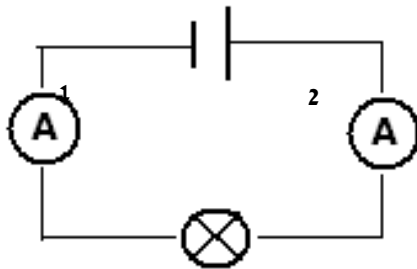
שאלה מתוך פריטי ההערכה:

סיגל ואסף התווכחו ביניהם על עוצמת הזרם במעגל הבא:

אסף טען שהזרם שיראה אמפרמטר 2 יהיה קטן יותר

מהזרם שיראה אמפרמטר 1 כי הזרם יוצא מהסוללה מצד

שמאל והוא נחלש לאחר שהוא עובר בנורה. סיגל טענה שהזרם לאורך כל המעגל קבוע.



- התלמידים יביעו עמדה לגבי אחת ההשערות בשאלה הנ"ל ויתבקשו לנמק את עמדתם
- אפשר לערוך הצבעה לגבי מספר אפשרויות לתשובה לשאלה- מה יקרה לזרם במעגל הנ"ל?
 - הזרם ייפסק
 - הזרם ייחלש
 - הזרם לא ישתנה
 - הזרם ישנה כיוון
- התלמידים יתבקשו לצייר כל אחד או בקבוצות ייצוג של הזרם במעגל הנ"ל. תנועת הזרם תיוצג ע"י חץ לציון כיוון הזרם לפני ואחרי הנורה. ניתן להתייחס גם לעוצמת הזרם באמצעות חיצים באורכים שונים או גדלים שונים. חשוב **לא** לייצג את המטענים באמצעות חיצים כדי לא ליצור תפיסות מוטעות. **בשלב זה שומרים את הציורים ולא "נותנים" לתלמידים את התשובה.**

- התלמידים יתבקשו להציע ניסוי לבחינת השערותיהם
- ראו הצעה לניסוי בספר "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 35-37:
 - האם שווה הזרם החשמלי משני צדדיה של נורה חשמלית?

התלמידים יציעו שיטה להשוואת הזרם משני צדי הנורה, יכינו תרשים של המעגל, יחברו מעגל, יצפו בתוצאות וירשמו אותן ולבסוף ינסחו את מסקנתם לגבי השאלה הנ"ל ויבדקו אם השערתם אוששה או הופרכה.
 - האם שווה הזרם משני צדדיו של מכשיר חשמלי כלשהו?

התלמידים יחברו למעגל מכשירי חשמל שונים ויערכו טבלה לסיכום התוצאות והשוואתן (עמ' 36 בספר "פרקים בחשמל וכימיה")

דיון לסיכום הפעילות

התלמידים או הקבוצות יציגו את האיורים והניסויים שערכו וידונו במסקנות

סיכום :

- עוצמת הזרם שווה משני צדי הנורה (או כל מכשיר אחר) במעגל חשמלי
- מכאן שהמכשירים החשמליים כנראה אינם "מבזבזים" אלקטרונים (הזרם נשמר במעגל החשמלי)

בעקבות הפעילות כדאי לבחור תרשים מייצג ולהוסיף אותו ביחד עם הגדרת הזרם ללוח המרכז. בהמשך הלמידה נוכל לחזור אל התרשים ולבדוק האם הוא מתאים לתיאור והסבר תופעות שונות.

- התרשימים יוכלו לשמש למורה להערכה מעצבת כמוסבר להלן.

שימוש בייצוגים להערכה מעצבת

ניתן להשתמש בתרשימי הזרם החשמלי של התלמידים להערכה מעצבת באופן הבא :

- א. למיין את התרשימים לפי ארבעת המודלים המתוארים בחלקה הראשון של הערכה המתארים תפיסות חלופיות של תלמידים לתיאור זרם במעגל חשמלי.
- ב. בהמשך ניתן להתאים את ההוראה לתפיסות שהתבררו כשולטות בכיתה, או (רצוי) לתת לכל קבוצת תלמידים המחזיקה באותו מודל אלטרנטיבי משימות מתאימות לטיפול באותו מודל.
- ג. לחזור על המשימה בסיום הוראת הנושא ולהשוות את התרשימים לפני ואחרי ההוראה כדי להעריך את התקדמותו של כל אחד מהתלמידים באופן אישי ושל הכיתה כולה.

מסקנה : המכשירים החשמליים אינם "מבזבזים" אלקטרונים, מכאן שהמטענים נשמרים במעגל החשמלי.

שאלות להרחבה (יידונו בהמשך) :

- האם האלקטרונים הזורמים במעגל החשמלי נמצאים במוליכים?
- אם הזרם נשמר האם משהו אחר מתבזבז?

הערכה : פריטים 21, 22

שיעורים 6-9 – גורמים המשפיעים על עוצמת הזרם במעגל חשמלי

מיומנויות: חקר ופתרון בעיות (בידוד משתנים, השערה, תכנון ניסוי)
שאלה מובילה לשיעורים 6-9: כיצד ניתן לשנות את עוצמת הזרם במעגל?
בשיעור 6 נדון במושג מוליכות ונערוך סדרת ניסויים לבחינת השפעת הגורמים: סוג החומר, אורך המוליך ועובי המוליך על עוצמת הזרם.
בשיעור 7 נדון בקשר בין מוליכות להתנגדות, ונראה כי קיים קשר הפוך ביניהן.
בשיעור 8 נדון בהבדל בין סידור רכיבי המעגל החשמלי בטור ובמקביל והשפעת האפשרויות השונות על עוצמת הזרם.
בשיעור 9 נדון בהשפעת חוזק המקור על עוצמת הזרם.
פריטי הערכה לשיעורים 6-9 – פריטים מס' 23-41

שיעור 6 – הקשר בין מוליכות חשמלית לעוצמת הזרם

מטרה: קישור בין מוליכות חשמלית לתנועת מטענים (זרם) ועוצמת הזרם.
(הערה: בשלב זה יש התייחסות רק למושג מוליכות. הקשר בין מוליכות לבין התנגדות יטופל בנפרד בשיעור הבא).
הצעה למהלך השיעור:

- דיון "סיעור מוחות" בשאלה המובילה – כיצד ניתן להשפיע על עוצמת הזרם? שאלות מנחות אפשריות:
 - ראינו בשיעורים קודמים כי מספר הסוללות משפיע. אילו גורמים נוספים יכולים להשפיע?
 - מהו תפקידם של רכיבים שונים במעגל החשמלי? כיצד עשוי כל אחד מהם להשפיע על הזרם?
 - היזכרו באנאלוגיה לזרם מכוניות הנוסעות בכביש וחישבו מה יכול לגרום לזרם המכוניות (מספר המכוניות בפרק זמן מסוים) לגדול או לקטון.
- דוגמאות לתשובות אפשריות לאנאלוגיה לזרם מכוניות:
 - כיצד ניתן להגדיל את מספר המכוניות העוברות בנקודה מסוימת ביחידת זמן?
 - א. על ידי הרחבת הכביש
 - ב. על ידי סלילת הכביש לצורך שיפור
 - ג. על ידי העלאת המהירות המותרת
 - ד. על ידי פתיחת כבישים מקבילים נוספים
 - כיצד ניתן להקטין את מספר המכוניות העוברות בנקודה מסוימת ביחידת זמן?
 - א. בדרך משובשת או מפותלת זרם המכוניות יהיה קטן יותר לעומת דרך סלולה.
- תזכורת למושג מוליך לעומת מבדד – במידה והתלמידים לא התנסו בביה"ס היסודי בחקר מעגלים חשמליים עם סוגים שונים של מוליכים ומבדדים רצוי לעשות זאת כעת ולבחון קודם כל את המוליכות **כתכונה דיכוטומית**: מוליך לעומת מבדד. ממיינים

חומרים שונים למוליכים לעומת מבדדים. כדאי להדגיש כי מעגל חשמלי, שחלק ממנו הוא חומר מבדד, הוא מעגל חשמלי פתוח ולא עובר בו זרם חשמלי.

- כעת נבחן את המוליכות **כתכונה יחסית**: יש גופים מוליכים אך לא כולם מוליכים באותה מידה. ניתן לקשר בין מוליכות להתנגדות בשלב זה ולהשוות בין חומרים בעלי התנגדות גדולה לכביש משובש או מפותל.
- פעילות המשלבת מיומנויות חקר מדעי (ניתן להיעזר בדגמי הוראה מתאימים – ראו קישור): התלמידים יבודדו את הגורמים העשויים להשפיע על הזרם (סוג החומר ממנו עשוי המוליך, אורך המוליך, עובי המוליך), ינסחו השערה לקשר בין הגורם המשפיע לגורם המושפע (עוצמת הזרם), יתכננו ניסוי או יבצעו ניסוי שהמורה יציע לבחינת השפעתו של כל אחד מהגורמים, יתעדו את הממצאים וידונו בהם. (ניתן לבצע בקבוצות או ב"תחנות" כדי לחסוך זמן)
- סדרת ניסויים לבדיקת השאלות: כיצד משפיעות תכונות המוליך על עוצמת הזרם? מהו מוליך טוב? מהם הגורמים המשפיעים על עוצמת הזרם?

* ראו הצעה לפעילות חקר בדגש על בידוד משתנים באתר מוטנ"ט **(נוסיף קישור בהמשך)**

1. **השפעת סוג החומר**: לדוגמא, "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 42-43 – האם כל המוליכים מעבירים זרם חשמלי במידה שווה?
2. **השפעת אורך המוליך**: לדוגמא, "מהיסודות אל התרכובות" עמ' 34 עבודה 11 – כיצד ניתן לשנות את זרם האלקטרונים?

3. **השפעת עובי המוליך על עוצמת הזרם**. ראו הצעה לפעילות באתר מוטנ"ט **(נוסיף קישור בהמשך)**

- התלמידים יציעו ויתכננו ניסויים נוספים לבדיקת המאפיינים המשפיעים על עוצמת הזרם החשמלי, ויסיקו מסקנות על הגורמים המשפיעים על המוליכות.
- מסכמים את הגורמים המשפיעים על עוצמת הזרם: סוג החומר, אורך המוליך ועובי המוליך. ניתן לעשות זאת באמצעות הטבלה הבאה (הקשר להתנגדות מטופל בשיעור הבא):

הגורמים המשפיעים על זרם חשמלי בהשוואה לזרם מכוניות

זרם מכוניות	זרם חשמלי	השפעה על הזרם	קשר להתנגדות
החומר ממנו עשוי הכביש אופי הדרך (משובשת / מפותלת / נוחה)	סוג החומר ממנו עשוי המוליך	הזרם גדל ככל שהמוליכות גבוהה יותר	מוליכות גבוהה קשורה להתנגדות נמוכה
אורך הכביש	אורך המוליך	הזרם גדל כאשר המוליך קצר יותר	מוליך קצר הוא בעל התנגדות קטנה יותר
רוחב הכביש	עובי המוליך (שטח החתך)	הזרם גדל כאשר המוליך עבה יותר	מוליך עבה הוא בעל התנגדות קטנה יותר

הרחבה: זיהוי חומרים מוליכי חשמל ומבודדי חשמל במכשירים שונים (למשל בקומקום חשמלי) ודיון בצורך שמשרתים החומרים המבודדים מצד אחד והחומרים המוליכים מצד שני. (ראו "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 17-19)

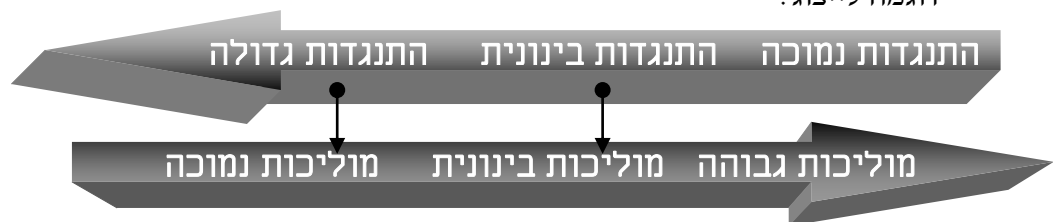
הערכה: פריטים 23-27

שיעור 7 – הקשר בין מוליכות והתנגדות

מטרה: הבנת הקשר בין מוליכות לבין התנגדות.

הצעה למהלך השיעור:

- **דיון מקשר לשיעור הקודם** (ניתן גם לדון בהתנגדות ומוליכות באותו שיעור)
 - באנאלוגיה לזרם מכוניות דובר על כך שהחומר ממנו עשוי הכביש, או אופי הדרך (משובשת, מפותלת) משפיעים על עוצמת הזרם, כלומר על מספר המכוניות העוברות במיקום מסוים בפרק זמן נתון. ניתן לתאר אותה תופעה על ידי המושג **התנגדות**: בדרך משובשת ההתנגדות למעבר זרם המכוניות גדולה יותר לעומת דרך חלקה. באנאלוגיה לזרם חשמלי – ישנם חומרים שהתנגדותם למעבר אלקטרונים גדולה יותר מאשר חומרים אחרים. סוג החומר ממנו מורכב המוליך קובע את מידת התנגדותו למעבר אלקטרונים דרכו ומשפיע על מספר האלקטרונים העוברים בחתך מסוים של המוליך בפרק זמן נתון, כלומר ההתנגדות משפיעה על עוצמת הזרם.
 - שאלות מנחות לדיון:
 - בניסויים שערכנו בשיעור הקודם מצאנו כי חומר מסוים (למשל נחושת) מוליך טוב יותר מאשר חומר אחר (למשל כרום ניקל). מה ניתן להסיק מכך על היחס בין התנגדויות החומרים האלה? לאיזה חומר תהיה התנגדות גדולה יותר?
 - כיצד ניתן לשנות התנגדות חשמלית במעגל חשמלי נתון? (היזכרו בגורמים המשפיעים על המוליכות החשמלית)
 - כיצד ניתן לייצג את הקשר בין התנגדות למוליכות?
- דוגמה לייצוג:



- פעילות בספר "פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 55-56 – דרוג חומרים לפי התנגדותם
- ניסוי ושאלות לבדיקת הקשר בין הזרם החשמלי וההתנגדות החשמלית ניתן למצוא בספר "עולם של אנרגיה" עמ' 275-276. בניסוי משנים את ההתנגדות על ידי הוספת נגדים בטור.

הרחבה

ניתן להמשיך ולחקור את הגורמים המשפיעים על התנגדותו של תיל מתכתי (אורך התיל, שטח החתך של התיל והתנגדותו הסגולית של החומר ממנו עשוי התיל) ולתאר את הקשר ביניהם בנוסחה

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

כאשר ρ היא ההתנגדות הסגולית של החומר, l הוא אורך התיל ו- A הוא שטח החתך שלו.

הערכה: פריטים 28-29

שיעור 8 – חיבור רכיבי המעגל החשמלי בטור ובמקביל

מטרות:

1. הבנת ההבדל בין מעגלים בהם הנגדים מחוברים בטור ובמקביל.
 2. הבנת הקשר בין סידור רכיבי המעגל לעוצמת הזרם.
- הערה: בשלב זה הטיפול איכותי בלבד. הטיפול הכמותי יהיה בכיתה ט'.

הצעה למהלך השיעור:

- דיון פותח בשאלות הבאות:
 - מה יקרה לעוצמת הזרם במעגל החשמלי אם נחבר למעגל מספר נורות?
 - מה יקרה להתנגדות במעגל החשמלי אם נחבר למעגל מספר נורות?
 - מה יקרה לעוצמת הזרם ולהתנגדות במעגל החשמלי אם נחבר אליו מספר נגדים?
 - האם לדעתכם אופן החיבור של רכיבי המעגל ישפיע על עוצמת הזרם? (ואם כן כיצד ישפיע?)
 - הציעו דרכים לבדוק את השערותיכם
- בעקבות הדיון והצעות התלמידים ניתן לערוך את הניסויים הבאים:

(מקורות: "חשמל- מדריך למורה" עמ' 54-65, "עולם של אנרגיה" עמ' 306-308)

 1. 2 נורות המחוברות בטור: מוציאים אחת מהנורות ורושמים מה קרה. ניתן לחבר גם מפסק במקומות שונים ולבדוק כמה נורות הוא מפעיל בכל אחד מהמקרים. הניסוי מראה כי ניתוק אחד הרכיבים המחוברים בטור פותח את המעגל.
 2. מוסיפים מד-זרם (או מספר מד-זרם) ומוודדים את הזרם בכמה מקומות. מראים כי הזרם שווה בכל מקום. (ניתן לדלג על שלב זה אם בצעתם אותו בשיעור 5)
 3. משווים את קריאת מד-הזרם במעגל עם נורה אחת ובמעגל עם שתי נורות (או יותר). ניתן לחזור על הניסוי עם מספר נגדים במקום נורות. מראים כי עוצמת הזרם קטנה כאשר מחברים נגדים בטור, ומסיקים כי ההתנגדות גדלה.
 4. חוזרים על סדרת הניסויים כאשר הנורות או הנגדים מחוברים במקביל. מודדים את הזרם באמצעות מד-זרם. מראים כי ניתוק רכיב אחד אינו משפיע על שאר הרכיבים.

- דיון מסכם בהבדלים בין מעגלים המחוברים בטור ובמקביל, ביתרונות ובחסרונות של כל אחד מהם ובהשלכות לחיבור מכשירים בבית. ניתן להיעזר בפריטי הערכה 31-38.

סיכום הסיבות לחיבור מכשירים בבית במקביל ולא בטור

- א. במקרה של חיבור בטור, אם מכשיר אחד לא יפעל המעגל החשמלי ייפתח וכל שאר המכשירים לא יפעלו.
- ב. במקרה של חיבור בטור נצטרך להפעיל את כל המכשירים בו זמנית גם אם איננו זקוקים להם.
- ג. סיבה נוספת (למתקדמים) – בחיבור במקביל הספק האנרגיה לא ישתנה כתוצאה מחיבורו של מכשיר נוסף, לכן חיבור במקביל מאפשר לשמור על מתח וזרם קבועים.

הרחבה:

- ניתן להראות במהלך הניסוי כי עוצמת הזרם גדלה כאשר מחברים נגדים במקביל, כלומר ההתנגדות קטנה.
- מתוך "אנרגיה ושימורה" עמ' 175 : משווים את עוצמת הזרם במעגל בו מחוברים נגדים במקביל במסלול הראשי ובהסתעפויות. מראים כי עוצמת הזרם הכוללת שווה לסכום הזרם בהסתעפויות. מסיקים כי מתקיים שימור המטען במעגל החשמלי.
- "חשמלון" 2002 לחט"ב. ניתן להוריד הדגמה באתר :

<http://www.hit.ac.il/hashmalon>

הערכה: פריטים 30-37

שיעור 9 – השפעת חוזק המקור על עוצמת הזרם

מטרה: הבנת הקשר בין חוזק המקור לעוצמת הזרם

הצעה למהלך השיעור:

ראו "מהיסודות אל התרכובות" עמ' 39, "חשמל – למורה" עמ' 75

- דיון בשאלה כיצד משפיע חוזק המקור על עוצמת הזרם?
 - התלמידים ינסחו השערה ויתכננו ניסוי לבדיקת תלות הזרם החשמלי בחוזק המקור החשמלי.
 - הדגמה: המורה תרכיב מעגל חשמלי הכולל נורה ומד-זרם ותחבר אליו בכל פעם סוללה שונה (ממוספרת). התלמידים יצפו ויתעדו את הממצאים לגבי אור הנורה (חלש, בינוני, חזק) וקריאת מד הזרם בכל אחד מהמקרים.
 - דיון בממצאים: איזו סוללה היא החזקה ביותר? איזו החלשה ביותר? כיצד יודעים זאת?
 - מסקנה: גם חוזק הסוללה הוא גורם המשפיע על עוצמת הזרם.
- הרחבה:** פרק קריאה על הסוללה, "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 164-169.

הערכה: פריטים 38-41

הצעה לפעילות שיכולה לשמש גם להערכה (מתוך מדריך למורה של "פרקים בחשמל וכימיה" עמ' 31): בניית משחק חשמלי – תשובון חשמלי. לאחר הבנייה ניתן להשתמש במשחק כדי לענות על שאלות ממאגר פריטי הערכה בנושא מעגלים, מוליכים וכו'. התשובה הנכונה מחברת מעגל חשמלי ונדלקת נורה.

שיעור 10-11 – המרות אנרגיה במעגלים חשמליים

מטרות:

- הבנת תפקידו של המקור במעגל חשמלי כמקור אנרגיה
- ניתוח תופעות במעגלים חשמליים במונחי אנרגיה: המרות אנרגיה וחוק שימור האנרגיה

מיומנויות: זיהוי רכיבים וקשרים, טיעון, ייצוג ידע

שאלה מובילה: 1. מה תפקיד המקור במעגל החשמלי?

2. אם המטענים לא "מתבזבזים" ברכיבים שונים של המעגל, כיצד הם

פועלים?

בשיעורים הקודמים התמקדנו בזרם החשמלי והגורמים המשפיעים עליו. כעת נחזור לדון בתפקיד המקור במעגל החשמלי ובהסבר תופעות ברכיבים שונים במעגל החשמלי.

הצעה למהלך השיעור:

דיון מקשר

- ידוע לנו מלימודי הכימיה שהמטענים נמצאים בחומר, ולמדנו כי הם זורמים בכיוון אחד במעגל חשמלי סגור.
- ראינו בשיעורים קודמים (שיעורים 3-4) שאפשר לקבל זרם חשמלי במעגל באמצעות מקורות שונים מלבד סוללה (תחנת חשמל, דינמו) ושהזרם אינו "מתבזבז". מצד שני ללא מקור כלשהו אין זרם חשמלי במעגל.

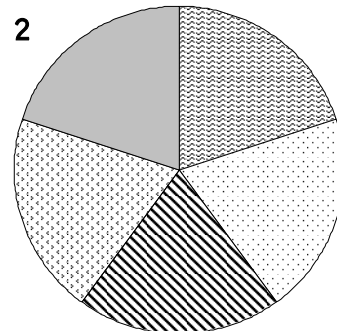
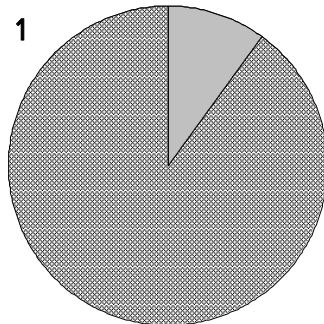
דיון בתפקיד המקור

- מה לדעתכם תפקיד המקור במעגל החשמלי?
- מה משותף לתופעות הבאות?
 - א. כדי שמקור חשמלי יפעל יש להשקיע אנרגיה (סוללה צריך לטעון, דינמו צריך להפעיל, תחנות חשמל משתמשות במשאבים וכו').
 - ב. מקורות חשמליים אינם ממשיכים ל"עבוד לנצח". במכשירים כמו טלפון סלולרי, מצלמה, מחשב נייד צריך לטעון את הסוללות המפעילות אותם לעתים קרובות.
- מקשרים את התופעות הנ"ל לתופעות שנלמדו בעבר בנושא אנרגיה ומזכירים את המושגים סוגי אנרגיה, המרות אנרגיה וחוק שימור האנרגיה.
- מגיעים למסקנה שהסוללה היא מקור אנרגיה.
- **המשך הדיון – מה קורה ברכיבים השונים של המעגל החשמלי?**
- מה משותף לתופעות הבאות?

- א. התחממות הרכיבים במעגל החשמלי
 - ב. ניתן להפעיל התקנים שונים באמצעות זרם חשמלי. למשל- נורה, מאוורר, מנוע
- מקשרים את התופעות הנ"ל לתופעות שנלמדו בעבר בנושא אנרגיה ומזכירים את המושגים סוגי אנרגיה, המרות אנרגיה וחוק שימור האנרגיה.
 - חוזרים ומזכירים את העובדה שאין "בזבוז" של מטענים חשמליים ברכיבי המעגל.
 - מגיעים למסקנה שבמעבר זרם חשמלי ברכיבי המעגל, חל שינוי באנרגיה החשמלית של המטענים החשמליים ויש תהליכים של המרת אנרגיה חשמלית לסוגי אנרגיה שונים. למשל, כאשר מחברים מאוורר למקור חשמלי, יש שינוי באנרגיית תנועה של המאוורר המלווה באיבוד של אנרגיית חום לסביבה. התהליכים מקיימים את חוק שימור האנרגיה, כלומר השינוי באנרגיה החשמלית שווה לסכום השינויים בסוגי האנרגיה האחרים (בדוגמת המאוורר לשינוי באנרגיית תנועה ואנרגיית חום).
 - המורה תדגים באמצעות תמונות או מכשירים שונים אירועים של מעגלים חשמליים פועלים שמתרחשים בהם שינויים מסוגים שונים (המרות אנרגיה): נורה, מנוע, רדיו, מאוורר, כוס עם אלקטרוליזה. אפשרות נוספת היא לתת לתלמידים להרכיב מעגל חשמלי עם מנוע במקום או בנוסף לנורה.
 - התלמידים מתבקשים לתאר את ההמרות בכתב ובאמצעות תרשים זרימה. בכל אחד מהאירועים שהוצגו. יתוארו המרות אנרגיה מהסוגים: חום, אור, קול, תנועה, כימית.
 - בערכה "אנרגיה: סוגים, המרות ושימור" נעשה שימוש בתרשים עוגה כדי לתאר המרות אנרגיה המתרחשות בו-זמנית בתופעה מסוימת, וכדי להדגיש את שימור האנרגיה. כעת ניתן לחזור ולהשתמש בתרשים עוגה לתיאור תופעה הכוללת המרה לאנרגיה חשמלית. לדוגמה: נתאר את המרות האנרגיה⁷ בצעצוע - סביבון מאיר ומנגן:



	אנרגיית תנועה
	אנרגיה חשמלית
	אנרגיית קול
	אנרגיית אור
	אנרגיית חום



⁷ הרחבה של ניתוח ההמרות באמצעות תרשימי עוגה תופיע בהמשך באתר מוטנ"ט

הסבר המרות האנרגיה במקרה של סביבון מאיר ומנגן :
במצב 1 – כאשר מסובבים את הידית המחוברת לסביבון מותחים את הקפיץ, ועיקר האנרגיה במערכת היא אלסטית, עם מעט המרה לאנרגיית חום.
ברגע שמנתקים את הידית - הסביבון מתחיל להסתובב. האנרגיה האלסטית הומרה לאנרגיית תנועה ואנרגיית חום.

במצב 2 – לאחר זמן קצר – נסגר מעגל חשמלי בתוך הסביבון (התנועה גורמת להזזת כדורים קטנים אשר סוגרים את המעגל החשמלי). בעקבות סגירת המעגל ניתן לראות אור ולשמוע מנגינה. בשלב זה האנרגיה במערכת מתחלקת בין 5 סוגים : תנועה, חשמלית, אור, קול וחום.
מה יקרה בשלב הבא? אנרגיית התנועה תקטן, החלק של אנרגיית חום יגדל, וברגע שיתנתק המעגל החשמלי לא נבחין יותר באור וקול. לבסוף כל אנרגיית התנועה מומרת לחום והסביבון נעצר.

- התלמידים יקבלו תיאורים כתובים או תמונות של מכשירים חשמליים שונים, בהם ניתן להבחין בהמרת אנרגיה חשמלית לסוגים שונים, כגון אור, קול, חום. למשל :
טוסטר, מאוורר (תלוי עם מנורה), תנור, רדיו, מכונית צעצוע עם סוללות, פעמון אופניים וכד'. עבור כל מכשיר התלמידים יתבקשו : א. לתאר בכתב את המרות האנרגיה. ב. לאייר תרשים סכימטי של המעגל החשמלי שבו מתרחשת המרת האנרגיה. ג. לייצג בתרשים זרימה או תרשים עוגה את המרות האנרגיה.
- התלמידים יביאו דוגמאות למכשירים חשמליים המתחממים בעת פעולתם ויסבירו את הסיבה להתחממות תוך התייחסות להמרות אנרגיה וחוק שימור האנרגיה.
- דיון בקיום חוק שימור האנרגיה במעגלים חשמליים : המקור מספק אנרגיה חשמלית אשר מומרת לאור, חום, קול, תנועה וכד'. על פי חוק שימור האנרגיה האנרגיה הכוללת במערכת נשמרת, לכן עקרונית נוכל להראות בניסוי כי עליית הטמפרטורה של נגד המתחמם במעגל חשמלי מתכונתית (פרופורציונית) לאנרגיה החשמלית שנכנסה למערכת.
הדגמה : מרכיבים מעגל ובו מד-זרם ונגד. את הנגד טובלים בתוך כוס קלקר אליה מוזגים 50 גרם מים. מניחים מד טמפרטורה בתוך המים וקוראים את הטמפרטורה ההתחלתית של המים. לאחר מכן מחברים וולטמטר במקביל לנגד וסוגרים את המעגל למשך 5 דקות.
לאחר מכן בוחשים את המים וקוראים את הטמפרטורה הסופית של הנגד במים.
בספר "אנרגיה ושימורה" עמ' 186 מתוארות תוצאות ניסוי דומה וחשוב כמות האנרגיה הנכנסת בהשוואה לכמות אנרגיית החום הנמדדת במים בהם טבול הנגד. התוצאה מתאימה לחוק שימור האנרגיה.

הערכה : פריטים 42-47

שיעור 12 – חשמל ובטיחות - השפעת הזרם על גוף האדם

מטרה: הכרת הסכנות לאדם בהקשר לזרם חשמלי וכיצד ניתן להמנע מהן.

מיומנויות: זיהוי רכיבים וקשרים, ביצוע ניסוי

הצעה למהלך השיעור:

דיון כיתתי

- בכל תופעה המערבת זרם חשמלי יש המרת אנרגיה לחום המתבטאת בעליית טמפרטורה של רכיבי המעגל החשמלי. (ראו "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 45)
- כפי שראינו גורמים שונים משפיעים על עוצמת הזרם. האם אותם גורמים משפיעים גם על עליית הטמפרטורה?
- מהן הסכנות לאדם וסביבתו בהקשר לזרם חשמלי (ראו "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 58-79 ו"אנרגיה ושימורה" עמ' 204-205)?
 - גוף האדם מוליך חשמל – סכנת התחשמלות (דוגמאות, קטעי מידע וכד')
 - הסיכון בעלייה חריגה בטמפרטורה
 - קצר (ניסוי ב"פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 58-60)
 - עומס יתר (פריטי הערכה ושאלות ב"פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 66)
- מנגנוני בטיחות להגנה מפני נזקי ההתחשמלות:
 - נתיך ומבטח חשמלי ומפסק אוטומטי (ניסוי ב"פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 68)
 - הארקה ("פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 75)
 - מכשירים חשמליים בהם קיים "מגע גוף" ("חשמל ובכימיה" עמ' 75)
 - ממסר פחת זרם ("פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 77)
- הרחבה: פרק קריאה על השפעת הזרם החשמלי על גוף האדם ("פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 80).
הערכה: פריטים 48-54

שיעור 13-14 – מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים

מטרות:

- השוואת מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים
- הבנת משמעות המושג "משבר האנרגיה"
- מיומנויות:** השוואה, טיעון, זיהוי רכיבים וקשרים
- שאלה מובילה:** אם יש "שימור אנרגיה" למה מדברים על "משבר אנרגיה"?
- הצעה למהלך השיעור:**
- דיון פותח:**
המורה תביא כותרת או כתבה על "משבר האנרגיה" ותציג את הבעיה: למדנו כי כמות האנרגיה נשמרת. מדוע, אם כן, מדברים על "משבר אנרגיה"?
- אפשרות חלופית היא להציג ויכוח בין שני תלמידים- האחד טוען שאין משבר אנרגיה, מכיוון שהאנרגיה נשמרת, והשני טוען שיש משבר אנרגיה כי המשאבים מתכלים.

נושאים לדיון :

- "משבר האנרגיה" (מקור- "אנרגיה ושימורה" עמ' 254), ניצול אנרגיה ושימוש.
- משאבים/ מקורות מתכלים ומתחדשים חלופיים (מקור- "אנרגיה בהיבט רב תחומי")
- למה משתמשים בחשמל כמקור אנרגיה?

פעילויות :

- התלמידים יקבלו קטעי מידע קצרים, המציגים את אופן הפקת האנרגיה בסוללה, בגנרטור ובתא שמש, יערכו השוואה ביניהם וידונו באפשרויות השימוש בכל אחד מהם.
- פעילות להבחנה בין מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים : התלמידים יזהו בקטעי מידע המתארים מקורות אנרגיה את מקורות האנרגיה המתכלים ואת מקורות האנרגיה המתחדשים וינמקו את בחירתם.
- דיון בקטעי מידע עדכניים, למשל- הויכוח סביב הקמת תחנת חשמל המנצלת גז טבעי.
- פעילות בקבוצות : כל קבוצה תקבל קטע מידע על מקור אנרגיה חלופי אחר ותתבקש להציג את המקור, שימושיו, יתרונותיו וחסרונותיו לכיתה (או בשיטת ג'יגסו) :
 - תאי שמש ("אנרגיה ושימורה" עמ' 218)
 - מפלי מים (תחנה הידרו-חשמלית) ("אנרגיה ושימורה" עמ' 218, "פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 84)
 - רוח ("פרקים בחשמל ובכימיה" עמ' 89)
 - ביומסה ("אנרגיה ושימורה" עמ' 220)
 - אנרגיה גרעינית ("אנרגיה ושימורה" עמ' 225)
 - מקורות גיאותרמיים
- מידע נוסף ניתן למצוא באתר "אנרגיה בהיבט רב תחומי" מאת רמי אריאלי, בקישור הבא :

<http://stwww.weizmann.ac.il/Energy>

- להרחבה : משימות אוריינות מדעית :
- מגדל השמש :

<http://www.motnet.proj.ac.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddec1c789b/085c5cae-c84b-4b5c-9ee1-0b8963ab6c1e/5231f201-b139-4b6e-b84d-b056587c9ac3.pdf>

הערה : נושא האנרגיה בהיבט רב תחומי יידון בכיתה ט' בהרחבה.

הערכה : פריטים 55-60

שיעור 15 - סיכום

ד. הפנייה לספרי הלימוד המאושרים על ידי משרד החינוך:

חומרי למידה העוסקים בתכני ערכת ה.ל.ה בנושא חשמל :

- Physics by inquiry VII (1996), L.C. McDermott, John Wiley & Sons, NY.
- אורעד, י., 2001, עולם של אנרגיה, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים ומשרד החינוך, הוצאת מעלות.
- אורפז, נ., בן צבי, ר., חשמל חלק א', תשל"א. הוצאת מעלות.
- אורפז, נ., ארזי, ח. וסיון, י. מהיסודות אל התרכובות, ספר לתלמיד ודפי הנחייה למורה. 1988, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן. הוצאת תל.
- אידר, י. וגניאל, א., חשמל ואנרגיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן, 1993 בן צוק, מ., אנרגיה ושימורה, 2002. מטמו"ן, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן. תשס"ב
- אריאלי, ר., 2002. אנרגיה בהיבט רב תחומי, מטמו"ן, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן. בן צוק, מ., אינטראקציה, כוחות ותנועה, חלק א', 2002. מטמו"ן, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן. תשס"ב.
- בן-צוק, מ. וגולדרינג, ח., חשמל ואנרגיה, 1991. המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן.
- בן צוק, מ., מועלם, ר., 1998. אנרגיה ושימורה, ספר לתלמיד, מדריך למורה, מטמו"ן, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן.
- גלילי, י. ועובדיה, ד., יסודות הפיסיקה, יסודות הפיסיקה (2007), "יש!!!" הפצות ספרים בע"מ
- דיין, ש., 1996, פרקים בחשמל ובכימיה, ספר לתלמיד, מדריך למורה ומדריך למעבדה. המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים. הוצאת מעלות.
- זינגר דוד, חשמל ומגנטיות. 1981, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן. כימיה וחשמל, פרקי חשמל וכימיה. 1980, המרכז לתכניות לימודים משרד החינוך. הוצאת מעלות.
- יאיון, מ., מרגל, ח. ושרץ, ז., באופן יסודי ומורכב, אל תוך האטום. מטמו"ן, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן. תשנ"ט
- רונן, מ., אליהו מ., יאסטרובנצקי ש., חשמלון 2002, סביבת למידה מתוקשבת ליסודי, חט"ב וחט"ע. ניתן להורדה באתר : <http://www.hit.ac.il/hashmalon>
- בנק שאלות מבחן- אנרגיה, ת"ל ואוני' ת"א.

אתרי אינטרנט מומלצים להעשרה למורה ולתלמיד:

שם האתר	כתובת האתר
מוזיאון המדע בירושלים	פעילויות לימודיות בנושא חשמל http://www.mada.org.il/education/activities/electricity ובנושא אנרגיה חשמלית http://www.mada.org.il/education/activities/energy/electricity קטעי וידאו בנושא חשמל http://www.youtube.com/view_play_list?p=B328B0302101DAEF
מט"ח, אתר אופק, מדע וטכנולוגיה לחט"ב הספרייה הוירטואלית של מט"ח (פיזיקה, חשמל ומגנטיות)	http://ofekhigh.cet.ac.il/ShowSubject.aspx?SubjectID=rI4kgFTkzE_unsPTN14ciQ http://lib.cet.ac.il/pages/sub.asp?item=859
בעין האנרגיה, עמלנט 2002	http://www.amalnet.k12.il/meida/energy/default.asp?url=hashmal.asp&sub=ha
The physics classroom	http://phet.colorado.edu/simulations/index.php?cat=ElectricityMagnetsandCircuits
ריכוז אתרים מומלצים בנושא	http://www.physics4all.co.il/index.php?links_main=2 http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html
אתר סימולציות בחשמל ומגנטיות	http://phet.colorado.edu/simulations/index.php?cat=ElectricityMagnetsandCircuits
אתר של חמדי"ע – הרבה הדגמות והצעות לניסויים מצגת	http://www.hemda.org.il/template/default.asp?maincat=15&catId=93&PageId=818&id_site=1 http://www.hemda.org.il/download/1316%D7%96%D7%A8%D7%9D_%D7%97%D7%A9%D7%9E%D7%9C%D7%99.ppt
מאגר חומרים, מכללת קיי	http://kaye7.school.org.il/energy.htm#3
בריינפופ	http://www.brainpop.co.il/category_8/subcategory_94
משדרים של הטלויזיה החינוכית	משדרים בנושא אנרגיה ואינטראקציה (קלטות 42-67)

מודלים (אנאלוגיות) לזרם חשמלי

<http://www.furryelephant.com/content/electricity/teaching-learning/electric-circuit-analogies/>

העשרה והרחבה

פצילות ממוטן"ט ומאתר מורי הפסיקה לחט"ב

העברת זרם חשמלי בתמיסות

נושא הפעילות: אלקטרוליזה

פיתוח: לוי גורן

אוכלוסיית יעד: כיתות ח

<http://www.motnet.proj.ac.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddec1c789b/4ac34069-52e0-446a-a13e-16b5ce05c24a/ff50892f-aeec-48e4-a2c4-91cdc932c1fb.doc>

תקלת קצר אפשרי במכונות מאזדה 3

נושא הפעילות: יישום הנלמד בנושא חשמל באקטואליה

פיתוח: ליאורה ביאלר

אוכלוסיית יעד: כיתות ח-ט

<http://www.motnet.proj.ac.il/Apps/WW/page.aspx?ws=5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddec1c789b&page=b37cd78e-a8c2-4103-9526-5f053defe42d&fol=4ac34069-52e0-446a-a13e-16b5ce05c24a&code=4ac34069-52e0-446a-a13e-16b5ce05c24a&box=ed3c5b81-2b27-423e-a431-8d04188cb013&pstate=item&item=ad3b334b-a676-43d3-89ce-885470e4bb3e>

מעגל חשמלי

<http://62.90.118.237/Index.asp?ArticleID=1852&CategoryID=1019&Page=1>

מקור: חשיבה במדע – פיתוח חשיבה בהוראת הביולוגיה

מאת: ענת זוהר ויהודית וינברגר, המרכז להוראת המדעים, אוניברסיטה עברית ירושלים 1995

עיבוד: טובה גולן, אמי"ת כרמיאל, 2005, במסגרת קורס מנחי מיומנויות ארצי במרכז מו"ט

חט"ב

שירותי חברת החשמל – סיכום שנתי בגרפים

http://62.90.118.237/_Uploads/762electrical_company.doc

פיתוח: ג'ורג'ט חלו, חט"ב מקיף ראמה, 2005, במסגרת קורס מנחי מיומנויות ארצי במרכז

מו"ט חט"ב

הפעילות מציעה להתבונן בגרפים המצורפים ולנסח מסקנות בהקשרים הבאים:

- הצריכה הביתית בהתאם לעונות או חודשים
- ההוצאה החודשית על החשמל
- שמירת חברת החשמל על איכות הסביבה
- שביעות הרצון הכללית בהתייחס למתן השירות, מחיר, אספקה

מאמרים מאתר מורי הפיסיקה

<http://62.90.118.237/Index.asp?CategoryID=333>

- הפרש פוטנציאלים וזרם במעגלים חשמליים פשוטים - מחקר על מושגי תלמידים תרגום מאמר מאת: כהן ר., אלון ב. וגניאל א.
- ניסויים המבליטים את הקשר בין אלקטרוסטטיקה לזרמים חשמליים מאת גלר צבי (1998), תהודה 19 (1), 15 - 25 מובאים חמישה ניסויים שמטרתם לגשר על הנתק בין אלקטרוסטטיקה ומעגלי זרם. חשוב להבין כי התהליך של הפרדת מטענים, היוצר את השדה החשמלי, מהווה למעשה זרם חשמלי חולף. מודגשת העובדה ששדה חשמלי מתאפס בתוך מוליך בשיווי משקל אלקטרוסטטי, ואילו בתוך מוליך בו זרם חשמלי קיים שדה חשמלי שונה מאפס, והשדה החשמלי אינו ניצב לפני מוליך נושא זרם.
- Can one lab make a difference?
Abbott, D.S., Saul J.M., Parker, G. W. and Beichner R. J. (2000), American Journal of Physics, 68(7) , Supplement 1
המחקר בודק את ההשפעה של פעילות חד-פעמית במעבדה, תוך שימוש בנורות ובשתי סוללות, הלקוחה מתוך "Tutorials in Introductory Physics" הבנת התלמידים נמדדה על ידי מבחן בנושא מעגלי זרם ישר. נמצא שהבנת תלמידים בעקבות הפעילות הייתה באופן מובהק טובה יותר מאשר בעקבות מעבדה רגילה בנושא חוק אום.
- הנורה של אדיסון מאבדת מזוהרה, מקור: סוכנות אי. פי., פורסם ב: הארץ, 22 בפברואר 2007
<http://62.90.118.237/Index.asp?ArticleID=1883&CategoryID=1022&Page=1>
ממשלת אוסטרליה מתכוונת להחליף את נורות הלהט בכל רחבי המדינה בנורות פלורוסנט, הנחשבות לחסכוניות יותר בצריכת האנרגיה שלהן, זאת כחלק מצעדים הדרושים כדי להפחית את פליטת גזי החממה, שהאחראית העיקרית לה באוסטרליה היא התעשייה הכבדה. במאמר טבלת השוואה בין נורת להט לנורת פלורוסנט לגבי הגורמים הבאים: מבנה הנורה, השיטה לפעולתה, יעילותה, ואורך החיים שלה.
- מאמר מתוך "גלילאו" אוקטובר 2004, גליון 74: "אקלטרסטטיקה: על מטענים חשמליים ומה שביניהם" מחברת: מיכל סחף, קישור:
<http://lib.cet.ac.il/pages/item.asp?item=11155>

מאגר משימות הערכה

להלן משימות הערכה מגוונות הרלוונטיות לנושאי העֲרֶכֶת. המשימות עשויות להכיל פריט אחד או יותר כך שבסך הכול יהיו כ-100 פריטים הממוינים על פי נושא, תת-נושא, מושגים, רעיונות, ורמה קוגניטיבית (ידיעה, יישום, הנמקה/הקשה). המשימה תלווה בתשובה נכונה או תשובות אפשריות ובהערות דידקטיות המתייחסות להיבטים מרכזיים בהם עוסקת המשימה, קשיים צפויים והפניות מתאימות לחלק II.

פריטי המשימות עשויים לשמש למטרות של אבחון, למידה, תרגול ובחינה והם מאורגנים במקבצים המתאימים לממדים הקוגניטיביים שהוגדרו במבוא לערכת ה.ל.ה זו. בהמשך מפורטות התשובות הנכונות או תשובות אפשריות והערות דידקטיות לכל פריט.

הערה: חלק מהפריטים במאגר מתבססים על משימות TIMSS, פריטי מיצ"ב ומבחני מורים, וחלקם פריטים חדשים. גם הפריטים המופיעים במקורות אחרים עברו עיבוד, שכתוב ותיקון לשוניים, מדעיים ותכניים. לפיכך, יש לשים לב לתשובות הנכונות כפי שהן מופיעות בערכת ה.ל.ה זו ולא להסתמך על תשובונים המופיעים במסמכים אחרים.

א. מיפוי פריטי הערכה

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
1.	1.1	סוללה	שימוש בייצוג	ידיעה	קל	סגור
2.	1.2	מפסק	שימוש בייצוג	ידיעה	קל	סגור
3.	1.3	נורה	שימוש בייצוג	ידיעה	קל	סגור
4.	1.4	תיל חשמלי	שימוש בייצוג	ידיעה	קל	סגור
5.	2.1	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
6.	2.2	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	בינוני	פתוח
7.	2.3	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	בינוני	פתוח
8.	2.4	זיהוי מעגל חשמלי	זיהוי הגורם	יישום	בינוני	פתוח

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
		סגור	המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר			
9.	3.1	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קל	פתוח
10.	3.2	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קל	פתוח
11.	3.3	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קל	פתוח
12.	3.4	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קשה	פתוח
13.	3.5	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	בינוני	פתוח
14.	3.6	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קשה	פתוח
15.	3.7	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
16.	4.1	שרטוט מעגל חשמלי	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
17.	4.2	שרטוט מעגל חשמלי	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
18.	5.1	שרטוט מעגל חשמלי	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
19.	5.2	הפעלת נורה במעגל חשמלי	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	פתוח
20.	6	הפעלת נורה במעגל	הסקת מסקנות בהתבסס על	יישום	קל	פתוח

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
		חשמלי	עקרון ידוע			
21	7.1	מפסק	שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קל	פתוח
22	7.2	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קל	פתוח
23	8.1	מפסק, סוללה, נורה	שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קל	פתוח
24	8.2	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	ידיעה	קל	פתוח
25	9	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	סגור
26	10	זיהוי מעגל חשמלי סגור	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	סגור
27	11.1	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	בינוני	פתוח
28	11.2	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	בינוני	פתוח
29	12.1	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	בינוני	פתוח
30	12.2	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	בינוני	פתוח
31	13	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; שימוש בייצוג להסבר	יישום	קשה	פתוח
32	14	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; הסבר מדעי	יישום	בינוני	פתוח
33	15.1	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו; הסקת מסקנות מתוצאות ניסוי, הסבר מדעי	יישום	בינוני	פתוח

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
34.	15.2	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ;	יישום	קל	סגור
35.	16	מטען חשמלי	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ; זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	קל	סגור
36.	17	קשר בין מטענים לזרם	הסקה : יישום עקרונות השוואה	יישום	בינוני	סגור
37.	18	מגנט ומצפן	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	קל	סגור
38.	19	זרם חשמלי ומצפן	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	בינוני	סגור
39.	20.1	זרם חשמלי ומדידתו	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	בינוני	סגור
40.	20.2	זרם חשמלי ומדידתו	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	בינוני	פתוח
41.	20.3	זרם חשמלי ומדידתו	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	בינוני	פתוח
42.	20.4	זרם חשמלי ומדידתו	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; שימוש בייצוג להסבר	יישום	בינוני	פתוח
43.	21.1	זרם חשמלי ומדידתו	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; שימוש בטבלה להסבר	יישום	בינוני	פתוח
44.	21.2	זרם חשמלי ומדידתו	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	קשה	פתוח
45.	22.1	שינויי זרם חשמלי במעגל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	בינוני	פתוח
46.	22.2	מדידת זרם חשמלי	הסקת מסקנות מנתוני ניסוי	יישום	בינוני	פתוח
47.	22.3	שינויי זרם חשמלי במעגל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	בינוני	פתוח
48.	22.4	שינויי זרם חשמלי במעגל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
49.	23	שינויי זרם חשמלי במעגל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	סגור
50.	24	חומרים מוליכים ומבודדים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	סגור

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
51.	25	חומרים מוליכים ומבודדים ; בטיחות בחשמל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
52.	26	גורמים המשפיעים על הולכה	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	פתוח
53.	27	מקור חשמלי	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	בינוני	פתוח
54.	28.1	מוליכות והתנגדות	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
55.	28.2	מוליכות והתנגדות	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
56.	28.3	מוליכות והתנגדות	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
57.	29.1	גורמים המשפיעים על הולכה	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	סגור
58.	29.2	גורמים המשפיעים על הולכה	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	פתוח
59.	30.1	חיבור בטור ובמקביל	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג להסבר	יישום	בינוני	סגור
60.	30.2	חיבור בטור ובמקביל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, טיעון	יישום	בינוני	פתוח
61.	31.1	זרם במעגלים עם חיבור בטור ובמקביל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע ; זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	בינוני	סגור
62.	31.2	זרם במעגלים עם חיבור בטור ובמקביל	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	בינוני	סגור
63.	31.3	זרם במעגלים עם חיבור בטור ובמקביל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	פתוח
64.	32.1	חיבור בטור ובמקביל	זיהוי הגורמים	יישום	בינוני	סגור

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
			המשפיעים ואופן השפעתם			
65	32.2	חיבור בטור ובמקביל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, טיעון	יישום	בינוני	פתוח
66	33.1	חיבור בטור ובמקביל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, טיעון	יישום	בינוני	פתוח
67	33.2	חיבור בטור ובמקביל	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
68	34	חיבור בטור ובמקביל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, טיעון	יישום	בינוני	פתוח
69	35.1	חיבור בטור ובמקביל	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	בינוני	סגור
70	35.2	חיבור בטור ובמקביל	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
71	36.1	חיבור בטור ובמקביל	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
72	36.2	חיבור בטור ובמקביל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע; טיעון	יישום	בינוני	פתוח
73	37.1	חיבור בטור ובמקביל	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
74	37.2	חיבור בטור ובמקביל	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
75	38	מקור חשמלי	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	פתוח
76	39	מקור חשמלי	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
77	40	חוק מקור חשמלי	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע; טיעון	ידיעה	בינוני	פתוח
78	41.1	חוק מקור חשמלי	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע; טיעון; שימוש בייצוג מילולי להסבר	ידיעה	בינוני	פתוח
79	41.2	חוק מקור חשמלי	הסקת מסקנות מתוצאות ניסוי,	יישום	בינוני	פתוח

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
			הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג מילולי להסבר			
80	41.3	זרם במעגל חשמלי	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	קשה	פתוח
81	42	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם; שימוש בייצוג מילולי להסבר	יישום	בינוני	פתוח
82	43.1	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	בינוני	פתוח
83	43.2	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	קל	סגור
84	43.3	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם; שימוש בייצוג מילולי להסבר	יישום	בינוני	פתוח
85	44	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם; שימוש בייצוג מילולי להסבר	יישום	קשה	פתוח
86	45.1	אנרגיה חשמלית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
87	45.2	אנרגיה חשמלית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
88	45.3	אנרגיה חשמלית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
89	45.4	אנרגיה חשמלית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
90	45.5	אנרגיה חשמלית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
91	46	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	קל	פתוח
92	47.1	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	סגור
93	47.2	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג גרפי להסבר ; טיעון	יישום	בינוני	פתוח
94	47.3	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; שימוש בייצוג מילולי להסבר	יישום	קשה	פתוח
95	48.1	בטיחות- קצר	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג לתיאור מעגל חשמלי	יישום	קל	סגור
96	48.2	בטיחות- קצר	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג מילולי להסבר	יישום	בינוני	פתוח
97	48.3	בטיחות- קצר	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	בינוני	סגור
98	48.4	בטיחות- קצר	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע ; טיעון	ידיעה	בינוני	פתוח
99	49	בטיחות- קצר	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש בייצוג לתיאור מעגל חשמלי	ידיעה	קל	סגור

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
100	50	בטיחות- מפסק פחת	הסבר מילולי	ידיעה	קל	פתוח
101	51	בטיחות- מפסק פחת	הסבר מילולי	ידיעה	קל	פתוח
102	52	בטיחות- מפסק פחת	הסבר מילולי	ידיעה	קל	פתוח
103	53	בטיחות- הארקה	הסבר מילולי	ידיעה	קל	פתוח
104	54.1	מקורות אנרגיה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
105	54.2	מקורות אנרגיה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
106	54.3	מקורות אנרגיה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
107	54.4	מקורות אנרגיה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
108	54.5	מקורות אנרגיה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
109	54.6	מקורות אנרגיה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
110	55	מקורות אנרגיה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע; שימוש בהסבר מילולי; טיעון	יישום	קשה	פתוח
111	56.1	אלקטרומגנט	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
112	56.2	אלקטרומגנט	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע; שימוש בהסבר מילולי	ידיעה	בינוני	פתוח
113	57	אלקטרומגנט	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות	ידיעה	בינוני	פתוח

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

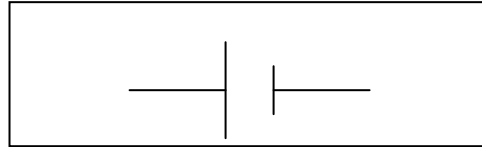
מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
			בהתבסס על עקרון ידוע; שימוש בהסבר מילולי			
114	58	המרות אנרגיה	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	בינוני	סגור
115	59	המרות אנרגיה	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם ; הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	בינוני	סגור

ב. פריטי הערכה בנושא חשמל ומגנטיות

מבוא - חזרה על הנושא מעגל חשמלי

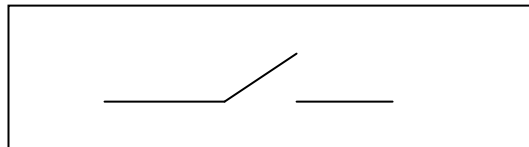
1. זהו אלו רכיבים במעגל חשמלי מייצגים הסימנים המוסכמים הבאים:

1.1



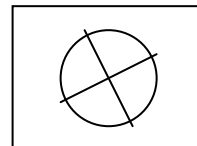
- א. מקור חשמלי - סוללה
- ב. נורה דולקת
- ג. נורה שאינה דולקת
- ד. מפסק פתוח

1.2



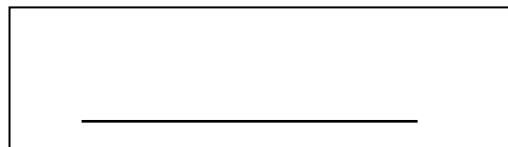
- א. מקור חשמלי - סוללה
- ב. מפסק פתוח
- ג. נורה שאינה דולקת
- ד. מפסק סגור

1.3



- א. נורה
- ב. מקור חשמלי – סוללה
- ג. מפסק
- ד. תיל חשמלי

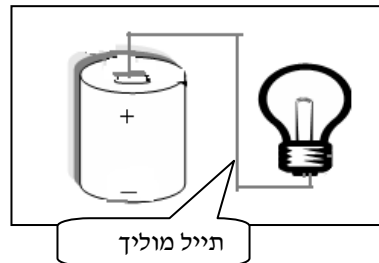
1.4



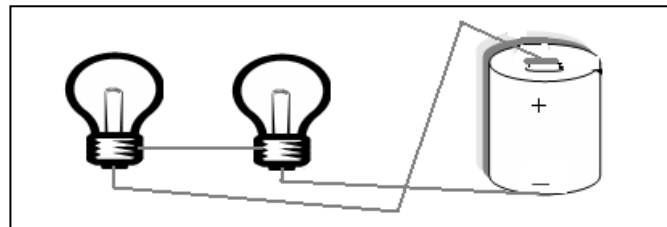
- א. מקור חשמלי - סוללה
- ב. נורה
- ג. מפסק
- ד. תיל חשמלי

2. בשאלות 2.1-2.4 נתונים איורים של מעגלים חשמליים המכילים סוללות ונורות. עליכם לקבוע האם הנורות דולקות ואם לא להציע כיצד לתקן את החיבורים כדי שתדלקנה.

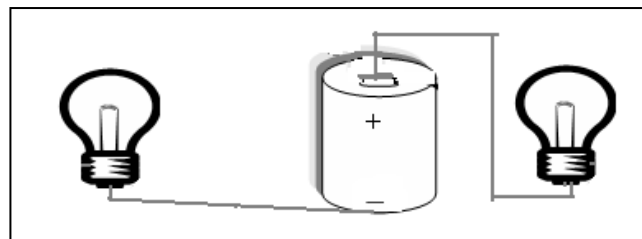
2.1 האם הנורה במעגל הבא דולקת? (כן/לא). אם לא, תקנו את החיבורים כדי שתדלק.



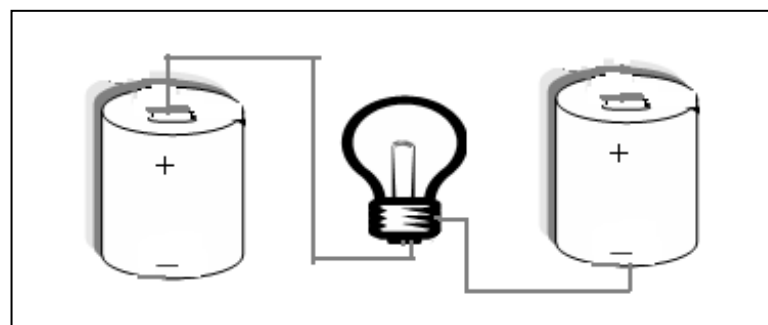
2.2 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא). אם לא, תקנו את החיבורים כדי שהן תדלקנה.



2.3 האם הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא). אם לא, תקנו את החיבורים כדי שהן תדלקנה.

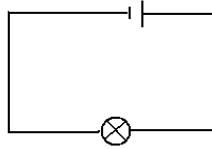


2.4 האם הנורה במעגל הבא דולקת? (כן/לא). אם לא, תקנו את החיבורים כדי שהיא תדלק.

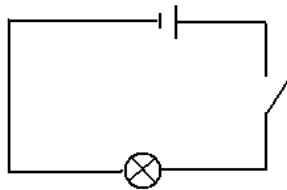


3. בשאלות 3.1-3.7 נתונים שרטוטים סכמאטיים (עם סימונים מוסכמים) של מעגלים חשמליים המכילים סוללות ונורות. עליכם לקבוע האם הנורות דולקות ואם לא להציע כיצד לתקן את החיבורים כדי שתדלקנה.

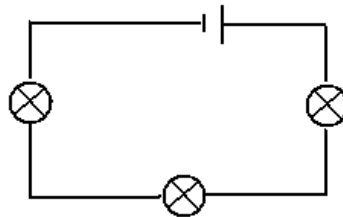
3.1 האם הנורה במעגל הבא דולקת? (כן/לא). תקנו את השרטוט כדי שהיא תדלק.



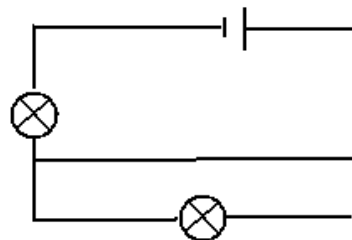
3.2 האם הנורה במעגל הבא דולקת? כן/לא. תקנו את השרטוט כדי שהיא תדלק.



3.3 האם כל הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא). תקנו את השרטוט כדי שתדלקנה.

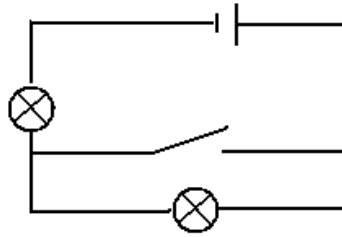


3.4 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא). אם לא, תקנו את השרטוט כדי ששתיהן תדלקנה.

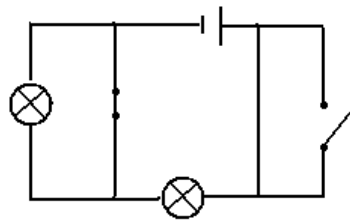


3.5 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא). אם לא, תקנו את השרטוט כדי ששתיהן תדלקנה.

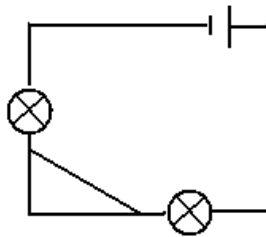
ערכת ה.ל.ה בנושא: חשמל



3.6 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא). אם לא, תקנו את השרטוט כדי ששתיהן תדלקנה.



3.7 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא) אם לא, תקנו את השרטוט כדי ששתיהן תדלקנה.



4. ברשותכם נורה, סוללה ומספר תיילים.

4.1. השתמשו ברכיבים האלה ושרטטו מעגל חשמלי בו הנורה דולקת.

4.2. השתמשו ברכיבים האלה ושרטטו מעגל חשמלי בו הנורה אינה דולקת.

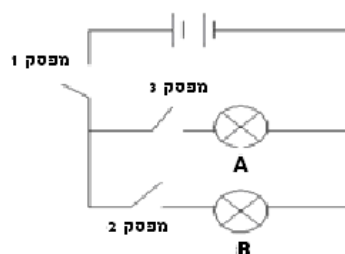


5. לפניכם צילום של מעגל חשמלי המכיל סוללה, נורה ומפסק.

5.1 שרטטו את המעגל בעזרת סימונים המוסכמים בשרטוט מעגלים חשמליים (שרטוט סכמטי).

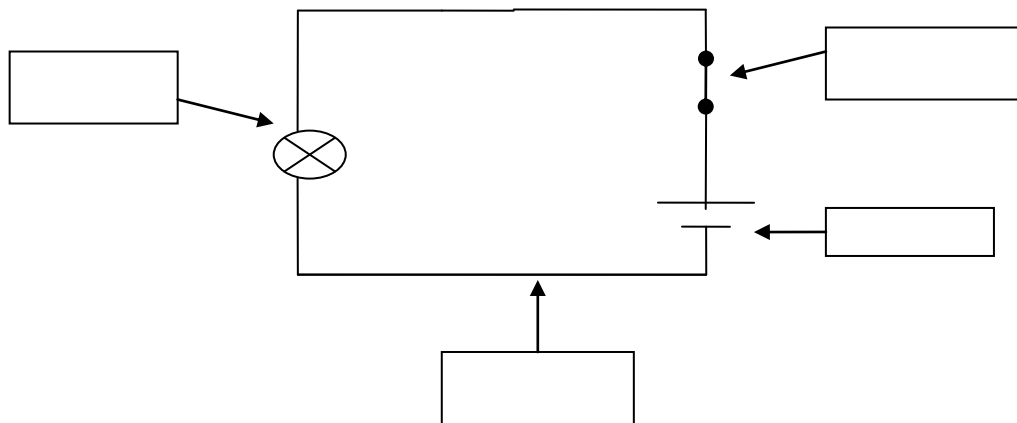
5.2 האם הנורה תאיר כאשר סוגרים את המפסק? הסבירו.

6. נתון המעגל הבא :



האם הנורות A ו-B מאירות? הסבירו את תשובתכם.

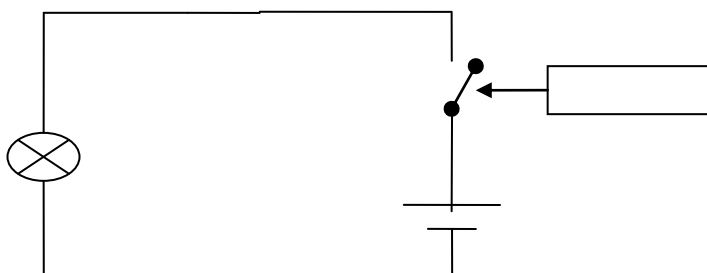
7. נתון המעגל החשמלי הבא :



7.1 השלימו במשבצות הריקות את שמות הרכיבים במעגל .

7.2 האם המעגל סגור או פתוח?

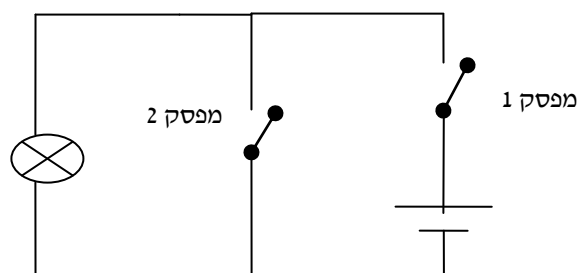
8. נתון המעגל החשמלי הבא :



8.1 השלימו במשבצת הריקה את שם החלק המסומן במעגל וציינו את מצבו.

8.2 האם המעגל סגור או פתוח?

9. לפניכם תרשים של מערכת שבה מחוברים שני מפסקים פתוחים.

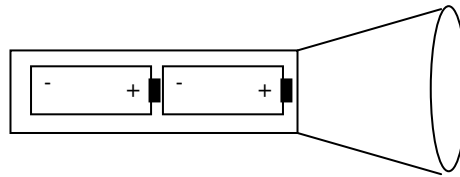


אם רוצים שהנורה תאיר, יש לסגור את המפסקים הבאים :

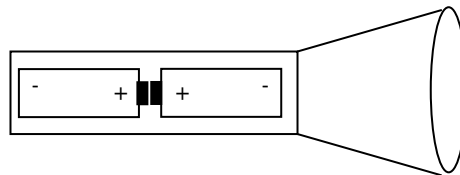
- מפסק 1 בלבד
- מפסק 2 בלבד
- מפסקים 1 ו-2.

ד. אסור לסגור אף מפסק.

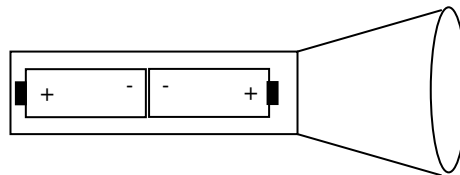
10. השרטוט הבא מראה פנס וארבעה אופנים שבהם מונחות סוללות זהות בתוכו. איזה שרטוט מראה את סידור הסוללות המאפשר להפעיל את הפנס?



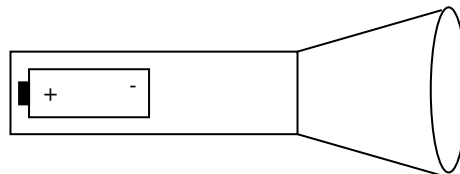
א



ב

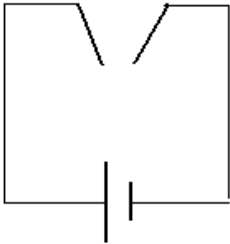


ג



ד

מבוא - חזרה על הנושא – מטען חשמלי

11. משפשים סרגל פלסטי בבד משי.
- 11.1. תארו כיצד יכולה פעולה זו להשפיע על מספר האלקטרונים בסרגל.
- 11.2. מה עלול להתרחש אם הסרגל המשוּפֵּשֵׁף נוגע בשולחן? הסבירו.
12. ילד נגע ברכב שנסע במהירות במזג אוויר יבש מאוד. כתוצאה מכך "סמרו" שערתיו של הילד.
- 12.1. הסבירו מדוע "סמרו" שערתיו של הילד?
- 12.2. מה יקרה אם לאחר הנגיעה ברכב, ייגע הילד בידו בקיר הבית? הסבירו.
13. (שאלה להרחבה⁸) נתון מוט מבודד הטעון חשמלית. כאשר מקרבים אליו פיסות נייר (או שיער), מתקבלת השפעה מרחוק (ללא מגע) על פיסות הנייר הנמשכות למוט. הסבירו את התופעה.
14. אלקטרוסקופ עלים הוא מכשיר מבודד המאפשר לטעון שני עלי מתכת דקיקים באותו מטען חשמלי. בתמונה שלפניכם נראה אלקטרוסקופ עלים אשר שני עלי המתכת שלו מופרדים.
- 
- האם לדעתכם האלקטרוסקופ בתמונה טעון במטען חשמלי? הסבירו
15. לפניכם שרטוט המתאר שני עלים המחוברים לקטבים נגדיים של סוללה. העלים נמשכים זה לזה.
- 
- 15.1 האם לדעתכם העלים טעונים? הסבירו.
- 15.2 אם לדעתכם העלים טעונים, סמנו על גבי האיור מטענים.
16. משאיות המובילות דלק מחויבות לגרור מאחריהן שרשרת ברזל (או חומר מוליך אחר). סמנו את המשפט הנכון המסביר זאת.
- א. המשאית מחויבת ליצור רעש לאזהרה כאשר היא נעה על הכביש.
- ב. המשאית פורקת בדרך זו את עודף המטען המצטבר עליה כתוצאה מנסיעתה באוויר.
- ג. נהג המשאית נעזר בשרשרת כאשר נוצר תקר (פנצ'ר) באחד הגלגלים.
- ד. השרשרת מיועדת לגרור את מכסה מחסן הדלק בתחנת הדלק.

⁸ הנושא השראה אלקטרוסטטית מוסבר ברקע המדעי אך אינו מפורט בהצעות למהלך השיעור

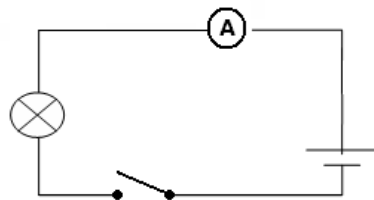
הזרם והמטען החשמלי

17. ככול שעוצמת הזרם גדולה יותר משמעות הדבר היא :
א. שמספר המטענים העוברים דרך חתך המוליך ביחידת זמן קטן יותר
ב. שמספר המטענים העוברים דרך חתך המוליך ביחידת זמן גדול יותר
ג. מספר המטענים ליחידת זמן אינו קשור לעוצמת הזרם

18. האם משפיע מגנט על מחט מצפן?
א. אין כל השפעה למגנט על מצפן.
ב. המגנט יגרום למחט המצפן להסתובב במהירות הולכת וגדלה.
ג. המגנט יגרום למחט המצפן לסטות מכיוונה המקורי.
ד. המגנט עלול להיפגע מהמצפן ולאבד את המגנטיות שלו.

19. מה קורה כאשר מקרבים מצפן לתיל חשמלי שבו עובר זרם חשמלי?
א. לא יקרה דבר ללא קשר לכיוון התיל
ב. הזרם בתיל יפסק
ג. מחט המצפן יכולה לשנות את כיוונה
ד. יתרחש היפוך קטבים במחט המצפן.

20. נתון המעגל הבא :



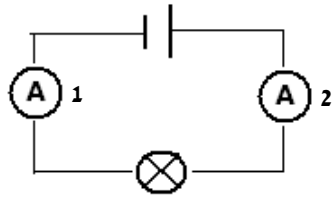
- 20.1 מה יראה האמפרמטר כאשר המפסק פתוח
א. אין זרם במעגל
ב. זרם גדול מאוד
ג. האמפרמטר אינו מחובר נכון ולכן לא יראה את הקריאה הנכונה.

- 20.2 האם הנורה מאירה כאשר המפסק פתוח? הסבירו.

- 20.3 סוגרים את המפסק. האם הזרם במעגל ישתנה בעקבות כך? הסבירו.

- 20.4 הוסיפו לציור חץ המייצג את כיוון הזרם המוסכם.

ערכת ה.ל.ה בנושא: חשמל



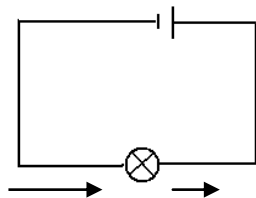
21. אסף וסיגל מתווכחים ביניהם על עוצמת הזרם במעגל הבא :

אסף טוען שהזרם שיראה אמפרמטר 1 יהיה קטן יותר מהזרם שיראה אמפרמטר 2 כי הזרם היוצא מהסוללה נחלש לאחר שהוא עובר בנורה. סיגל טוענת שהזרם לאורך כל המעגל קבוע.

21.1 מי לדעתכם צודק, אסף או סיגל? הסבירו את תשובתכם.

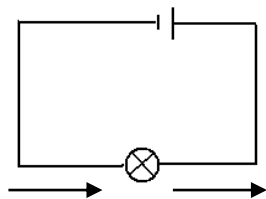
21.2 הציעו שיטה נוספת לבדוק את עוצמת הזרם במקומות שונים במעגל.

21.3 האם תשובתכם תשתנה אם במקום נורה נחבר למעגל מכשיר חשמלי?

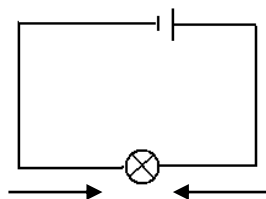


22. לפניכם מעגל חשמלי. עוצמת הזרם במעגל וכיוונו מיוצגת באיור באמצעות גודל חץ וכיוונו. סמנו את האיור שבו מתוארים חיצו הזרם בצורה הנכונה ביותר.

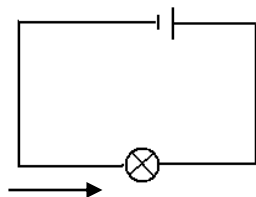
א



ב



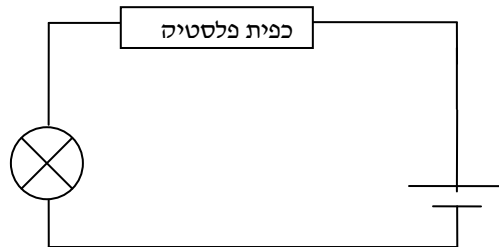
ג



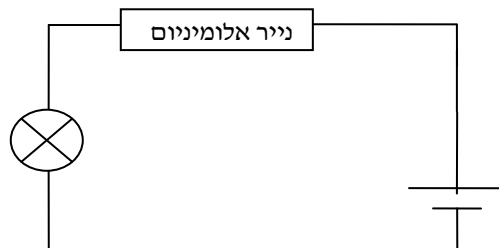
ד

גורמים המשפיעים על הזרם

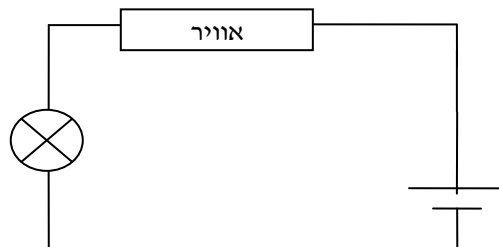
23. התרשים הבא מראה סוללה ונורה המחוברות ע"י תיילי חשמל לחומרים שונים. הקיפו בעיגול את כל המצבים בהם הנורות יאירו.



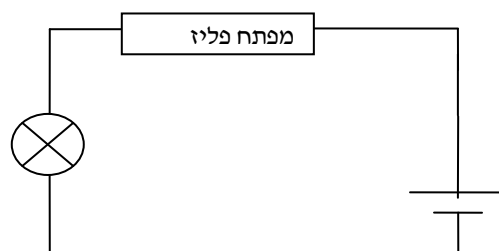
א



ב



ג



ד

24. יוסי רצה לרכוש מברג איכותי על מנת לתקן את השקע החשמלי שבביתו. הוא רכש מברג שהיה עשוי כולו מתכת משובחת המיועד לבנאים ואינסטלטורים. האם יכול יוסי להשתמש במברג לתיקון השקע החשמלי? הסבירו.

25. מכשירים חשמליים רבים עשויים מפלסטיק. ציינו את היתרון הגדול שיש לפלסטיק במכשירים אלה.

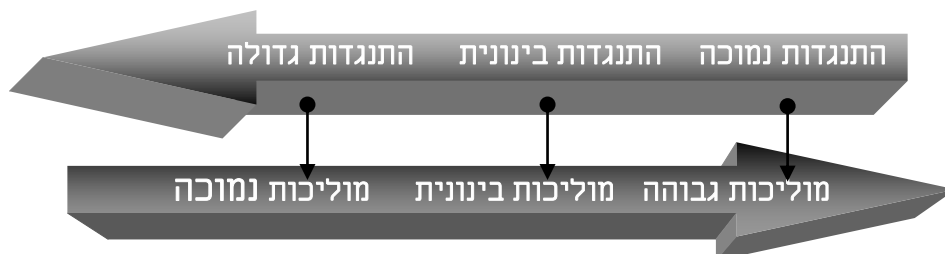
26. המשפטים הבאים מתייחסים לעוצמת הזרם דרך מוליך במעגל חשמלי טורי. השלימו :
א. ככל ששטח החתך של המוליך גדול יותר מספר האלקטרונים גדל . על כן עוצמת הזרם _____.
ב. ככל ששטח החתך של המוליך קטן יותר מספר האלקטרונים העוברים קטן יותר ולכן עוצמת הזרם _____.
ג. ככול שאורך המוליך גדול יותר ההתנגדות _____ ולכן עוצמת הזרם _____.

27. אוהד ובני שני חברים משכבה ח' מתווכחים ביניהם :
אוהד: מקור האלקטרונים הזורמים במעגל חשמלי הוא בסוללה.
בני: האלקטרונים הזורמים במעגל חשמלי נמצאים במוליכים ותפקיד הסוללה הוא לגרום לזרימתם במוליך.
מי צודק מבין שניהם? הסבירו את תשובתכם.

מוליכות והתנגדות

28. עיינו בתרשים שלפניכם והשלימו את המשפטים הבאים :

- 28.1 כאשר ההתנגדות של החומר גדולה המוליכות _____
28.2 כאשר ההתנגדות של החומר קטנה המוליכות _____
28.3 כאשר ההתנגדות של החומר בינונית המוליכות _____



29. לפניכם שני תילי נחושת בעלי חתך עגול ובאורך 10 מטרים. קוטר תיל א הוא 5 מ"מ וקוטר תיל ב הוא 10 מ"מ.

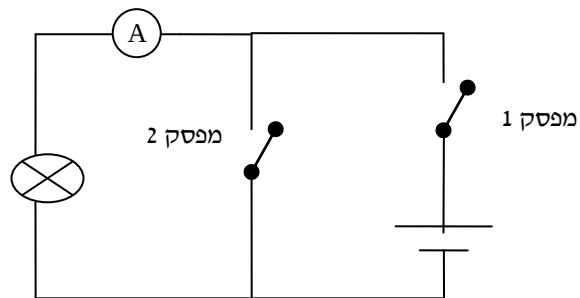
29.1 למי מהתילים תהיה התנגדות נמוכה יותר?

- א. לתיל א
- ב. לתיל ב
- ג. לשני התילים תהיה התנגדות זהה
- ד. שני התילים לא מוליכים

29.2 הסבירו מדוע בחרתם בתשובה זו.

חיבור בטור ובמקביל

30. לפניכם תרשים של מערכת שבה מחוברים אמפרמטר ושני מפסקים פתוחים.

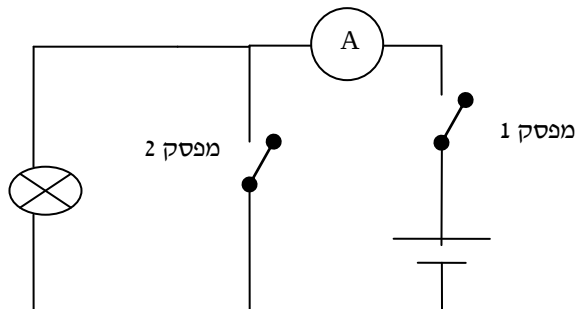


30.1 על מנת שאמפרמטר A יראה את הזרם הגדול ביותר יש לסגור את המפסקים הבאים:

- א. מפסק 1 בלבד
- ב. מפסק 2 בלבד
- ג. מפסקים 1 ו-2
- ד. אין לסגור אף מפסק.

30.2 הסבירו את תשובתכם.

31. לפניכם תרשים של מערכת שבה מחוברים שני מפסקים פתוחים ואמפרמטר.



31.1 על מנת שהאמפרמטר A יראה את הזרם הגדול ביותר יש לסגור את המפסקים הבאים :

- א. מפסק 1 בלבד
- ב. מפסק 2 בלבד
- ג. מפסקים 1 ו- 2
- ד. אין לסגור אף מפסק.

31.2 מחליפים את מפסק 2 בנורה זהה לנורה הנמצאת במעגל וסוגרים את מפסק 1. כתוצאה מכך :

- א. שתי הנורות דולקות באור זהה
- ב. אף נורה אינה דולקת
- ג. הנורה הקרובה לסוללה דולקת בעוצמה גדולה יותר מאשר הנורה השנייה הרחוקה יותר.
- ד. הנורה הקרובה לסוללה דולקת בעוצמה חלשה יותר מאשר הנורה השנייה הרחוקה יותר.

31.3 האם הנורה מוליכה זרם חשמלי? הסבירו.

32. ביריד שעשועים גדול, רצו להאיר גדר חיה ארוכה המורכבת מצמחים טרופיים אקזוטיים. המתקינים בחרו לחבר את הנורות בטור. איזה חיסרון בולט קיים בחיבור מערכת תאורה כזו בטור? הסבירו.

33. המנעול החשמלי של כספות גדולות כולל שני מפתחות שצריכים להסתובב ביחד כדי לפתוח את הכספת. כל מפתח כזה סוגר מפסק חשמלי אחר.

33.1 כיצד מחוברים בניהם המפסקים, בטור או במקביל? הסבירו.

33.2 שרטטו את המעגל החשמלי המכיל את המנעול החשמלי, מקור חשמלי ואת שני המפסקים.

34. מעגלי חשמל בבתי מגורים הינם מקבילים, ולא טוריים. מה היתרון בשימוש במעגלים מקבילים בבתי מגורים?

35. בביתו של דוד מותקנות שתי דלתות. דוד רצה להשתמש בפעמון חשמלי אחד שיופעל על ידי שני מפסקים הנמצאים כל אחד ליד דלת אחרת באופן נפרד, כלומר ניתן יהיה להפעיל את הפעמון מכל דלת באופן עצמאי.

35.1 כיצד יהיה מחובר הפעמון אל מפסקי הדלתות?

א. במקביל

ב. בטור

ג. אין אפשרות לחבר את הפעמון שישרת את שתי הדלתות.

35.2 אם אפשר לדעתכם לחבר את הפעמון לשתי הדלתות, שרטטו את המעגל החשמלי הרלוונטי.

36. נתונים הרכיבים הבאים: שלוש נורות זהות, סוללה ותיילי מתכת.

36.1 שרטטו מעגל חשמלי המשלב את כל הרכיבים אשר בו תארנה שלושת הנורות בעוצמתן המקסימאלית.

36.2 בהמשך לסעיף 36.1, האם ישתנה אור הנורה הראשונה אם נפרק מהמעגל את שתי הנורות האחרות? הסבירו.

37. נתונים הרכיבים הבאים: שתי נורות, סוללה ותיילי מתכת.

37.1 שרטטו מעגל חשמלי המשלב את שלושת הרכיבים והתיילים אשר בו תארנה הנורות בעוצמתן המקסימאלית.

37.2 הסבירו מדוע בחרתם בשיטת חיבור זו.

השפעת חוזק המקור על עוצמת הזרם

38. מה תפקיד הסוללה במעגל החשמלי? הסבירו.

39. ההדק החיובי בסוללה:

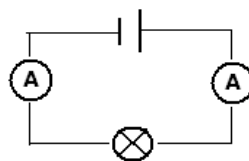
א. מושך אליו מטענים שליליים מהמוליך

ב. מושך אליו מטענים חיוביים מהמוליך

ג. דוחה מטענים שליליים לכיוון המוליך

ד. לא משפיע כלל על מטענים מכל סוג.

40. כיצד תשתנה עוצמת אור פנס אם נכניס לפנס סוללות משומשות "חלשות"? הסבירו מדוע.



41. נתון המעגל הבא:

41.1 כיצד משפיע חוזק הסוללה על הזרם במעגל?

41.2 איך אפשר להראות שתשובתכם נכונה? הסבירו.

41.3 האם יראו שני האמפרמטרים את אותה עוצמת זרם?

המרות אנרגיה במעגל חשמלי

42. משתמשים באנרגיה חשמלית כדי להדליק נורה בפנס. האם כמות אנרגיית האור שמפיקה הנורה בפנס (סמנו את המילה הנכונה) : **גדולה/קטנה/שווה** לכמות האנרגיה החשמלית שבה השתמשו כדי להדליקה? הסבירו את תשובתכם.

43. משתמשים באנרגיה חשמלית להפעלת מנורת ליבון.

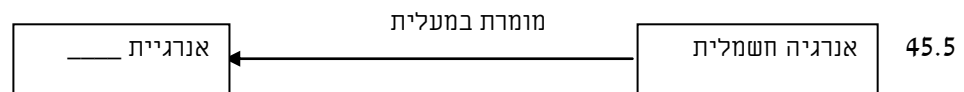
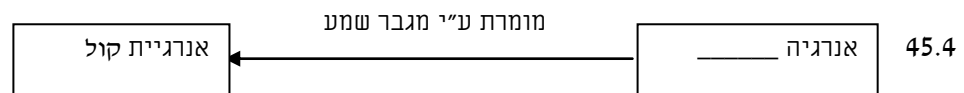
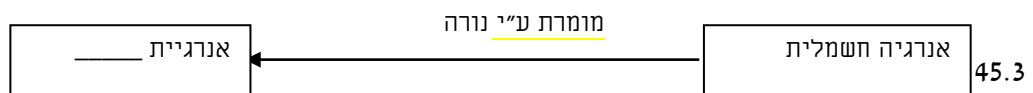
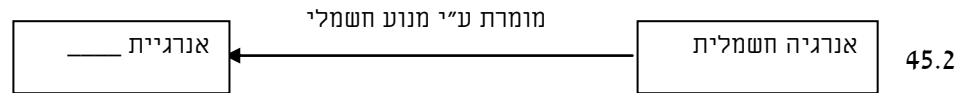
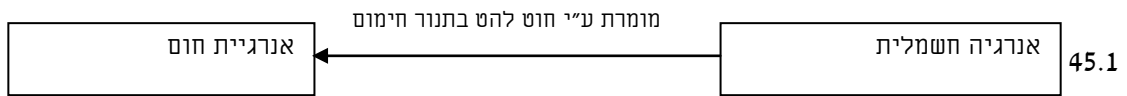
43.1 השלימו את המשפט הבא : מנורת הליבון ממירה את האנרגיה החשמלית לאנרגיית _____ ולאנרגיית _____.

43.2 מה היחס בין כמות האנרגיה החשמלית הנצרכת לכמות אנרגיית האור הנוצרת?
א. כמות האנרגיה החשמלית הנצרכת רבה מכמות אנרגיית האור הנוצרת.
ב. כמות האנרגיה החשמלית הנצרכת מועטת מכמות אנרגיית האור הנוצרת.
ג. כמות האנרגיה החשמלית הנצרכת שווה לכמות אנרגיית האור הנוצרת.

43.3 נורת ליבון נחשבת לנורה **לא יעילה** ("בזבזנית") **בניצול** אנרגיה חשמלית. האם קיימת נורה מסוג אחר היעילה יותר מנורת הליבון? אם אתם סבורים שקיימת נורה כזו, הסבירו מדוע היא יעילה יותר.

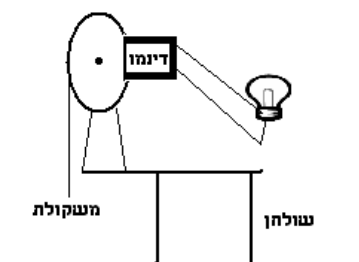
44. ציינו את היתרונות העיקריים בשימוש באנרגיה חשמלית.

45. השלימו את תרשימי המלבנים הבאים (ראו דוגמא):



46. המשפטים הבאים מתארים המרות אנרגיה שונות. הקיפו בעיגול את המשפטים בהם מעורבת אנרגיה חשמלית בתהליך.

- ילד צועק בקול רם
- מדורה מאירה את שמי הלילה
- המדריך מדבר במגפון כדי שכל הנוכחים יוכלו לשמוע
- להקה מנגנת שיר רוק על הבמה בהופעה
- לייזר חזק מאיר את העננים
- קופץ לגובה שובר את שיאו האישי.
- תנור חימום הפועל על נפט מחמם את החדר
- מזגן מופעל ביום חם



47. יובל, סהר וגיא ערכו ניסוי. הם תלו גלגל שהיה מחובר לדינמו. על הגלגל ליפפו חוט שקצהו היה מחובר למשקולת כבדה. כאשר שחררו את המשקולת, היא ירדה, משכה את החוט שסובב את הגלגל, והגלגל סובב את הדינמו. בשלב א, הדינמו לא היה מחובר לכל רכיב חשמלי. יובל וחבריו גילו שכאשר הם משחררים את המשקולת במקרה זה היא יורדת במהירות של 5 מטר לשנייה. הם חזרו על הניסוי מספר פעמים ובכל פעם קיבלו תוצאה דומה מאוד.

בשלב ב החליטו התלמידים לחבר לדינמו נורה. כאשר חזרו על הניסוי, הם גילו שהנורה מאירה במהלך ירידת המשקולת. התלמידים חזרו על שלב ב מספר פעמים וגילו שבכל פעם הנורה האירה.

47.1 מה הייתה מהירות המשקולת כאשר הנורה האירה (שלב ב) יחסית למהירותה בשלב א?

א. גבוהה יותר

ב. נמוכה יותר

ג. המשקולת נעה באותה המהירות כמו בשלב א

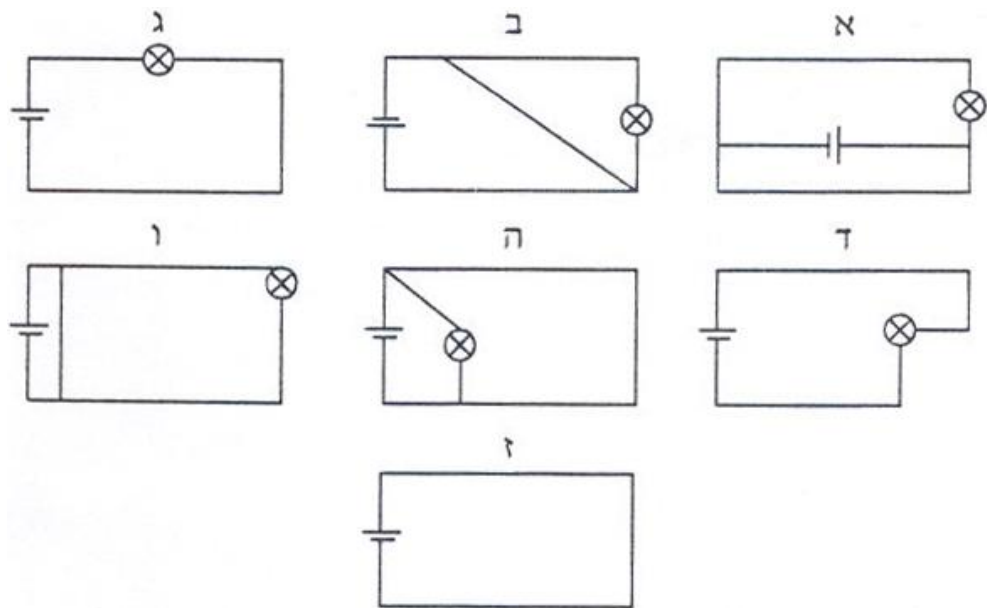
ד. בכל חזרה על הניסוי הייתה מהירות המשקולת בשלב ב שונה : פעם גבוהה יותר ופעם נמוכה יותר.

47.2 תארו את שני שלבי הניסוי בעזרת תרשים עוגה.

47.3 האם ניתן להסביר את שינוי מהירות המשקולת בעזרת סוג תרשים זה (עוגה)? הסבירו.

חשמל ובטיחות

48 . לפניכם מספר מעגלים חשמליים : א-ז.



48.1 באילו מהמעגלים יש קצר?

48.2 נמקו את בחירתכם.

48.3 מה עלול להתרחש במקרה של קצר במעגלים המתאימים המתוארים למעלה?

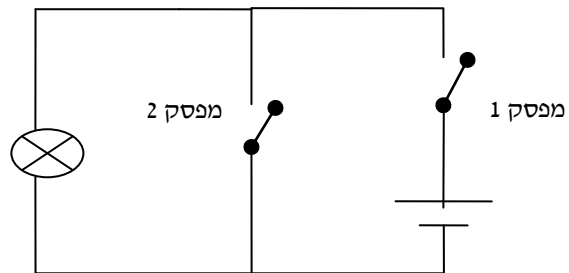
א. הנורה תאיר בעוצמה גדולה מהרגיל

ב. הנורה תאיר בעוצמה קטנה מהרגיל.

ג. הסוללה תיגמר תוך זמן קצר

ד. הנורה תאיר בעוצמה רגילה.

48.4 מה עלול להתרחש אם חלילה מתרחש קצר במערכת החשמל הביתית? הסבירו.



49. כדי ליצור קצר במעגל יש

לסגור את המפסקים הבאים:

א. מפסק 1 בלבד

ב. מפסק 2 בלבד

ג. מפסקים 1 ו-2

ד. אסור לסגור אף מפסק.

50. מה תפקידו של מפסק הפחת?

51. כיצד מזהה מפסק הפחת מצב שבו אדם יכול "להתחשמל"? הסבירו.

52. היכן ממוקם מפסק הפחת במערכת החשמל הביתית?

53. מהו תפקידה של הארקה?

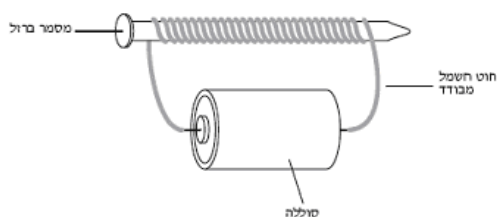
מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים

54. בטבלה הבאה מופיעים מקורות אנרגיה שונים המומרים לאנרגיה חשמלית. השלימו את הטבלה וציינו אם אלה מקורות אנרגיה מתחדשים או מתכלים.

שם תחנת הכוח	מקור האנרגיה	מתכלה או מתחדש
55.1 תחנה הידרו-חשמלית	שינוי בגובה מים	
55.2 תחנה תרמו-חשמלית	שרפת נפט/פחם/גז	
55.3 חשמל מהרוח	תנועת טורבינה	
55.4 תחנה גרעינית	חום המופק מתגובה גרעינית	
55.5 תחנה גיאותרמית	קיטור המופק מבטן האדמה	
55.6 תחנה סולארית	קרינת השמש	

55. השימוש בחוות סולאריות פופולארי בשנים האחרונות. הפקת אנרגיה חשמלית ישירות מהשמש נחשבת נקייה לסביבה ויעילה למדי יחסית לתחנות הכוח התרמו-חשמליות המנצלות דלקים מתכלים. עם זאת, ייצור הלוחות הסולאריים דורש אנרגיה רבה ויש הטוענים שבכל תקופת פעילותו של לוח סולארי הוא אינו מייצר את כמות האנרגיה שנדרשה ליצרו. האם אתם סבורים שיש להמשיך לייצר לוחות סולאריים למרות שלכאורה אין כדאיות כלכלית לכך? הסבירו את עמדתכם.

56. התרשים שלפניכם מראה מסמר ברזל שחוט חשמל מבודד מלוכף סביבו. חוט החשמל מחובר לסוללה.



- 56.1 מה יקרה למסמר כאשר זרם חשמלי יזרום בחוט?
- המסמר יותך
 - זרם חשמלי יעבור דרך המסמר
 - המסמר יהפוך למגנט
 - שום דבר לא יקרה למסמר

56.2 אם נחליף את הסוללה באיור בסוללה "חזקה" יותר, האם הדבר ישפיע על המסמר? הסבירו

57. מה יתרונו הגדול של האלקטרומגנט בשימוש טכנולוגי על פני המגנט? הסבירו והביאו דוגמא לכך.

58. על איזה עיקרון אנרגטי מבוסס ייצור חשמל בתחנות הידרואלקטריות?

א. המרה של אנרגיית גובה של המים לאנרגיית תנועה שלהם ולאחר מכן המרה של אנרגיית התנועה של המים לאנרגיה חשמלית ע"י הגנראטור.

ב. המרה של האנרגיה הכימית במים לאנרגיה חשמלית ע"י חימום המים לטמפרטורות גבוהות

ג. המרה של האנרגיה הכימית הטמונה ביצורים המיקרוסקופיים החיים במים לאנרגיה חשמלית.

ד. המרה בעזרת אלקטרוליזה של האנרגיה הגרעינית הטמונה בחמצן לאנרגיה חשמלית.

59. כיצד מייצרים חשמל בגנראטור?

א. מניעים ציר מתכת בתוך תמיסה ייחודית המייצרת זרם חשמלי.

ב. מניעים מגנט בתוך סליל מתכת וגורמים ע"י כך לזרם חשמלי בסליל.

ג. דוחפים מגנט אחד ליד מגנט שני עד להשגת שיווי משקל וזרמים חשמליים בין שני המגנטים.

ד. מסובבים סליל מתכת בתוך מעטפת נחושת וגורמים ע"י כך להופעת זרמים בנחושת.

ג. תשובון

מבוא - חזרה על הנושא מעגל חשמלי

1. זהו אלו רכיבים במעגל חשמלי מייצגים הסימנים המוסכמים הבאים:

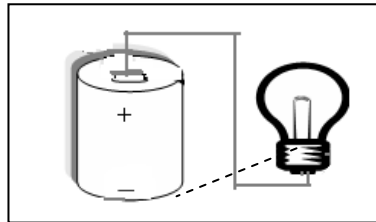
1.1 תשובה א

1.2 תשובה ב

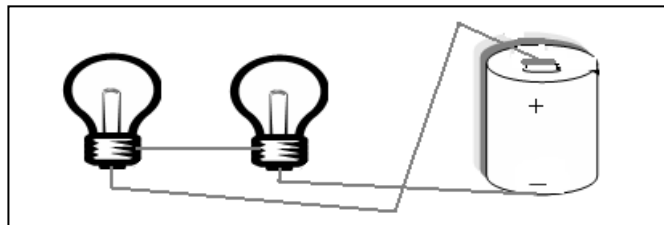
1.3 תשובה ג

1.4 כבל (תייל) חשמלי

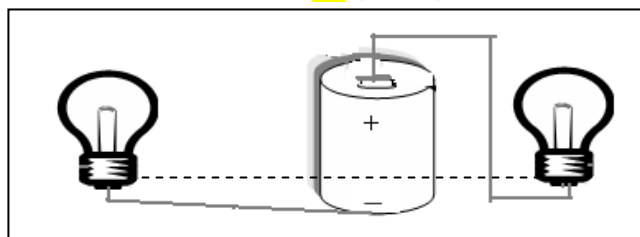
2.1 האם הנורה במעגל הבא דולקת? (כן/לא)



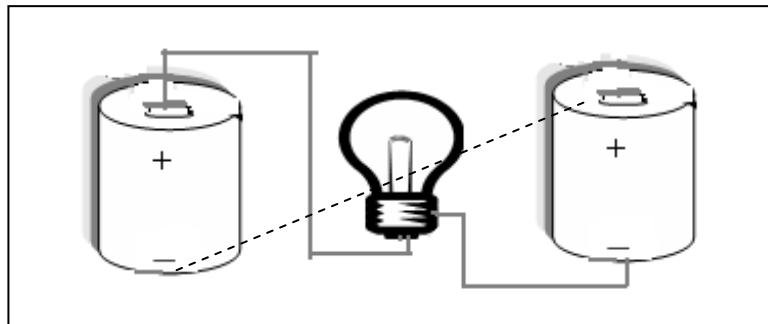
2.2 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא)



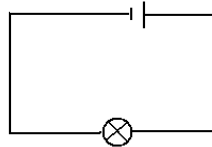
2.3 האם הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא)



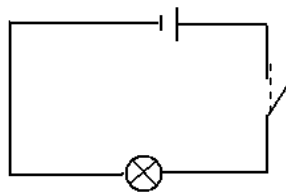
2.4 האם הנורה במעגל הבא דולקת? (כן/לא)



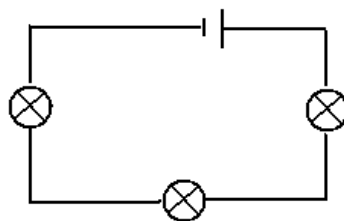
3.1 האם הנורה במעגל הבא דולקת? (כן/לא)



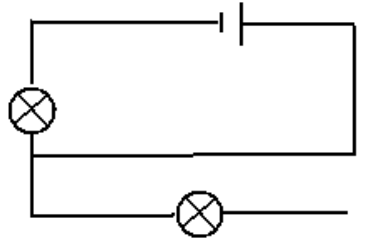
3.2 האם הנורה במעגל הבא דולקת? כן/לא יש לסגור את המפסק.



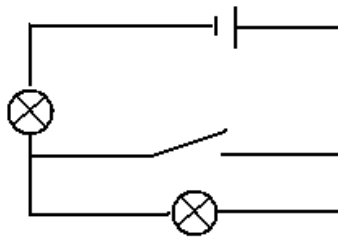
3.3 האם כל הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא)



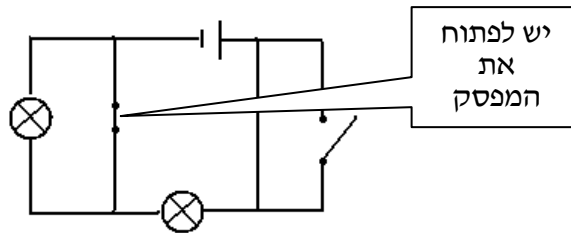
3.4 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא)



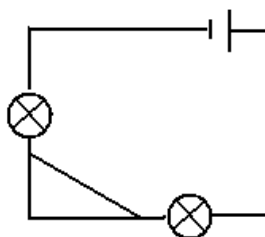
3.5 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא)



3.6 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא)



3.7 האם שתי הנורות במעגל הבא דולקות? (כן/לא)



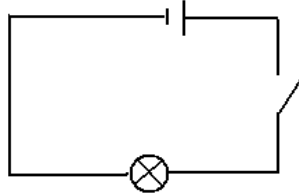
4. לרשותכם נורה, סוללה ומספר תיילים.

4.1. השתמשו ברכיבים האלה ושרטטו מעגל חשמלי בו הנורה דולקת.

4.2. השתמשו ברכיבים האלה ושרטטו מעגל חשמלי בו הנורה אינה דולקת.

5. לפניכם מעגל חשמלי מצולם

5.1 שרטטו את המעגל ע"פ הסימונים המוסכמים בשרטוט מעגלים חשמליים.



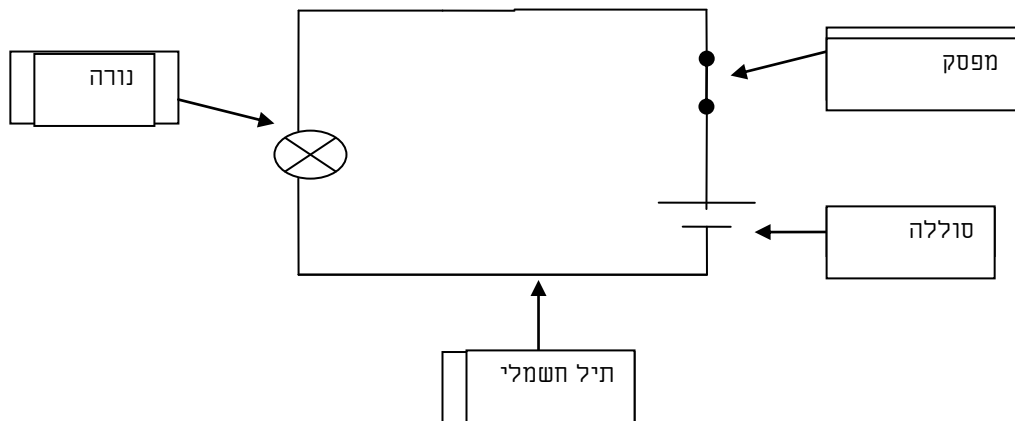
5.2 האם הנורה תאיר

הנורה תאיר כאשר המעגל סגור.

6. לפניכם נתון המעגל הבא :

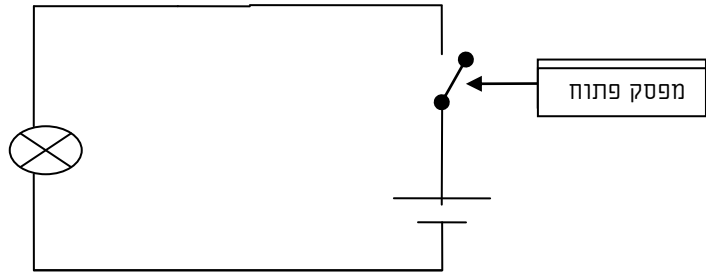
האם הנורות A ו-B מאירות? לא, כי כל המפסקים פתוחים.

7. השלימו במשבצות הריקות את שמות החלקים במעגל החשמלי הבא :



7.2 האם המעגל סגור או פתוח? **המעגל סגור**

8. השלימו במשבצות הריקות את שם החלק במעגל החשמלי הבא וציינו את מצבו :



8.2 האם המעגל סגור או פתוח? **המעגל פתוח.**

9. לפניכם תרשים של מערכת
תשובה א נכונה.

10. תשובה א נכונה.

מבוא - חזרה על הנושא – מטען חשמלי

11. משפטים סרגל פלסטי בבד משי.

- 11.1. תארו כיצד יכולה פעולה זו להשפיע על מספר האלקטרונים בסרגל:
הפעולה הזו יכולה לגרוע/להוסיף מטענים מהסרגל ולטעון אותו במטען.
11.2. מה עלול להתרחש אם נאפשר לסרגל המשופשף לגעת בשולחן?
מטענים יעברו מהשולחן לסרגל ומטענו יהפוך לניטרלי.

12. הילד נגע ברכב שנסע במהירות במזג אוויר יבש מאוד. כתוצאה מכך "סמרו" שערותיו של הילד.

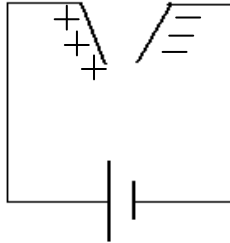
12.1. הסבירו מדוע "סמרו שערותיו" של הילד?

- מטען חשמלי עבר אל הילד ושערותיו הטעונות במטענים זהים דחו זו את זו.
12.2. בהמשך ל- 12.1, מה יקרה אם יגע הילד בידו בקיר הבית? הסבירו.
אם הילד נגע בקיר, עבר המטען העודף לקיר ושערותיו חזרו למצבן הטבעי.

13. כאשר מקרבים מוט מבודד הטעון חשמלי פיסות נייר (או שיער), מתקבלת השפעה מרחוק (ללא מגע) על פיסות הנייר הנמשכים למוט. הסבירו התופעה.
המטען על מוט גורם קיטוב מטענים על פיסות הנייר וזה גורם למשיכה.

14. אלקטרוסקופ עלים....

האלקטרוסקופ טעון כי שני העלים טעונים במטען חשמלי בעל אותו סימן דוחים זה את זה.



15. לפניכם שרטוט המתאר שני עלים

העלים נמשכים זה לזה.

15.1 האם לדעתכם העלים טעונים? הסבירו.

הם טעונים במטענים מנוגדים.

15.2 סמנו על גבי האיור מטענים המסבירים את מצבם של העי

בצד החיובי של הסוללה המטענים חיוביים ובצד השלילי שלה, מטענים

16. משאיות המובילות דלק ...

תשובה ב נכונה.

הזרם והמטען החשמלי

17. ככול שעוצמת הזרם גדולה יותר

תשובה ב נכונה

18. האם משפיע מגנט על מחט המצפן?

תשובה ג נכונה.

19. מה קורה כאשר מקרבים מצפן לתיל חשמלי שבו עובר זרם חשמלי?

תשובה ג נכונה.

20.1 מה יראה האמפרמטר ...

תשובה א נכונה.

20.2 האם הנורה מאירה....

לא, כי אין זרם במעגל.

20.3 סוגרים את המפסק....

יהיה זרם והנורה תאיר.

20.4 הוסיפו לציור את כיוון הזרם : הזרם זורם מהקוטב השלילי של הסוללה לכיוון הקוטב

החיובי.

21. סיגל ואסף התווכחו ביניהם

21.1 מי לדעתכם צודק, אסף או סיגל? הסבירו.

סיגל צודקת. הזרם במעגל טורי זהה בכל מקום.

21.2 הציעו שיטה נוספת לבדוק את עוצמת הזרם במקומות שונים במעגל.

אפשר להשתמש במצפן ולבדוק את סטיית המחט במקומות שונים במעגל (שיטה פחות

מדויקת). אפשר גם להשתמש בנורה נוספת ולחברה במקומות שונים במעגל.

21.3 האם תשובתכם תשתנה אם במקום נורה נחבר למעגל מכשיר חשמלי? לא. נורה היא "מכשיר" חשמלי.

22. לפניכם מעגל חשמלי. ...

תשובה ב נכונה.

גורמים המשפיעים על הזרם

23. התרשים הבא מראה סוללה ונורה המחוברות ...

הנורות יאירו במצבים ב ו- ד.

24. יוסי רצה לרכוש מברג איכותי ..

לא, למברג שיוסי קנה אין בידוד חשמלי (ברזל מוליך מצוין) והדבר עלול לגרום להתחשמלות.

25. מכשירים חשמליים רבים עשויים מפלסטיק. ציינו את היתרון הגדול שיש לפלסטיק בבניית מכשירים אלה.

הפלסטיק נחשב למבודד מעולה ומקטין את הסיכוי להתחשמלות במקרה של תקלה במכשיר.

26. השלימו :

א. ככל ששטח החתך של המוליך גדול יותר מספר האלקטרונים גדל . על כן עוצמת

הזרם _____ גדלה _____

ב. ככל ששטח החתך של המוליך קטן יותר מספר האלקטרונים העוברים קטן יותר ולכן

עוצמת הזרם _____ קטנה _____

ג. ככול שאורך המוליך גדול יותר _____ גדלה _____ ההתנגדות ולכן עוצמת הזרם

_____ קטנה _____.

27. אוהד ובני שני חברים משכבה ח' התווכחו ביניהם...

בני צודק. הסוללה רק "דוחפת" את המטענים שנמצאים במוליכים

מוליכות והתנגדות

28. עיינו בתרשים שלפניכם והשלימו את המשפטים הבאים:

- 28.1 כאשר ההתנגדות של החומר גדולה המוליכות _____ קטנה _____
 28.2 כאשר ההתנגדות של החומר קטנה המוליכות _____ גדולה _____
 28.3 כאשר ההתנגדות של החומר בינונית המוליכות _____ בינונית _____

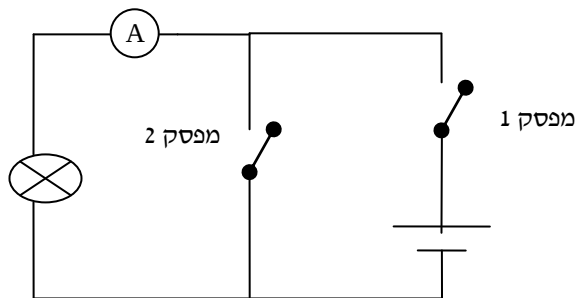
29. לפניכם שני כבלי נחושת...

29.1 תשובה ב נכונה

29.2 הסבירו מדוע בחרתם בתשובה זו: ככול שקוטר הכבל גדול יותר, התנגדותו קטנה יותר (מכיל יותר מטענים חופשיים באותה יחידת אורך).

חיבור בטור ובמקביל

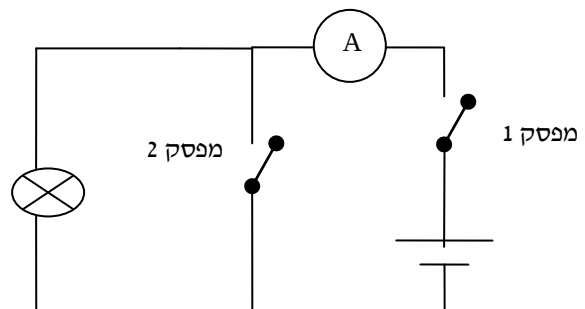
30. לפניכם תרשים של מערכת שבה מחוברים אמפרמטר ושני מפסקים פתוחים.



30.1 על מנת שהאמפרמטר A תשובה א נכונה

30.2 מפסק 1 יסגור את המעגל באופן כללי (מחובר להדק הסוללה). סגירת מפסק 2 תגרום לקצר וזרם לא יעבור כלל באמפרמטר. סגירת מפסק 1 תסגור מעגל הכולל את הסוללה, האמפרמטר והנורה.

31. לפניכם תרשים של מערכת שבה מחוברים שני מפסקים פתוחים ואמפרמטר.



31.1 על מנת שהאמפרמטר A יראה את ...

תשובה ג נכונה

31.2 מחליפים את מפסק 2 בנורה זהה

תשובה א נכונה

31.3 האם הנורה מוליכה זרם חשמלי? הסבירו.

הנורה מוליכה זרם חשמלי והאמפרמטר מראה זאת. הנורה היא למעשה נגד חלש שהזרם עובר דרכה והיא מאירה בהתאם לעוצמת הזרם.

32. ביריד שעשועים גדול איזה חיסרון בולט קיים בחיבור מערכת תאורה כזו בטור?

הסבירו.

החיסרון הוא שאם תישרף נורה אחת, המעגל יפתח וכל הנורות יפסיקו לעבוד.

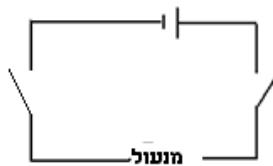
33. המנעול החשמלי של כספות גדולות ...

33.1 כיצד מחוברים בניהם המפסקים, בטור או במקביל? הסבירו.

המפסקים מחוברים בטור. שניהם חייבים להיסגר כדי לסגור את המעגל ולשחרר את המנעול.

33.2 שרטטו את המעגל החשמלי המכיל את המנעול החשמלי, מקור חשמלי ואת שני

המפסקים.



34. מעגלי חשמל בבתי מגורים חייבים להיות מקבילים, ולא סדרניים. מה היתרון בשימוש במעגלים

מקבילים בבתי מגורים?

בצורה זו ניתן להפעיל מכשירי חשמל באופן עצמאי וללא קשר למכשירים אחרים. חיבור מסוג

זה מאפשר לכל מכשיר חשמלי לסגור את המעגל באופן בלתי תלוי.

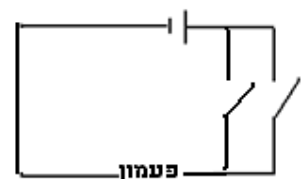
35. בביתו של דוד מותקנות שתי דלתות. דוד רצה להשתמש בפעמון חשמלי אחד שיופעל על ידי

שני מפסקים הנמצאים כל אחת ליד דלת אחרת באופן נפרד, כלומר ניתן יהיה להפעיל את

הפעמון מכל דלת באופן עצמאי.

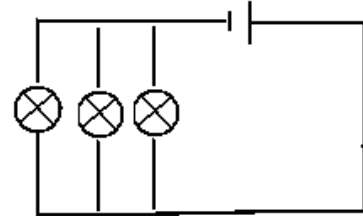
35.1 תשובה א נכונה.

35.2 במידה ואפשר לחבר את הפעמון לשתי הדלתות, שרטטו את המעגל החשמלי הרלוונטי.



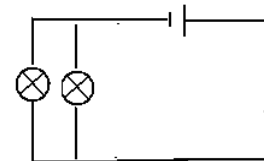
36. לפניכם הרכיבים הבאים : שלוש נורות זהות, סוללה ותיילי מתכת.

36.1. שרטטו מעגל חשמלי המשלב את כל הרכיבים, ואשר בו תארנה שלושת הנורות בעוצמתן המקסימלית.



36.2. בהמשך לסעיף 37.1, האם ישתנה אור הנורה הראשונה אם נפרק מהמעגל את שתי הנורות האחרות? הסבירו.
במעגל המקבילי שצויר הדבר לא ישנה או ישפיע על שתי הנורות האחרות.

37. לפניכם הרכיבים הבאים : שתי נורות, סוללה ותיילי מתכת.
37.1. שרטטו מעגל חשמלי המשלב את שלושת הרכיבים והתיילים בו תארנה הנורות בעוצמתן המקסימלית.



37.2. הסבירו מדוע בחרתם בשיטת חיבור זו? החיבור הוא במקביל וכל צרכן (נורה) מחובר במקרה זה לסוללה באופן עצמאי.

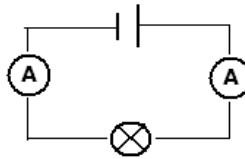
השפעת המקור על עצמת הזרם

38. מה תפקיד הסוללה במעגל החשמלי? הסבירו.
תפקיד הסוללה הוא להיות הגורם המניע של המטענים, ולהיות המקור לאנרגיה של המטענים.

39. ההדק החיובי בסוללה :
תשובה א נכונה.

40. כאשר מכניסים לפנס סוללות משומשות "חלשות"
סוללות חדשות הן מקור אנרגיה גדול יותר מאשר סוללות חלשות ולכן יוצרות זרם גדול יותר במעגל.

41. נתון המעגל הבא :



41.1. כיצד משפיעה עוצמת הסוללה על הזרם במעגל?

ככל שהסוללה תהיה חזקה יותר עוצמת הזרם תהיה גדולה יותר.

41.2. איך אפשר להראות שתשובתכם נכונה? הסבירו.

ניתן לשנות את ערכי הסוללה ולבדוק את עוצמת ההארה של הנורה ואת קריאת מדי הזרם.

41.3. האם יראו שני האמפרמטרים את אותה עוצמת זרם? כן. הזרם במעגל טורי שווה בכל מקום במעגל.

המרות אנרגיה במעגל חשמלי

42. משתמשים באנרגיה חשמלית כדי להדליק נורה בפנס. האם כמות אנרגיית האור שמפיקה הנורה בפנס (סמנו את המילה הנכונה) : **גדולה/קטנה** /שווה לכמות האנרגיה החשמלית שבה השתמשו כדי להדליקה? הסבירו את תשובתכם.
חלק מהאנרגיה החשמלית הופך לחום.

43. משתמשים באנרגיה חשמלית להפעלת מנורת ליבון.

43.1. השלימו את המשפט הבא : מנורת הליבון ממירה את האנרגיה החשמלית לאנרגיית **אור** _____ ולאנרגיית **חום** _____.

43.2. מה היחס בין כמות האנרגיה החשמלית הנצרכת לכמות אנרגיית האור הנוצרת?
תשובה א נכונה

43.3. נורת ליבון נחשבת לנורה "בזבזנית"

נורה פלוריצנטית יעילה יותר מנורת ליבון מהסיבה שפחות אנרגיה חשמלית מתבזבזת על חום יחסית לנורת ליבון.

44. ציינו את היתרונות העיקריים בשימוש באנרגיה חשמלית והסבירו אותם.

א. קלה מאוד להעברה.

ב. נוחה מאוד לשימוש - קל להמיר אותה בכל סוגי האנרגיה האחרים.

ג. אינה מצריכה מקום איכסון.

45. השלימו את תרשימי המלבנים הבאים (ראו דוגמא):



46. המשפטים הבאים מתארים המרות אנרגיה שונות. הקיפו בעיגול את המשפטים בהם מעורבת אנרגיה חשמלית בתהליך.

ילד צועק בקול רם

מדורה מאירה את שמי הלילה

המדריך מדבר במגפון כדי שכל הנוכחים יוכלו לשמוע

להקה מנגנת שיר רוק על הבמה בהופעה

לייזר חזק מאיר את העננים

קופץ לגובה שובר את שיאו האישי.

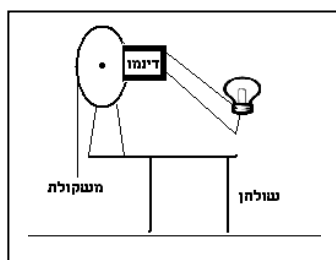
תנור חימום הפועל על נפט מחמם את החדר

מזגן מופעל ביום חם

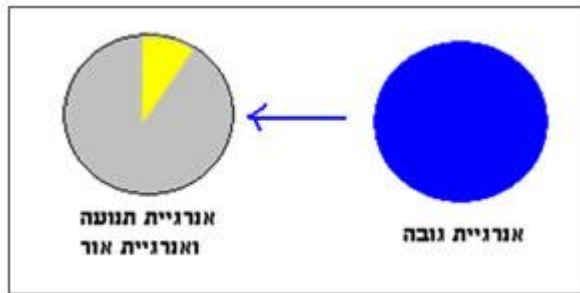
47. יובל, סהר וגיא ערכו ניסוי. הם תלו גלגל שהיה מחובר לדינמו. על הגלגל ליפפו חוט שקצהו היה מחובר למשקולת כבדה. כאשר שחררו את המשקולת, היא ירדה, משכה את החוט ששובב את הגלגל, והגלגל סובב את הדינמו. בשלב א, הדינמו לא היה מחובר לכל רכיב חשמלי. יובל וחבריו גילו שכאשר הם משחררים את המשקולת במקרה זה

היא יורדת במהירות של 5 מטר לשנייה. הם חזרו על הניסוי מספר פעמים ובכל פעם קיבלו תוצאה דומה מאוד.

בשלב ב החליטו התלמידים לחבר לדינמו נורה. כאשר חזרו על הניסוי, הם גילו שהנורה מאירה במהלך ירידת המשקולת. התלמידים חזרו על שלב ב מספר פעמים וגילו שבכם פעם הנורה האירה.



47.1. מה היתה מהירות המשקולת כאשר הנורה האירה (שלב ב) יחסית למהירותה בשלב א?
תשובה ב נכונה.

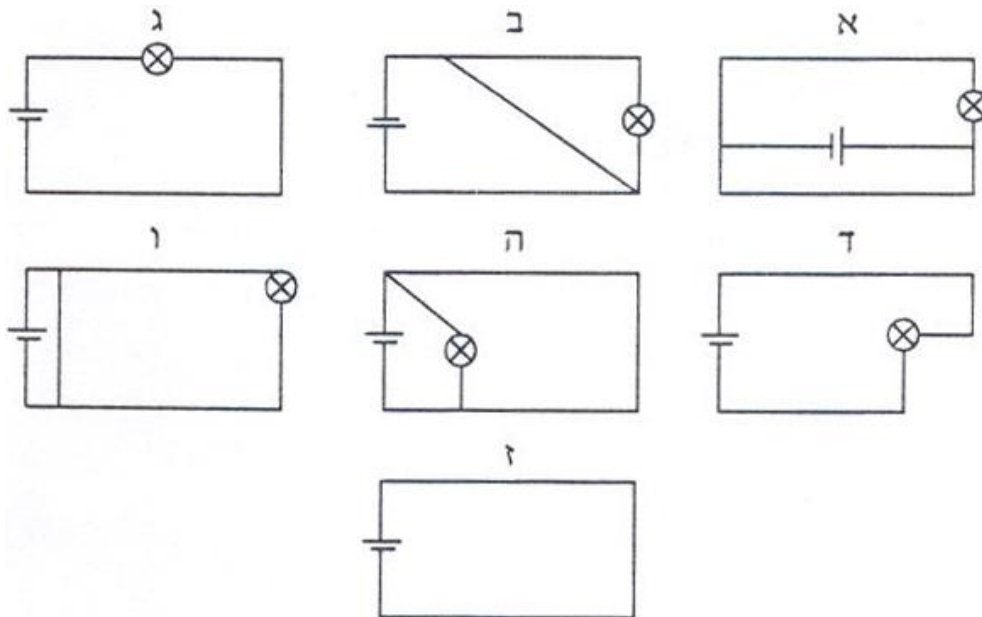


47.2. תארו את שני שלבי הניסוי בעזרת תרשים עוגה.

47.3. האם ניתן להסביר את שינוי מהירות המשקולת בעזרת סוג תרשים זה (עוגה)? הסבירו.
ניתן להסביר זאת בצורה הבאה: מכיוון שכמות האנרגיה הכוללת שווה, הרי שאם חלק מהאנרגיה הופך לאנרגיית אור וחום בשלב ב, הדבר בא "על חשבון" אנרגיית התנועה של המשקולת ולכן היא תהיה איטית יותר.

חשמל ובטיחות

48. לפניכם מספר מעגלים חשמליים: א-ז.



48.1. באילו מהם יש מצב של קצר?
קיים קצר במעגלים א, ב, ה, ו

48.2. נמקו את בחירתכם: התילים הנוספים מאפשרים לזרם לזרום ישירות מקוטב אחד של הסוללה לקוטב השני.

48.3 מה עלול להתרחש במקרה ...
תשובה ג נכונה.

48.4 מה עלול להתרחש אם
עלולה להתרחש שריפה כי הזרם יהיה גדול מאוד.

49. כדי ליצור קצר במעגל יש לסגור את המפסקים הבאים :
תשובה ג נכונה

50. מה תפקידו של מפסק הפחת?
להגן עלינו מפני התחשמלות : לא לאפשר לזרם חשמלי לעבור דרך גופנו לכדור הארץ

51. כיצד מזהה מפסק הפחת מצב שבו אדם יכול "להתחשמל"? הסבירו.

כאשר נוצר הבדל בין הזרם הנכנס לבית לבין הזרם היוצא ממנו מנתק מפסק הפחת את הזרם.
הבדל כזה יכול להיווצר זרם עובר מרשת החשמל דרכנו אל כדור הארץ ויש סכנת התחשמלות.

52. היכן ממוקם מפסק הפחת במערכת החשמל הביתית?
בארון החשמל הביתי.

53. מה תפקידה של הארקה?
להוליך זרם חשמלי מגוף מכשיר מקולקל לכדור הארץ ובכך להגן עלינו מפני התחשמלות.

מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים

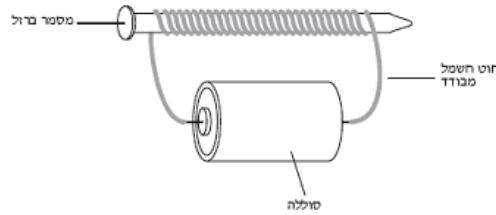
54. בטבלה הבאה מופיעים מקורות אנרגיה שונים המומרים לאנרגיה חשמלית. השלימו את הטבלה וציינו אם אלה מקורות אנרגיה מתחדשים או מתכלים.

55. השימוש בחוות סולאריות

	שם תחנת הכוח	מקור האנרגיה	מתכלה או מתחדש
55.1	תחנה הידרו-חשמלית	שינוי גובה של מים (נפילה)	מתחדש
55.2	תחנה תרמו-חשמלית	שרפת נפט/פחם/גז	מתכלה
55.3	חשמל מהרוח	רוח מסובבת טורבינה	מתחדש
55.4	תחנה גרעינית	חום המופק מפירוק גרעיני	מתכלה
55.5	תחנה גיאותרמית	קיטור המופק מבטן האדמה	מתחדש
55.6	תחנה סולארית	קרינת השמש	מתחדש

שאלת עמדות ודיון פתוח.

56. התרשים שלפניכם מראה מסמר ברזל שחוט חשמל מבודד מלוכף סביבו. חוט החשמל מחובר לסוללה.



56.1 מה יקרה למסמר כאשר זרם חשמלי יזרום בחוט?
תשובה ג נכונה.

56.2 אם נחליף את הסוללה באיור בסוללה "חזקה" יותר, האם הדבר ישפיע על המסמר?
הסבירו.
הזרם במעגל יגדל, ולכן המסמר יהיה מגנט "חזק" יותר.

57. מה יתרונו הגדול של האלקטרומגנט בשימוש טכנולוגי על פני המגנט? הסבירו והביאו דוגמא לכך.
היתרון המרכזי הוא ביכולת לשלוט במידת המיגנט של האלקטרומגנט, כלומר אנו יכולים בלחיצת כפתור להפוך את האלקטרומגנט מברזל רגיל למגנט ולהיפך. השימוש באלקטרומגנט נפוץ מאוד בתעשייה, כאשר רוצים להעביר גופים עם חלקים מתכתיים (כמו רכבים ישנים) ממקום למקום: מרימים אותם בנקודה אחת בעזרת אלקטרומגנט ומשחררים אותם בנקודת היעד.

58. על איזה עיקרון אנרגטי מבוסס ייצור חשמל בתחנות הידרואלקטריות?
תשובה א נכונה.

59. כיצד מייצרים חשמל בגנראטור?
תשובה ב נכונה.

משימות אוריינות מדעית

חשבון החשמל הביתי

http://stwww.weizmann.ac.il/g-phys/new_site/PISA/grade_9/57AF7E43.pdf

<http://www.motnet.proj.ac.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddec1c789b/085c5cae-c84b-4b5c-9ee1-0b8963ab6c1e/39ec074b-b123-4a3a-8126-fd7b3c456434.pdf>

צריכת חשמל של מכשירים ביתיים

<http://www.motnet.proj.ac.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddec1c789b/085c5cae-c84b-4b5c-9ee1-0b8963ab6c1e/ed1a130b-f573-456e-b7d2-665c8980eca3.pdf>

נספחים

רשימת הנספחים:

נספח א': שאלון דיאגנוסטי ותשובון

נספח ג': מיפוי התייחסות לתת-הנושאים של הערכה בספרי הלימוד הקיימים*

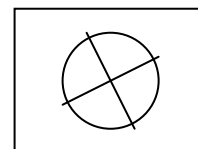
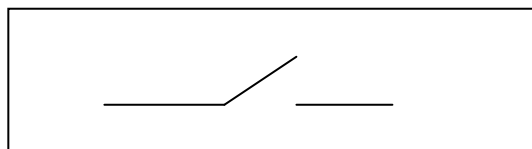
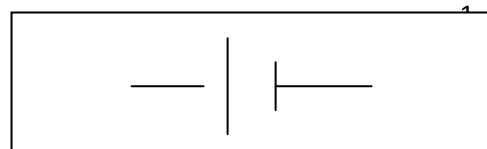
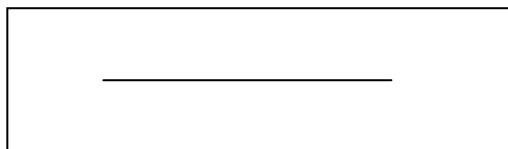
נספח א':

שאלון דיאגנוסטי

נושא : חשמל

א. המעגל החשמלי ומרכיביו

א1) לפניך סימני המעגל החשמלי. כתוב מה הסימן מסמל:

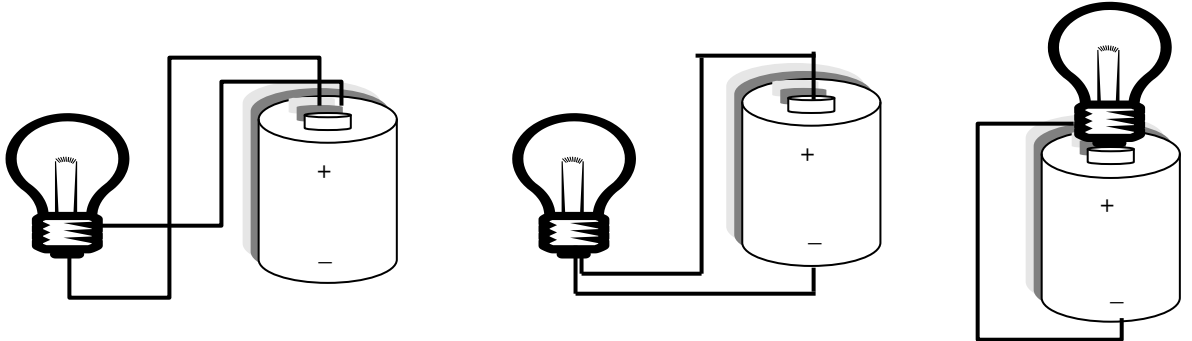


א2) ציירו מעגל חשמלי סגור, המורכב משתי סוללות, נורה, חוטים ומפסק.



ב. מעגל פתוח וסגור

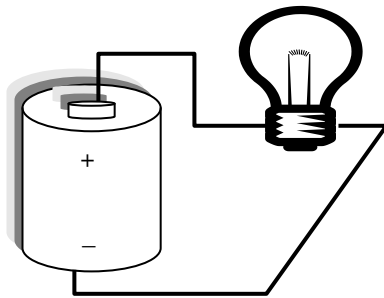
11) לפניך איורים של מעגלים חשמליים המורכבים מסוללה, חוטים ונורה. כתבו מתחת לכל מעגל האם הנורה תדלוק.



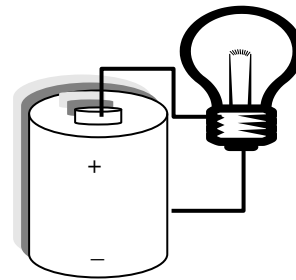
3. _____

2. _____

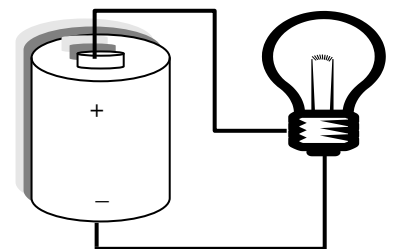
1. _____



6. _____



5. _____



4. _____

22) במעגל חשמלי הכולל נורה, שתי סוללות, מתג (מפסק) וחוטי חיבור (חוטי חשמל), לא דלקה הנורה.
כתבו שלוש סיבות היכולות לגרום לכך שהנורה לא תידלק.

1. _____

2. _____

3. _____

3ב) ציינו נכון/לא נכון ליד כל משפט

- א. במעגל חשמלי המכיל חוט חשוף, הנורה לא תאיר.
- ב. בכל מעגל חשמלי סגור שיש בו נורה, היא תפלוט אור.
- ג. חוט הלהט בנורה חשמלית עשוי מחומר מבודד.
- ד. תמיסת מלח סוגרת מעגל חשמלי.
- ה. האוויר הוא חומר מבודד.

ג. חומרים מוליכים ומבודדים

1ג) במעגל חשמלי סגור המורכב מנורה, חוטים וסוללה, החליפו חוט אחד בחוטים אחרים, העשויים מחומרים שונים. הקיפו בעיגול את החומרים שיאפשרו לחשמל לעבור ולהדליק את הנורה.

- א. פלסטיק
- ב. ברזל
- ג. נחושת
- ד. זכוכית
- ה. עץ

2ג) כיצד נקראים החומרים המאפשרים לחשמל לזרום דרכם?

ד. חשמל ובטיחות

1ד) לפניכם איורים המתארים כללי בטיחות בחשמל. ציינו ליד כל איור מהו הכלל:

_____ אסור _____



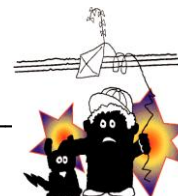
_____ אסור _____



_____ אסור _____



_____ אסור _____



ה. שימושים במכשירים חשמליים

ה1) לפניכם שימושים שונים הנעשים במכשירים חשמליים. כתבו לכל שימוש דוגמה אחת של מכשירים או חפצים:

- א. תאורה: _____
 ב. חימום: _____
 ג. תנועה: _____

ו. תופעות חשמליות בטבע

איזו מהתופעות הבאות איננה ביטוי לתופעה של חשמל סטטי?

1. השיער עומד לאחר הסרת כובע צמר מהראש
2. שני מגנטים מתרחקים זה מזה
3. סרגל מרים חתיכות נייר לאחר שפשופו במטלית
4. בלונים שהתחככו בצמר מתרחקים זה מזה

ז. הקשר בין זרם חשמלי לתופעות מגנטיות

ה1) השוו בין גנרטור לדינמו בטבלה הבאה, בעזרת מחסן המילים שבהמשך:

גנרטור בתחנת כוח	דינמו של אופניים
טורבינה	
ייצור קיטור	
ייצור זרם חשמלי	

מחסן מילים (היגדים):
 תנועה סיבובית של טורבינה, הפעלת השרירים, מגנט מסתובב בתוך סליל, ייצור קיטור, סיבוב המגנט שבמחולל (גנרטור), סיבוב הגלגל

ח. מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים

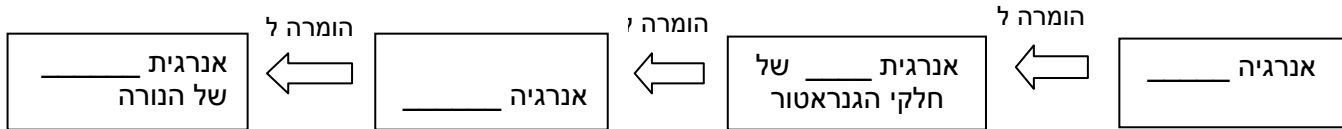
ה1) ציינו שני יתרונות ושני חסרונות לשימוש בסוללה לעומת תא סולרי כמקור אנרגיה חשמלית:

יתרונות	חסרונות

ה2) תארו דרכים שונות שבאמצעותן ניתן לסובב את הטורבינה בתחנת החשמל.

ט. המרות אנרגיה חשמלית

1ט) גנראטור ידני (מכשיר המייצר זרם חשמלי) מחובר אל נורה. מסובבים את ידית הגנראטור במהירות וכתוצאה מכך הנורה מאירה. רשמו במלבנים שלפניכם את המרות ("גלגולי" או "היפוכי") האנרגיה באירוע. היעזרו בבנק המושגים למטה.

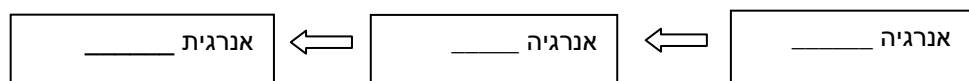


אנרגית תנועה, אנרגית אור (קרינה), אנרגיה חשמלית, אנרגיה כימית (שיש לשרירים)

2ט) בתחנת כוח הפועלת על גז טבעי מתרחשות המרות ("גלגולי" או "היפוכי") האנרגיה הבאות. (סמנו את התשובה הנכונה ביותר).

- א. אנרגיה חשמלית מומרת (הופכת) לאנרגית תנועה.
- ב. אנרגיה כימית מומרת (הופכת) לאנרגיה חשמלית.
- ג. אנרגית גובה מומרת (הופכת) לאנרגיה חשמלית.

3ט) השתמשו בייצוג המלבנים המופיע למטה כדי לתאר את המרות ("גלגולי" או "היפוכי") האנרגיה באירוע הבא: חשמל מיוצר בתחנת חשמל ע"י שריפת דלק. זרם החשמל מועבר לבית גבי כהן שמפעילה קומקום חשמלי לחימום מהיר של מים (היא רוצה להכין לעצמה כוס קפה).



מקורות:

1. מבחן נעמית, מתוך אתר מכללת קיי <http://kaye7.school.org.il/energy.htm>
- (פריטים א1, א2, ב1, ב2, ג1, ג2, ד1, ה1)
2. ספר לימוד לכיתה ו' בהוצאת מבט (פריטים ח1, ח2)
3. ערכת ה.ל.ה "שפת האנרגיה" (פריטים ט1, ט2, ט3)
4. פרקים בחשמל ובכימיה, מדרך למורה עמ' 19 (פריט ב3)

תשובון לשאלון הדיאגנוסטי

פריט מס'	תשובה	סוג השאלה	נושא (מטרת למידה)	רמת חשיבה	מיומנות
א1(1)	מקור חשמל	סגורה	רכיבי המעגל החשמלי	ידע	זיהוי ייצוגי ידע (סימנים מוסכמים)
א1(2)	תיל מוליך (חוט חיבור)			ידע	
א1(3)	נורה			ידע	
א1(4)	מפסק (מתג) פתוח			ידע	
א2	איור או שרטוט סכמאטי הכולל שתי סוללות, נורה, חוטים ומפסק מחוברים בטור והמפסק סגור.	פתוחה		יישום	ייצוג מידע בתרשים
ב1(1)	כן	סגורה	מעגל חשמלי פתוח וסגור	ידע	פענוח מידע מייצוג
ב1(2)	לא	סגורה		ידע	
ב1(3)	לא	סגורה		ידע	
ב1(4)	כן	סגורה		ידע	
ב1(5)	לא	סגורה		ידע	
ב1(6)	לא	סגורה		ידע	
ב2	1. הנורה שרופה 2. המפסק פתוח 3. הסוללה הפוכה 4. החוט מנותק בכל אחד מהמקרים המעגל יהיה פתוח.	פתוחה		ידע	פתרון בעיות
ב3(א)	לא נכון	סגורה		ידע	זיהוי מידע
ב3(ב)	נכון (אלא אם כן המקור חלש)	סגורה		ידע	
ב3(ג)	לא נכון	סגורה		ידע	
ב3(ד)	נכון	סגורה		ידע	
ב3(ה)	לא נכון	סגורה		ידע	
ג1(א)	לא	סגורה	חומרים מוליכים ומבודדים	ידע	
ג1(ב)	כן	סגורה		ידע	
ג1(ג)	כן	סגורה		ידע	
ג1(ד)	לא	סגורה		ידע	
ג1(ה)	לא	סגורה		ידע	
ג2	מוליכים	סגורה		ידע	
ד1(1)	אסור לגעת בתקע / אסור להשתמש בחשמל ברגלים יחפות	פתוחה	חשמל ובטיחות	יישום	ניסוח הסבר
ד1(2)	אסור להשתמש במכשיר חשמלי כשהגוף רטוב	פתוחה		יישום	
ד1(3)	אסור לגעת במכשיר חשמלי כאשר הוא מחובר לתקע	פתוחה		יישום	
ד1(4)	אסור לשחק בעפיפון בקרבת קווי מתח גבוה	פתוחה		יישום	
ה1(א)	מנורה	פתוחה	שימושים במכשירים חשמליים	ידע	
ה1(ב)	מזגן	פתוחה		ידע	
ה1(ג)	מכונית	פתוחה		ידע	
ו	2- שני מגנטים ...	סגורה	תופעות חשמליות בטבע	הבנה	
ז1	הפעלת השרירים = תנועה סיבובית של טורבינה סיבוב הגלגל = סיבוב המגנט שבמחולל (גנרטור)	פתוחה	הקשר בין זרם חשמלי לתופעות מגנטיות	יישום	ייצוג מידע בטבלה

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: חשמל

פריט מס'	תשובה	סוג השאלה	נושא (מטרת למידה)	רמת חשיבה	מיומנות
	מגנט מסתובב בתוך סליל = ייצור קיטור				
1ח	יתרונות לסוללה : זמינות, נייידות. חסרונות : זיהום יתרונות לתא סולרי : פחות זיהום.	פתוחה	מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים	יישום	ייצוג מידע בטבלה
2ח	פחם, רוח, גז	פתוחה		יישום	ניסוח הסבר
1ט	אנרגיה כימית הומרה לאנרגיית תנועה, הומרה לאנרגיה חשמלית, הומרה לאנרגיה	סגורה		יישום	ייצוג בתרשים זרימה
2ט	ב	סגורה	המרות אנרגיה חשמלית	יישום	זיהוי
3ט	אנרגיה כימית מומרת לאנרגיה חשמלית שמומרת לאנרגיית חום	סגורה		יישום	ייצוג בתרשים זרימה

נספח ב':

מיפוי התייחסות לתת-הנושאים של הערכה בספרי הלימוד הקיימים*

* ראו רשימת מקורות בעמ' 49

ספר לימוד	נושא	עמודים
פרקים בחשמל ובכימיה	מעגל חשמלי	17-26
	זרם חשמלי ומדידתו	27-34
	מקור האלקטרונים במעגל החשמלי	35-41
	מוליכים	54-57, 42-48
	חשמל ומגנטיות, אלקטרומגנט	50-53
	הגנה מהתחשמלות	58-80
	דינמו	81-83
	תחנות חשמל	84-92
	צריכת חשמל	93-94
מהיסודות אל התרכובות	הזרם החשמלי	11-27
	מקור האלקטרונים	28-41
	החשמל והאטום	42-61
	מוליכות בתמיסות	62-63
באופן יסודי ומורכב	אינטראקציה בין מטענים חשמליים (כולל הסבר בעזרת מבנה האטום)	156-158, 132-139
	הולכת זרם חשמלי (הסבר באמצעות מודל מבנה האטום)	159
אנרגיה ושימורה	פעולת "מקור החשמל" (הסבר בשפת האנרגיה)	177-180
	מתח והתנגדות	181-192
	חיבור נגדים בטור ובמקביל	192-198
	חיבור מכשירי חשמל בבית ושאלות	203-212
	אינטראקציה בין מטענים חשמליים	28-35
אינטראקציה, כוחות ותנועה		