

אנרגיה חשמלית

אנרגיה במערכות חשמליות

פרק 4

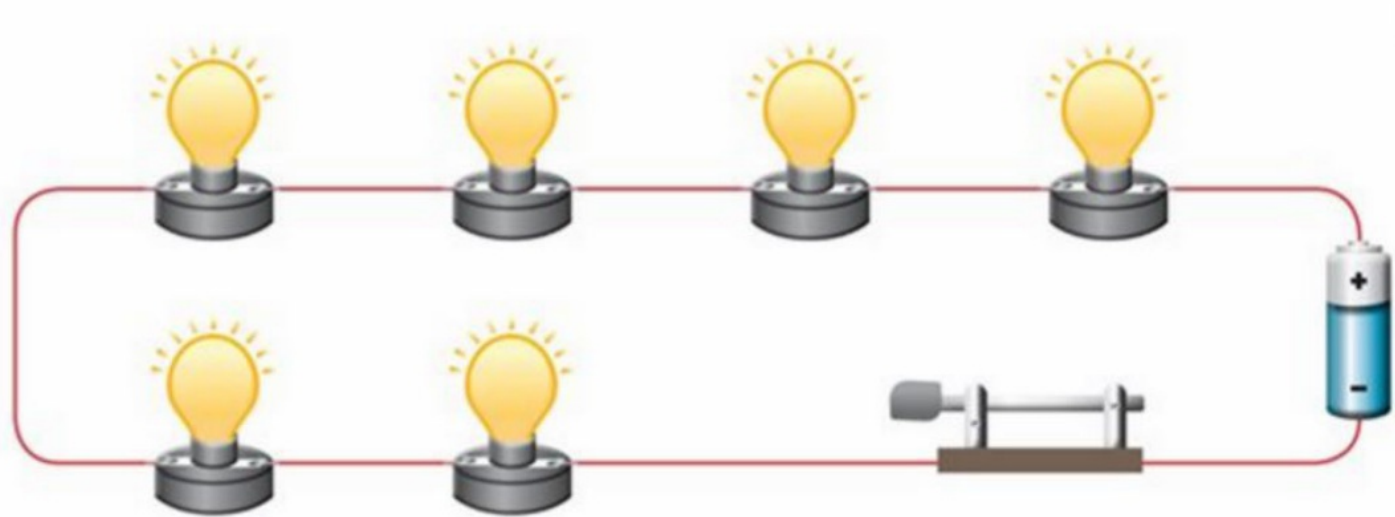
עמ' 92-112

כיתה ט עיונית, עתודה



מעגלים טוריים ומעגלים מקביליים
ניתן לחבר רכיבים חשמליים במעגל חשמלי
בצורות שונות. יש שני סוגי חיבור בסיסי
חיבור טורי וחיבור מקבילי
בשני סוגי המעגלים הללו יש קשר בין הגדלים
השונים במעגל: עצמת הזרם החשמלי,
ההתנגדות החשמלית, והמתח החשמלי.
עם זאת, סוג הקשרים בין הגדלים הללו שונה
הן במעגל הטורי והן במעגל המקבילי.

מעגל טורי



- חיבור בטור הוא חיבור של מכשירים חשמליים בשורה, האחד אחרי השני, לאורך חוט מוליך.
בחיבור בטור המכשירים החשמליים תלויים האחד בשני, כלומר:
אם אחד המכשירים החשמליים מתקלקל, שאר המכשירים החשמליים שבמעגל מפסיקים גם הם לפעול.

מט"ח - מעגל טורי

עמ' 92

מתח המקור שווה לסכום המתחים שעל כל אחד מהמרכיבים החשמליים המחוברים בטור

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

תרגיל

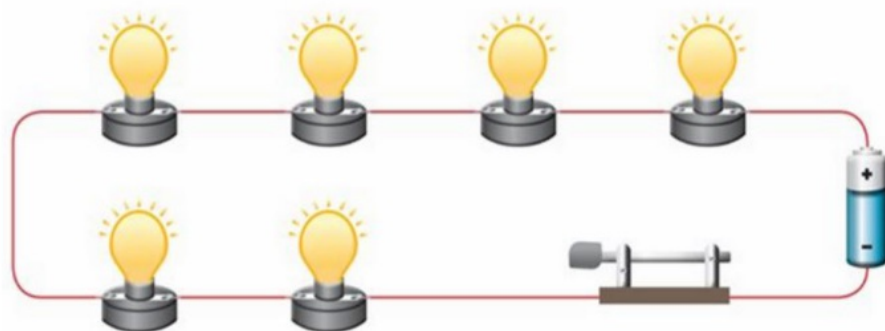
שתי נורות שונות חוברו בטור אל סוללה של 4.5 וולט. המתח שנוצר בין הקצוות של אחת הנורות הוא 2.5 וולט.

- א. מהו המתח על הנורה השנייה? הסבירו מדוע.
- ב. חשבו את עוצמת הזרם החשמלי שעובר דרך כל נורה, אם נתון שהתנגדותה של הנורה השנייה היא 2 אוהם.
- ג. חשבו את ההתנגדות של הנורה הראשונה.

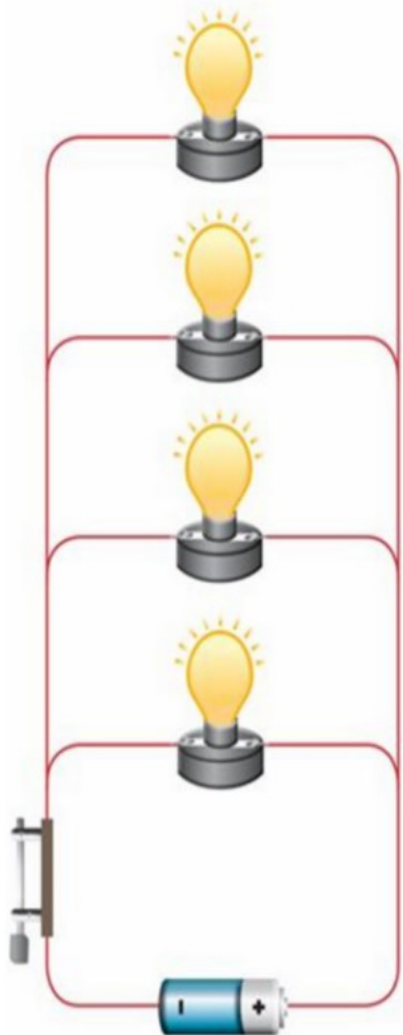
עמ' 95

במעגל טורי:

- עוצמת הזרם החשמלי שווה בכל נקודה במעגל.
- המתח החשמלי של המקור שווה לסכום המתחים שעל כל אחד מהרכיבים החשמליים המחוברים במעגל.
- כאשר מספר הרכיבים החשמליים המחוברים במעגל גדל, עוצמת הזרם במעגל קטנה (כל עוד מתח המקור נותר בלי שינוי).



מעגל מקבילי

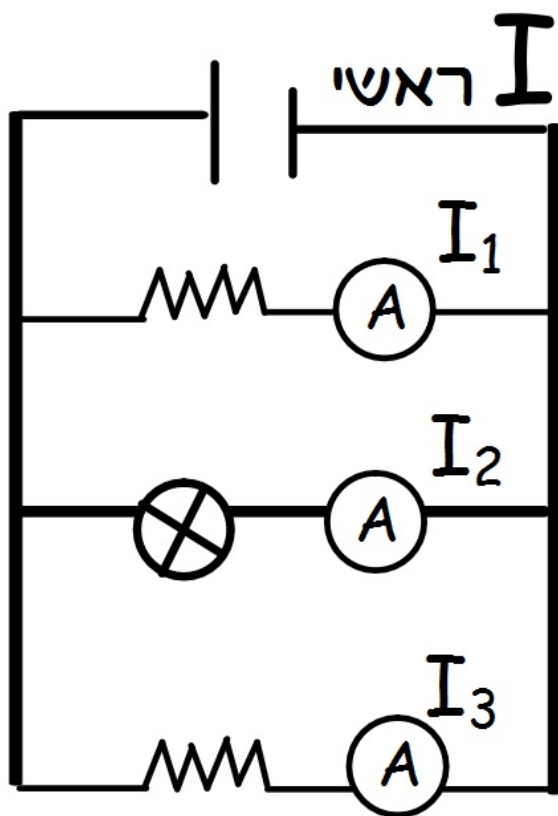


חיבור במקביל הוא חיבור שיש בו מסלול ראשי שממנו מסתעפים כמה ענפים. במסלול הראשי מחובר מקור חשמלי, ובכל ענף מחובר רכיב חשמלי כמו נורה, נגד או כל מכשיר חשמלי אחר.

כל ענף הוא מסלול נפרד למעבר הזרם, ולכל רכיב חשמלי יש מעגל משלו שבו הוא מחובר למקור. מקובל לכנות את הזרם העובר במסלול הראשי בשם **הזרם הראשי**.

עמ' 96

עצמת הזרם החשמלי במסלול הראשי
שווה לסכום עוצמות הזרם בענפים
השונים במעגל מקבילי.



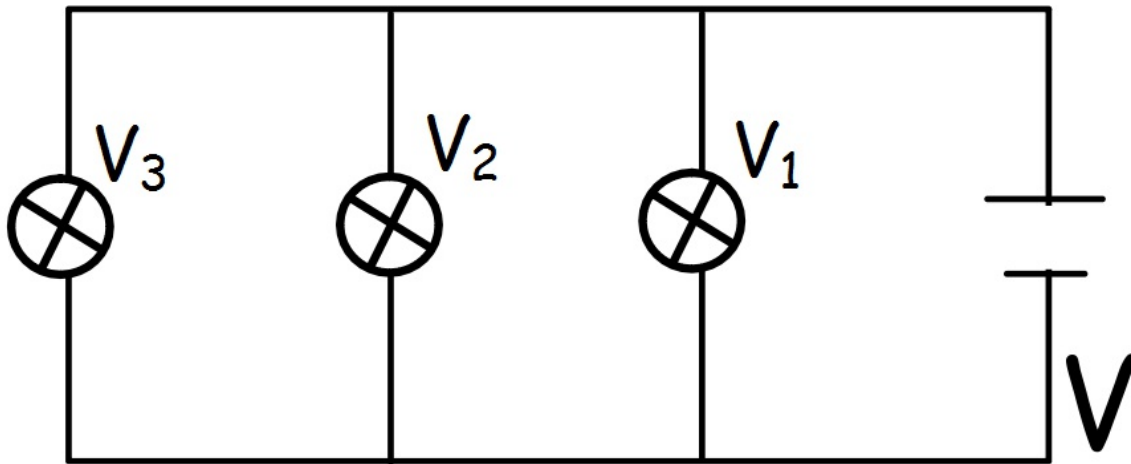
$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

ראשי

עמ' 99

המתח החשמלי של המקור שווה
למתח החשמלי בכל אחד מהע
שונים במעגל מקבילי.

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$



1. שתי נורות שונות מחוברות במקביל אל סוללה. עוצמת הזרם העובר דרך הסוללה היא 5 אמפר, ועוצמת הזרם שעובר דרך אחת הנורות היא 3 אמפר. חשבו את עוצמת הזרם שעובר דרך הנורה השנייה.
2. שני נגדים, האחד של 5 אוהם והשני של 2 אוהם, מחוברים במקביל לסוללה. עוצמת הזרם החשמלי העובר דרך הנגד השני היא 0.5 אמפר.
- א. חשבו את המתח על הנגד השני ואת המתח של הסוללה.
- ב. חשבו את עוצמת הזרם הראשי.
- ג. מחברים נגד נוסף של 4 אוהם במקביל לסוללה. חשבו את עוצמת הזרם החשמלי העובר דרך נגד זה. הסבירו.
- ד. האם בעקבות חיבור הנגד הנוסף משתנה עוצמת הזרם החשמלי העובר דרך כל אחד משני הנגדים הראשונים? אם כן, חשבו את עוצמת הזרם החדשה. אם לא, הסבירו מדוע.
- ה. האם עוצמת הזרם החשמלי העובר דרך הסוללה משתנה? אם כן, חשבו את עוצמת הזרם החדשה. אם לא, הסבירו מדוע.

במעגל מקבילי:

- המתח החשמלי של המקור שווה למתח שעל כל אחד מהרכיבים החשמליים המחוברים במעגל.
- עוצמת הזרם הראשי שווה לסכום של עוצמות הזרם בכל אחד מהענפים.
- כאשר מגדילים את מספר הרכיבים החשמליים המחוברים במקביל, עוצמת הזרם הראשי עולה אך עוצמת הזרם העובר בכל רכיב אינה משתנה.
- כאשר אחד הרכיבים החשמליים "נשרף", עוצמת הזרם הראשי יורדת אך עוצמות הזרם בשאר הענפים אינה משתנה. לכן המכשירים המחוברים בשאר הענפים ממשיכים לפעול.

הספק חשמלי

המונח המבטא את קצב המרת האנרגיה החשמלית במכשיר חשמלי לסוגי אנרגיה אחרים הוא **הספק חשמלי***.

את ההספק החשמלי נהוג לסמן באות P (האות הראשונה של המילה האנגלית Power). אם מסמנים את כמות האנרגיה החשמלית המומרת במכשיר חשמלי ב- E_{elc} , ואת הזמן שבו המכשיר פעל מסמנים באות t , אפשר לבטא את ההספק של המכשיר בנוסחה הזאת:



עמ' 101

$$P = \frac{E_{elc}}{t}$$

W — יחידת המידה של ההספק החשמלי שווה ליחידת המידה של האנרגיה החשמלית (ג'ול) חלקי יחידת המידה של הזמן (שנייה), כלומר ג'ול/שנייה. יחידת מידה זו נקראת **ואט** (Watt) על שם המדען ג'יימס ואט. $1 \text{ ואט} = 1 \text{ ג'ול/שנייה}$.

כלומר, **1 ואט** הוא ההספק החשמלי של מכשיר שבו אנרגיה חשמלית בכמות של **1 ג'ול** מומרת בכל שנייה לסוגי אנרגיה אחרים.

kW — כאשר ההספק גבוה (אלפי ואט) משתמשים ביחידות **קילו-ואט** (kW),

MW — כאשר ההספק גבוה מאוד (מיליוני ואט) משתמשים ביחידות **מגה-ואט** (MW).

עמ' 101

● הספק חשמלי של מכשיר מבטא את קצב המרת האנרגיה החשמלית בו לסוגי אנרגיה אחרים.

1. בחרו מכשיר חשמלי שנמצא ברוב הבתים (כגון קומקום חשמלי, מגהץ או מאוורר) ובדקו מה ההספק הרשום עליו. הביאו את הנתונים שמצאתם לכיתה והשוו אותם לנתונים שהביאו התלמידים האחרים. מה אפשר ללמוד מהשוואה זו?
2. ההספק של קומקום הוא 900 ואט וההספק של כף חשמלית הוא 300 ואט. מה המשמעות של ערכים אלו?
3. כאשר מאוורר פועל במשך 120 שניות, אנרגיה חשמלית של 6,000 ג'ול מומרת בו לאנרגיית תנועה, לאנרגיית קול ולחום. חשבו את ההספק החשמלי של המאוורר. הציגו את דרך החישוב.
4. ההספק של נורת הלוגן הוא 500 ואט. חשבו את כמות האנרגיה החשמלית המומרת בה כאשר היא פועלת במשך 10 דקות. הציגו את דרך החישוב.

חישובי אנרגיה חשמלית

את האנרגיה החשמלית המומרת במכשיר חשמלי לסוגי אנרגיה אחרים אפשר לחשב באמצעות הנוסחה הזאת:

$$E_{\text{elc}} = V \cdot I \cdot t$$

כאשר V מציין את המתח על המכשיר (ביחידות של וולט), I מציין את עוצמת הזרם העובר דרך המכשיר (ביחידות אמפר) ו- t מציין את משך הזמן שבו המכשיר פועל (בשניות).

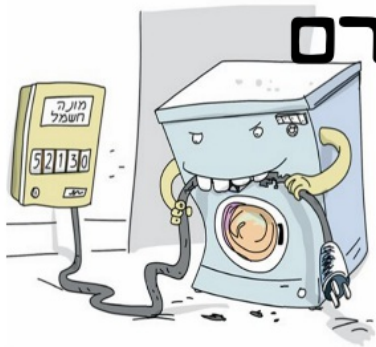
עמ' 102

1. מחברים נורה חשמלית לסוללה שהמתח החשמלי שלה 3 וולט. עוצמת הזרם שעובר דרך הנורה במעגל זה היא 0.2 אמפר. חשבו את האנרגיה החשמלית המומרת בנורה במשך 10 דקות.
2. כדי לחמם כמות מסוימת של מים מטמפרטורה של 25°C עד לטמפרטורה של 50°C , טָבְלוּ במים כף חשמלית המורכבת מנגד שהתנגדותו 20 אוהם וחיברו אותה למקור חשמל של 24 וולט למשך 100 שניות. חשבו את האנרגיה החשמלית שהומרה לחום.
3. התנגדותו של גוף החימום בתנור חימום היא 20 אוהם. התנגדותו של גוף החימום בקומקום חשמלי היא 25 אוהם. התנור והקומקום מחוברים במקביל למקור חשמל של 220 וולט למשך 100 שניות. חשבו את האנרגיה החשמלית הכוללת המומרת לחום בשני המכשירים יחד. לשם כך חשבו תחילה את עוצמת הזרם העוברת דרך כל מכשיר ואת האנרגיה החשמלית המומרת במכשיר לחום.

ההספק הכולל של מכשירי החשמל ברשת הביתית

כאשר מספר גדול של מכשירי חשמל מחוברים לרשת
ומופעלים בו בזמן, במיוחד מכשירים "זוללי חשמל"
נוצר עומס יתר.

כלומר, עצמת הזרם הראשי עולה על המותר, והמפסק
האוטומטי בלוח החשמל מנתק את אספקת הזרם
החשמלי לבית.



מכשירים זוללי חשמל הם מכשירים שההספק שלהם גדול
יחסית. חיבור מכשיר זולל חשמל לרשת החשמל מעלה
את עוצמת הזרם הראשי במידה רבה.
חיבור כמה מכשירים כאלה עלול לגרום לעומס יתר. כדי
למנוע מצב כזה, חברת החשמל מאפשרת לנו
להשתמש במכשירי חשמל רבים, בתנאי שההספק
הכולל שלהם אינו חורג מערך מוגבל מראש.
בחלק מהבתים ההספק המרבי המותר הוא 8,800 ואט.
אם נניח שמייבש כביסה בעל הספק של 4,400, למשל,
חיבור של יותר מ-2 מכשירים דומים לו יגרמו לעומס
יתר.



שאלה

בטבלה שלפניכם מוצג מידע על ההספק החשמלי של מכשירי חשמל ביתיים. בחרו צירוף של מכשירים שכאשר מפעילים אותם יחד נוצר מצב של עומס יתר בבתים שההספק המרבי המותר בהם הוא 8,800 ואט.

המכשיר	ההספק (ואט)		
רדיו	10	קומקום חשמלי	2,000
נורת ליבון	150	דוד חימום	3,300
טלוויזיה	70	מכונת כביסה	4,000
תנור חימום	1,000	מייבש כביסה	4,400

הקשר בין הספק למתח ולזרם חשמלי

אם ידוע מהו המתח החשמלי על המכשיר (V) ביחידות וולט, וידועה עוצמת הזרם העובר דרכו (I) ביחידות אמפר, אפשר לחשב את ההספק החשמלי של המכשיר (P) ביחידות וואט באמצעות הנוסחה הזאת: $P = V \cdot I$

מנוסחה זו אפשר לבודד ולחשב את הזרם, כאשר ידועים ההספק והמתח: $I = \frac{P}{V}$

שאלות

1. מהו הספקו של מייבש שיער המחובר למקור חשמלי קבוע של 220 וולט, ושבעת הפעלתו עובר דרכו זרם בעוצמה של 10 אמפר? הציגו את דרך החישוב.
2. ההספק החשמלי של מאורר הוא 50 וואט, של נורת ליבון 200 וואט, ושל מגהץ 1 קילו-ואט. מחברים את שלושתם במקביל למקור חשמלי של 220 וולט.
 - א. חשבו את עוצמת הזרם החשמלי העובר דרך כל מכשיר.
 - ב. מהי המסקנה העולה מחישוב זה בנוגע לקשר בין עוצמת הזרם העובר דרך מכשיר במעגל מקבילי לבין ההספק החשמלי של המכשיר?

עמ' 105

חברת השמל המספקת אנרגיה חשמלית, גובה תשלום בעד האנרגיה. האנרגיה החשמלית נמדדת ביחידות של קילוואט/שעה קוט"ש

1 קוט"ש שווה לכמות האנרגיה החשמלית המומרת
במכשיר חשמלי שההספק שלו הוא 1 קילו וואט,
כלומר, 1000 וואט, כאשר הוא פועל שעה אחת.

04 - 21260 - 2013600038642-1/2

חשבון דו חודשי

חברת החשמל

עמוד 1/2

חשבונית מס קבלה - מקור

עוסק מורשה לעניין מע"מ מס' 520000472
מחוז ירושלים - ירושלים, רח' המלמד 44

מספר חוזה: [REDACTED]

לכבוד: [REDACTED]

208 180

להחזרה: ת"ד 185 ירושלים

חשבון לתקופה - 62 ימים
מ- 08/01/2013 עד 08/11/2012

תאריך עריכת החשבון
10/01/2013

לשירותך, 24 שעות ביממה:
אתר האינטרנט של החברה
www.iec.co.il
בו ניתן לשלם את החשבון, למסור
מצב מונה ולקבל מידע בנושאים
שונים.

שירות 103
לדיווח על תקלות, לקבלת שירותים
בנושאי חשבונות וצרכנות:
טלפון 103, סלקום 103
פלאפון 103 Orange, 103

243.98	ריכוז החשבון
27.43	חיוב בגין צריכה - סה"כ 480 קוט"ש
	תשלום קבוע

1000 - 85605

כדי לחשב את האנרגיה החשמלית המומרת במכשיר
ביחידות של קוט"ש, מבטאים את ההספק ביחידות של
קילו וואט ואת הזמן בשעות ומציבים בנוסחה

$$E_{elc} = P * t$$

את האנרגיה החשמלית המומרת במכשיר אפשר
לחשב גם ביחידות של ג'ול. לצורך כך מציבים
בנוסחה את הזמן בשניות ואת ההספק ביחידות
של וואט.

1. א. חֲשִׁבוּ (ביחידות של ג'ול) את האנרגיה החשמלית המומרת במכשיר שההספק שלו הוא 1 קילו-ואט כאשר הוא פועל במשך שעה אחת.
ב. מהי **המסקנה** העולה מתוצאת החישוב שקיבלתם בנוגע לקשר שבין קוט"ש לבין ג'ול?

2. ההספק של דוד חשמלי הוא 2,500 ואט. הדוד הופעל במשך 3 שעות.
א. חֲשִׁבוּ (ביחידות של קוט"ש) את כמות האנרגיה החשמלית המומרת בדוד לחום.
ב. לפי התעריף של חברת החשמל, מחירו של 1 קוט"ש הוא 0.54 ש"ח. חֲשִׁבוּ כמה משלמים עבור כמות האנרגיה החשמלית שהדוד צרך במשך 3 השעות שבהן פעל.

עמ' 105

נצילות של מכשיר חשמלי

אחד המדדים ליעילות אנרגטית של מכשיר היא הנצילות של המכשיר. היחס בין האנרגיה השימושית המופקת מהמכשיר והאנרגיה המושקעת בו.

$$\text{נצילות} = \frac{\text{אנרגיה שימושית}}{\text{אנרגיה מושקעת}}$$

ככל שהנצילות גדולה יותר, כך יעילות ההפקה של האנרגיה הרצוייה גבוהה יותר.

עמ' 106

1. בטבלה שלפניכם מוצגים פרטים על אנרגיית האור ועל כמות החום המתקבלות
בנורות ליבון, פלואורסצנט ו-LED. מהי הנצילות של הנורות האלה על סמך הטבלה?
הסבירו מדוע.

נורת LED	נורה פלואורסצנטית	נורת ליבון	
80%	30%	5%	אנרגיית האור (% מתוך האנרגיה החשמלית המושקעת)
20%	70%	95%	כמות החום (% מתוך האנרגיה החשמלית המושקעת)

2. בחרו את **סוג הגרף** (עמודות, קווי, עוגה וכדומה) המייצג בצורה הטובה ביותר את
המידע שבטבלה עבור כל נורה וסרטטו אותו. מה מייצג בגרף את הנצילות של הנורה?
3. ועדת הכלכלה של הכנסת החליטה שמינואר 2012 אסור למכור בחנויות נורות ליבון.
על סמך המידע המתואר בטבלה או בגרף שהכנתם, מה לדעתכם היו הנימוקים לכך?

בשיקולים לרכישת מכשיר יש להתחשב לא רק בנצילות של המכשיר אלא גם בהספק החשמלי שלו, במיוחד כאשר עומדים לבחור בין מכשירים הנותנים שירות דומה. **עדיף לבחור מכשיר שהספקו קטן ונצילותו גדולה.** למשל, בעת בחירה בין נורת ליבון לנורה פלואורסצנטית (המאירות בעוצמת אור זהה), עדיף לבחור בנורה פלואורסצנטית שהספקה קטן יותר ונצילותה גדולה יותר.

העתיקו אל המחברת את הטבלה שלפניכם, ונסחו לה כותרת.

א. חשבו את כמויות האנרגיה המושקעת והאנרגיה הרצויה (השימושית) שהנורות מפיקות במהלך שעת עבודה אחת, והוסיפו לטבלה את התוצאות שתקבלו.

ב. על סמך כל המידע הזה, המליצו להורים שלכם איזו נורה מומלץ לקנות. הסבירו מדוע.

סוג הנורה	ההספק (ואט)	הנצילות (%)	האנרגיה המושקעת (ואט-שעה)	האנרגיה הרצויה (ואט-שעה)
נורת ליבון	75	5		
נורה פלואורסצנטית רגילה	40	40		
נורה פלואורסצנטית קומפקטית	30	80		

עמ' 107

בטבלה שלפניכם מידע על שתי נורות מסוגים שונים המאירות בעוצמה זהה.
על סמך המידע שבטבלה ענו על השאלות שאחריה.

סוג הנורה	עלות (ש"ח)	אורך חיים ממוצע (שעות)	הספק (ואט)
נורת ליבון	5	2,000	150
נורה פלואורסצנטית קומפקטית	25	8,000	40

שאלות

1. חשבו את החיסכון באנרגיה (בקילו-ואט-שעה) כאשר משתמשים בנורה פלואורסצנטית קומפקטית אחת (במשך כל אורך חייה) במקום נורות ליבון (במשך אותו פרק זמן). הסבירו.
2. מהו החיסכון הכספי (בשקלים) אם עלות של קילו-ואט-שעה היא 0.54 ש"ח?
3. הסיקו **מסקנה**: האם החיסכון הכספי מצדיק את השימוש בנורות פלואורסצנטיות קומפקטיות? נמקו.
4. הסבירו את המשפט הזה: "לשימוש בנורות חסכוניות יש גם יתרון סביבתי".

עמ' 108

סיכום

- כאשר מעגל חשמלי נסגר, נוצר זרם חשמלי בכל נקודותיו בזמן.
- לפי חוק אוהם: קיים **יחס ישיר** בין עוצמת הזרם החשמלי העובר דרך נגד כלשהו לבין המתח עליו, וקיים **יחס הפוך** בין עוצמת הזרם העובר דרך נגד כלשהו לבין התנגדותו (כל עוד המתח עליו נותר בלי שינוי).
- במעגל **טורי**: המתח של המקור שווה לסכום המתחים שעל כל אחד מהרכיבים החשמליים המחוברים במעגל, ועוצמת הזרם שווה בכל הנקודות לאורך המעגל. כאשר מספר הרכיבים החשמליים המחוברים בטור גדל, עוצמת הזרם במעגל קטנה (כל עוד מתח המקור נותר בלי שינוי).
- במעגל **מקבילי**: המתח של המקור שווה למתח שעל כל אחד מהרכיבים החשמליים המחוברים בו, ועוצמת הזרם הראשי שווה לסכום של עוצמות הזרם בענפים השונים. כאשר מחברים עוד רכיבים חשמליים במקביל: עוצמת הזרם הראשי גדלה, אך עוצמת הזרם בכל ענף אינה משתנה והמתח על כל רכיב נותר גם הוא בלי שינוי.
- ההספק החשמלי של מכשיר חשמלי מבטא את קצב המרת האנרגיה החשמלית בו.
- נצילות המכשיר החשמלי היא מדד ליעילותו בהפקת אנרגיה שימושית.
- הנצילות, ההספק, אורך החיים ועלות המכשיר החשמלי הם בין הגורמים העיקריים שיש להתחשב בהם בעת קניית מכשיר חשמלי.

שאלות 1-10 בעמ' 111