

# שואבים ומנקים

תכנון ובנייה של שואב אבק שולחני



יחידת לימוד בהנדסת חשמל

מעגל חשמלי

לתלמידי כיתות ד'-ו'



## הקדמה

יחידה זו היא אחת מעשר יחידות לימוד, שפותחו עבור בתי ספר יסודיים במסגרת הפרויקט החינוכי ENGINEER, שבתמיכת האיחוד האירופי. מטרת הפרויקט לתמוך בהוראת מדעים וטכנולוגיה באמצעות מגוון רחב של משימות אתגר מתחומי הנדסה שונים. פיתוח היחידות התבסס על המודל המוצלח של למידת חקר, שהתווה מוזיאון המדע של בוסטון בפרויקט *Engineering is Elementary*. כל יחידת לימוד עוסקת בתחום מדעי והנדסי שונה, תוך שימוש בחומרים זמינים וזולים, במטרה לקדם את החקירה המדעית של התלמידים ואת ההתנסות שלהם עם תהליך התיכון ההנדסי, כדרך לפתרון בעיות בהנדסה. היחידות פותחו מתוך כוונה לפנות לקשת רחבה של תלמידים, לקרוא תגר על הקפסים (סטריאוטיפים) הנוגעים להנדסה ולמהנדסים, ובכך לעודד מעורבות של בנים ובנות כאחד בתחומי מדע וטכנולוגיה.

### הגישה הפדגוגית שלנו

במרכזה של כל יחידת לימוד מצוי תהליך התיכון ההנדסי: לשאול שאלות ולאסוף מידע; להעלות רעיונות; לתכנן; לבנות; להעריך ולשפר. שימת דגש על תהליך זה מסייעת למורים לטפח סקרנות ויצירתיות אצל התלמידים, ומקנה לתלמידים מרחב לפיתוח מיומנויות משלהם לפתרון בעיות, לרבות בחינת חלופות אפשריות, ניתוח תוצאות והערכת הפתרונות שהם מגבשים. המטלות והאתגרים תוכננו בצורה פתוחה ככל האפשר, תוך הימנעות מקביעת "תשובות נכונות". מפתחי היחידות השתדלו במיוחד להימנע מתחרותיות, שעלולה ליצור ניכור אצל חלק מהתלמידים, תוך שמירה על המוטיבציה של הרצון לפתור בעיות. אחת המטרות החשובות של כל היחידות היא לעודד עבודת צוות, המבוססת על שיתוף פעולה, על מנת לאפשר ביטוי של מגוון דעות ורעיונות של התלמידים. התלמידים נדרשים לדון ברעיונותיהם במהלך הבחינה והחקירה של כל בעיה, להבין יחד מה עליהם לדעת ולחלוק את ממצאיהם, לבחור פתרון מועדף, לתכנן ולבנות אותו ולאחר מכן לבחון אותו ולהעלות הצעות לשיפור.

### מבנה היחידות

כל יחידת לימוד מתחילה בשיעור הכנה העוסק בנושא ההנדסה באופן כללי, המשותף לכל עשר היחידות. למורים הבוחרים להעביר יותר מיחידה אחת מומלץ לפתוח בשיעור הזה בפעם הראשונה, שהם מעבירים את היחידות, ולהתחיל ישירות מהפרק הראשון בהוראת היחידות הבאות. הפרק הראשון מציג משימת אתגר הנדסית באמצעות סיפור רלוונטי לתלמידים, שמניע את המשך התהליך. הפרק השני מתמקד בלמידה חווייתית של הידע המדעי הדרוש לתלמידים כדי לפתור את המשימה. בפרק השלישי התלמידים מתכננים ובונים את פתרון שלהם, והפרק הרביעי והמסכם מקנה הזדמנות לתלמידים להעריך את מה שעשו, להציג את הפתרון ולדון בכך.

כל יחידה הינה ייחודית. חלק מהיחידות תובעניות יותר בהיבט של ההבנה המדעית הנדרשת, ולכן משך הזמן הנדרש לכל יחידה עשוי להשתנות. בסקירה של כל יחידה מצוינים אומדני הזמן הנדרשים לביצוע כל פעילות וקבוצות הגיל הרלוונטיות. היחידות תוכננו כך, שיאפשרו גמישות למורים בבחירת הפעילויות המתאימות למגוון יכולות של תלמידים.

### תמיכה במורה

לכל יחידת לימוד נכתב "מדריך למורה" שנועד לספק למורים תמיכה מדעית, טכנית ופדגוגית מתאימה, על בסיס ניסיון וידע של מומחים ממגוון תחומים. כל שיעור כולל הצעות וטיפים לתמיכה בלמידת חקר, בארגון הכיתה ובהכנה הנדרשת. הניסויים, ההדגמות והבניות המופיעות ביחידה מומחשות באמצעות צילומים וסרטונים. הנספח כולל הערות פדגוגיות מדעיות המסבירות את הפן המדעי שבכל יחידה, ודנות בו ובאופן שבו ניתן לקדם את הבנת המושגים המרכזיים בקרב תלמידים בקבוצות הגיל הרלוונטיות. היחידות כוללות גם דפי עבודה שניתן לצלם, ומפתח תשובות.

### זכויות יוצרים

יצירה זו מופצת תחת [רישיון ייחוס 4.0 בין-לאומי של Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). ניתן לך החופש:

- לשתף - להעתיק, להפיץ ולהעביר את היצירה
  - להכין רמיקס - לעבד את היצירה
- בכפוף לתנאי הבא:

ייחוס - עליך לייחס את היצירה (לתת קרדיט) באופן המצוין על-ידי היוצר או מעניק הרישיון (אך לא בשום אופן המרמז על כך שהם תומכים בך או בשימוש שלך ביצירה).

## תוכן עניינים

2	הקדמה	
5	מידע כללי	
6	ציוד וחומרים	
8	שיעור הכנה – תכנון ובנייה של מעטפות ואריזות	
9	פתיחה – עבודה בקבוצות ודיון במליאה – 10 דק'	0.1
9	פעילות 1: מהי אריזה? – עבודה בקבוצות – 5 דק'	0.2
10	פעילות 2: התאמה בין אריזות לחפצים – עבודה בקבוצה ודיון במליאה – 15 דק'	0.3
10	פעילות בחירה – 10-30 דקות – עבודה בקבוצות	0.4
11	סיכום – 10 דקות – דיון במליאה	0.5
12	הערכה של הישגים ותוצאות - פעילות בחירה	0.6
13	פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית	
14	פתיחה – דיון במליאה – 10 דק'	1.1
14	הצגת משימת האתגר – דיון כיתתי – 10 דק'	1.2
14	שלב איסוף המידע של תהליך התיכון ההנדסי – עבודה בקבוצות – 20 דק'	1.3
15	סיכום – דיון במליאה – 10 דק'	1.4
16	פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת?	
17	פתיחה: מייבש שיער – עבודה בקבוצות – 20 דק'	2.1
18	איך פועל המנוע – עבודה פרטנית – 10 דק'	2.2
19	איך בונים מאורר – עבודה פרטנית – 20 דקות	2.3
19	איך בונים מפסק – פעילות בקבוצות – 20 דק' (פעילות בחירה)	2.4
20	סיכום – דיון במליאה – 10 דק'	2.5
21	פרק 3 – כאן בונים!	
22	פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'	3.1
22	תהליך התיכון ההנדסי: איסוף מידע, העלאת רעיונות ותכנון – עבודה בקבוצות – 15 דק'	3.2
22	תכנון ובנייה – עבודה בקבוצות קטנות – 60 דק'	3.3
25	סיכום – דיון במליאה – 15 דק'	3.4
26	פרק 4 – אז איך הלך לנו?	
27	פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'	4.1

27	הצגה של העבודות – דיון במליאה – 60 דק'	4.2
27	סיכום – דיון במליאה – 10 דק'	4.3
28	נספחים	
29	תהליך התיכון ההנדסי	
30	סיפור המסגרת	
31	דפי עבודה	
32	דף עבודה 1 שיעור הכנה – הנדסה או לא הנדסה?	
33	דף עבודה 1 שיעור הכנה – הנדסה? – הערות למורה	
34	דף עבודה 1 פרקים 1-4 – תיעוד של תהליך התיכון ההנדסי	
38	דף עבודה 2 פרק 3 – תכנון ובנייה של שואב אבק	
40	חומר רקע מדעי למורים על חשמל ושואבי אבק	
43	תפישות שגויות של תלמידים לגבי חשמל ומעגלים חשמליים פשוטים	
45	שותפים	



**משך היחידה:** 4 שעות ו- 45 דקות + 35 דקות לפעילות הבחירה

**קהל יעד:** תלמידי כיתות ד'-ו'

**תקציר:** הלימוד התיאורטי וההתנסות המעשית במשימת האתגר ביחידה זו - תכנון ובנייה של שואב אבק - מאפשרת לתלמידים לרכוש ידע על חשמל, הנדסת חשמל ואלקטרוניקה.

**קשר לתוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה:** מדעי החומר - אנרגיה: אנרגיה חשמלית (המעגל החשמלי); טכנולוגיה - פתרון בעיות: תהליך התיכון (תכנון ובנייה של מכשיר חשמלי).

**תחום ההנדסה:** הנדסת חשמל ואלקטרוניקה

**מטרות היחידה:**

ביחידה זו התלמידים ילמדו:

- שמהנדסים ומהנדסות נעזרים בתהליך מובנה המורכב משלבים, שנקרא תהליך התיכון ההנדסי, כדי למצוא פתרון לבעיות הנדסיות.
- לזהות בעיות וצרכים שאפשר לתת להם מענה באמצעות טכנולוגיה.
- למצוא פתרון לבעיות ולצרכים אלו באמצעות תהליך התיכון ההנדסי.
- להשתמש בסוללות, מנועים קטנים ומאווררים.
- כיצד פועלים שואבי אבק, כדי שיוכלו לתכנן ולבנות שואב אבק קטן בכוחות עצמם.

**יחידת הלימוד כוללת את הפרקים הבאים:**

**שיעור הכנה** - מטרתו להעלות את המודעות להשפעה של ההנדסה והטכנולוגיה על חיי היומיום בדרכים שאינן תמיד גלויות לעינינו.

**פרק ראשון** - כולל הצגה של משימת האתגר ההנדסית, הקשרה, ואת תהליך התיכון ההנדסי.

**פרק שני** - כולל את שלב איסוף המידע בתהליך התיכון ההנדסי. התלמידים לומדים, תוך התנסות פעילה, על עקרונות מדעיים הקשורים בתחומי החשמל והאלקטרוניקה.

**פרק שלישי** - בפרק זה התלמידים מיישמים את תהליך התיכון ההנדסי כדי לפתור את משימת האתגר - תכנון ובנייה של שואב אבק שולחני.




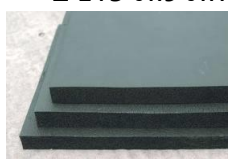




**פרק רביעי** - זה הזמן לסקור מחדש את תהליך העבודה ואת התוצאות ולראות מה למדנו במהלך היחידה. זה גם השלב שבו התלמידים יצטרכו להעריך אם הדגם הסופי שלהם עמד בדרישות ולהכניס שיפורים במקרה הצורך.



## ציוד וחומרים

הטבלה כוללת ציוד וחומרים עבור 30 תלמידים.

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	סה"כ	חומרים
		X			1-6	מייבש שיער 
	X	X			15-30	מנועים קטנים – 1.5-3 וולט 
	X	X			15-30	30 סוללות של 1.5 וולט 
	X	X			15-30	בית סוללה לשלוש סוללות 
	X	X			1	חוטי חשמל 
	X				15	בקבוקי פלסטיק בנפח של 0.5 עד 2 ליטרים 
	X	(X)			1 קופסה	סיכות מתפצלות 
	X	(X)			15	חתיכות קרטון 10X10 סנטימטרים
	X	(X)			קופסא	מהדקי נייר

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	סה"כ	חומרים
						
	X	(X)			2-3	פְּלִיר 
	X	(X)			2-3	קאטר לחישוף חוטי חשמל 
	X					חתיכות פלציב 
	X	X			10	גומיות (רחבות) 
						פתיתי נייר עגולים ממנקב משרדי 
	X				1	מסורית
	X				1	אקדח דבק חם 
	X				גליל אחד	מסקינגטייפ
	X				6	מספרים
	X				10	מקלות ארטיק או שיפודים 
	X	X			50	גליונות נייר A4

## שיעור הכנה – תכנון ובנייה של מעטפות ואריזות

### מהי הנדסה ומה עושים מהנדסים?

**משך השיעור:** כל מורה תחליט לכמה זמן היא זקוקה כדי להעביר את השיעור, בהתאם לידע ולניסיון של התלמידים. ההקדמה, הפעילויות המרכזיות והסיכום דורשים כ-40 דקות; פעילות הבחירה עשויה לקחת 10 עד 30 דקות נוספות.



#### מטרות:

- בשיעור זה התלמידים יחשפו למגוון אמצעים ושיטות שבהם משתמשים מהנדסים כדי לפתור בעיות, ויוכלו לתאר אותם.
- התלמידים יוכלו להסביר את משמעות המושג טכנולוגיה ולתאר מה עושים מהנדסים.
- התלמידים ילמדו שפתרונות שונים נועדו לפתור בעיות שונות, בהתאם להקשר ולחומרים שהיו זמינים בזמן ובמקום מסוימים.
- התלמידים ייווכחו לדעת שחפצים שונים תוכננו ונבנו כדי לפתור בעיות וצרכים ממשיים.
- התלמידים יבינו שגברים ונשים יכולים להיות מוכשרים באותה מידה בפתרון בעיות הנדסיות.

#### ציוד וחומרים (ל-30 תלמידים):

- 8X ערכות של דוגמאות לאריזות לפעילות הבחירה
- 8X חבילות של פתקיות נדבקות
- קרטון, נייר, דבק, ומספריים לפעילות הבחירה
- 8X ערכות של חפצים מ-5 סוגים שונים
- 8X ערכות של מעטפות מ-5 סוגים שונים



#### אופן העבודה בכיתה:

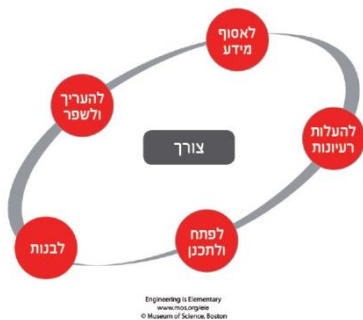
- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

#### הכנות:

- לרכז מגוון של מעטפות ואריזות
- להדפיס עותק של **דף עבודה 1 פרק 1**
- לאסוף צילומים ותמונות לפעילות המקדימה



#### תקציר השיעור:



שיעור זה זהה בכל היחידות ומטרתו לעודד את התלמידים לחשוב מהי טכנולוגיה ולהתמודד עם המושגים השגויים הרווחים על הנדסה ועל מהנדסים (בעיקר אלו הקשורים למגדר).

מטרתו לגרום לתלמידים להבין שמוצרים/אביזרים/חפצים תוכננו ונבנו על ידי מהנדסים כדי לענות על צורך קיים או עתידי בחיי היומיום, ושהמילה טכנולוגיה, במובן הרחב של המילה, חלה על כל חפץ, שיטה או תהליך שעברו שינוי או עיצוב כדי להתאימם לצרכים או למטרות מסוימות.

הפרק מעודד את התלמידים לחשוב אילו בעיות נועדה הטכנולוגיה לפתור (במקרה הזה, מעטפה או אריזה).

בפרק ידונו התלמידים במגוון הטכנולוגיות שבהן נעשה שימוש על מנת לפתור את הבעיות הנדסיות הקשורות בתכנון וביצירה של מעטפות ואריזות שנועדו לצורך מסוים.

אחת ממטרות הפרק היא ללמד את התלמידים להיות זהירים בבואם לנקוט עמדות שיפוטיות בנוגע לטכנולוגיה 'מפותחת' לעומת טכנולוגיה 'פרימיטיבית', ולעודד אותם להעריך כל טכנולוגיה בהקשרה; טווח החומרים והאמצעים הזמינים במקום ובזמן מסוים הוא זה שקובע באיזו טכנולוגיה יעשה המהנדס שימוש בבואו לפתור בעיה מסוימת.



## 0.1 פתיחה – עבודה בקבוצות ודין במליאה – 10 דק'

המורה תחלק את התלמידים לקבוצות של ארבעה ותיתן חבילת פתקיות נדבקות לכל קבוצה. המורה תשאל את התלמידים: אילו אסוציאציות עולות לכם כשאתם שומעים את המילים הנדסה וטכנולוגיה? יש לוודא שכל אחד מהתלמידים בכל אחת מהקבוצות רושם לפחות רעיון אחד. כל קבוצה תציג את הפתקיות שלה על הלוח הראשי ותסביר בקצרה את בחירותיה לשאר התלמידים. יש לשמור את הרשימה של כל הכיתה ולבחון אותה שוב בסוף הפרק.

### חומר נוסף לדין

ניתן להרחיב חלק זה באמצעות תמונות של דוגמאות טיפוסיות להנדסה לעומת דוגמאות חריגות. המורה תבקש את התלמידים לחלק את התמונות לאלו שמתקשרות אצלם עם המילים הנדסה וטכנולוגיה ולאילו שלא. אפשר להפנות את התלמידים לצילומים בדף העבודה הראשון, או להציג את הצילומים בדף העבודה על הלוח בפני כל הכיתה. המורה תבקש מהתלמידים לעבוד בזוגות. כל זוג יתבקש להחליט אילו צילומים קשורים למילים הנדסה וטכנולוגיה ואילו אינם קשורים, ולהסביר את בחירתם. כל זוג תלמידים יחלוק את דעותיו עם זוג תלמידים אחר ויבחן את ההבדלים ואת הדמיון בתובנות שאליהן הם הגיעו. ניתן להשתמש ברעיונות אלו כבסיס לדין בכיתה; המורה תנסה לעודד את התלמידים להרחיב את ההגדרות של הנדסה וטכנולוגיה, כמו גם את המושגים שלהם בנוגע למהנדסים, מהנדסות, ממציאים וממציאות.

## 0.2 פעילות 1: מהי אריזה? – עבודה בקבוצות – 5 דק'

המורה תחלק לכל קבוצת תלמידים מעטפות ואריזות שונות. כל קבוצה תדון בשאלה מהי מעטפה/אריזה. כדי לסייע בדין, המורה תספק מגוון דוגמאות למעטפות שמכסות ו/או מגנות על חפצים או חומרים (כפי שניתן לראות בתמונות).



אחת ממטרות הפעילות היא לגרום לתלמידים לשים לב שיש פרשנויות רבות ושונות למילה מעטפה, שמהווה למעשה אריזה. בתמונות לעיל יש כמה דוגמאות שעשויות לאתגר את התלמידים בבואם להגדיר את המושג מעטפה. מעטפה או אריזה היא למעשה דבר מה אשר 'מגן', 'מכיל', 'מחזיק במקום', 'מכסה', 'מסתיר', ואפילו 'חושף' טווח רחב של חפצים שונים ומשונים.

0.3

### פעילות 2: התאמה בין אריזות לחפצים – עבודה בקבוצה ודין במליאה – 15 דק'

המורה תחלק את הכיתה לקבוצות של ארבעה תלמידים ותספק לכל קבוצה מגוון של מעטפות וחפצים שניתן להכניס לתוכן. המורה תבקש מהתלמידים להתאים בין המעטפות לחפצים ולהסביר על סמך מה נעשתה ההתאמה.

החפצים עשויים לכלול: זוג משקפיים, דיסק DVD, תעודה מזהה או צילום שאסור שיתקמטו, תכשיט עדין, מסמכים חסויים, זוג מספריים ועוד. מגוון החפצים והמעטפות עשוי להשתנות בהתאם להקשר ולחומרים הזמינים למורה.



השאלות הבאות עשויות לסייע בהנחיית הדין:

- מאיזה חומר המעטפה עשויה?
  - באילו אמצעים נעשה שימוש כדי לסגור את המעטפה?
  - האם יש בתוך המעטפה אמצעים מיוחדים כדי למנוע מהחפץ שבפנים להחליק או לזוז?
  - לאיזה סוג של חפצים עשויה המעטפה להתאים?
  - מאילו חומרים נוספים ניתן לדעתכם להכין אותה?
- בסיום הדין הקבוצתי, יציג נציג מכל קבוצה את התובנות של הקבוצה בפני המליאה.

נוצרת כאן הזדמנות למורה להנחות את הדין ולציין את הטכנולוגיות השונות שבהן נעשה שימוש לשם תכנון המעטפה, כולל צורת המעטפה, אופן הסגירה שלה והאמצעים השונים שנקטו כדי למנוע תזוזה או החלקה של החפץ המאוחסן בתוכה (לדוגמה, סגירה חד-פעמית לעומת סגירה רב-פעמית; אמצעי קיבוע, החומר שממנו עשוי החלק הפנימי המעטפה לעומת החומר שממנו עשוי החלק החיצוני; חתימה לשם מניעת דליפות; אריזות אטומות לאור וכו').

המורה יכולה להוסיף דיון בנוגע לתהליך המחשבתי של האנשים שעיצבו את האריזה; אילו בעיות הם היו צריכים לפתור ועל אילו צרכים היה עליהם לענות? כיצד הם ניגשו לפתרון הבעיה? האם לדעת התלמידים עמדו בפניהם אפשרויות נוספות? אילו גרסאות מוקדמות, מוצלחות פחות, היו אולי למעטפות שהתלמידים רואים עכשיו?



0.4

### פעילות בחירה – 10-30 דקות – עבודה בקבוצות

חלק א'

המורה תציג בפני התלמידים מגוון מעטפות ותבקש מהם להעריך את העיצוב שלהן על פי מידת התאמתן למטרה שלשמה הן נועדו (ר' צילום).

ניתן להשוות מעטפות על פי סוג הסגירה, אמצעי הקיבוע, ושילוב החומרים שמהם הן עשויות (לדוגמה, אריזת פלסטיק עם בועות אוויר ('פצפצים'), יכולת ספיגה, עמידות לחום, לאש, לקריעה, וכדומה). ניתן להרחיב את הפעילות ולבחון את צורות הקיפול השונות כדי להבין כיצד ניתן להשתמש בקיפולים עצמם כדי לצמצם או למנוע את הצורך בדבק בתהליך הייצור. שלושת התמונות הבאות מציגות מעטפות אשר ייצורן מצריך סוג אחד בלבד של חומר, ושאינן צורך בדבק. כדי להכין את המעטפות והאריזות האלו די בחיתוך ובקיפול בלבד.





## חלק ב'


המורה תחלק את התלמידים לקבוצות ותבקש מהם לתכנן ו/או ליצור מעטפה שנועדה לחפץ מסוים. לשם כך יצטרכו הקבוצות להשתמש בידע שלהם על חומרים ועל תהליך התכנון והבנייה. בדיון במליאה שיתקיים לאחר מכן יציגו הקבוצות את המעטפה שלהם ויקבלו משוב מהמורה ומהתלמידים האחרים בכיתה.

## 0.5 סיכום – 10 דקות – דיון במליאה

המורה תזכיר לתלמידים את מה שרשמו על הפתקיות הנדבקות מתחילת השיעור ותסב את תשומת לבם למה שחשבו בתחילת התהליך לעומת מה שהם חושבים עכשיו, בסופו של התהליך. המורה תבקש מהתלמידים לחשוב על המקום שממלאים הנדסה וטכנולוגיה בחיינו ותסכם את הנקודות המרכזיות שעלו בדיון:

- משמעות המילה טכנולוגיה היא מעשה ידי אדם. אנשים (מהנדסים) מתכננים מפתחים ובונים חפצים/מוצרים/אביזרים/תהליכים על מנת לפתור בעיה או לתת מענה לצורך קיים או עתידי.
- לשם כך עליהם לבצע תהליך מחשבתי ומעשי כדי לפתור את הבעיות הניצבות בפניהן; כמה מהתוצאות של תהליכים אלו מוצלחות מאוד, ואילו אחרות מוצלחות פחות. התהליך כולל שלב של הערכה ושיפור של הרעיון המקורי.
- אין טכנולוגיה 'מפותחת' (High-Tec) וטכנולוגיה 'פרימיטיבית' (Low-Tec). יש טכנולוגיה **מתאימה** לצרכים ולמשאבים העומדים לרשות המהנדסים והחברה בזמן ובמקום נתונים.

- יש מגוון תחומי הנדסה ובעיות הנדסיות מסוגים שונים, שמהנדסים ומהנדסות מכל רחבי העולם מנסים למצוא להן פתרון.

 יש הגדרות נוספות, תקפות באותה מידה, למילים הנדסה וטכנולוגיה; לעתים קרובות נוהגים להשתמש במילים אלו כמילים נרדפות. ניתן להגדיר הנדסה כשימוש בטכנולוגיה לשם פתרון בעיות. כאשר דנים בקשר בין הנדסה, מדע וטכנולוגיה יש לעודד את התלמידים לחשוב על האופן שבו מהנדסים משתמשים בסוגים שונים של טכנולוגיות (כולל גזירה והדבקה, שילוב חומרים, מרכיבים ושיטות ייצור מעורבות) כמו גם בידע שלהם על תהליכים מדעיים. זוהי ההזדמנות לדון באופן שבו חפצים מיוצרים, ולשאול על ידי מי הם מיוצרים וכיצד מתנהל תהליך החשיבה המוביל לייצורם משלב הצגת הבעיה ועד לשלב הפתרון.

## 0.6 הערכה של הישגים ותוצאות - פעילות בחירה

- בסוף השיעור תלמידים צריכים להיות מסוגלים:
- להבין כיצד נעשה שימוש במגוון של שיטות, תהליכים, חומרים ואמצעים כדי ליצור חפצים שונים מעשה ידי אדם ובכך לספק מגוון פתרונות לבעיות בחיי היומיום.
  - להיות מודעים לכך שטכנולוגיה מתאימה תלויה לעתים קרובות בהקשר ובחומרים הזמינים בזמן ובמקום מסוימים.
  - לתת את הדעת לכך שמהנדסים ומהנדסות משתמשים במגוון רחב של כישורים כדי לפתור בעיות.
  - להבין שמהנדסים ומהנדסות יכולים להיות אנשים בעלי כישורים, רקע ותחומי עניין שונים.

## פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית

משך הפרק: 55 דק'



### מטרות:

בפרק זה התלמידים ילמדו:

- על אופן הפעולה של שואב אבק, שימש כהדגמה להנדסת חשמל בכלל.
- איך תהליך התיכון ההנדסי משמש כדרך עבודה לפתרון משימת אתגר הנדסית.
- שחשמל היא צורה של אנרגיה.

### ציוד וחומרים (ל-30 תלמידים):



- לוח
- עותק של סיפור המסגרת (ר' בנספחים)

### אופן העבודה בכיתה:

### הכנות:

- להכין עותק של סיפור המסגרת
- להכין עותק של תהליך התיכון ההנדסי (ר' נספח)
- להכין עותקים של **דף עבודה 1 פרק 1**
- דיון במליאה
- עבודה פרטנית
- עבודה בקבוצות



### רעיונות מרכזיים:

- התלמידים יערכו היכרות עם דרך עבודתם של מהנדסים ומהנדסות.
- התלמידים יחשפו לראשונה למשימת האתגר ההנדסית של יחידה זו.



### תקציר הפרק:

ביחידה זו יוצגו לראשונה משימת האתגר ההנדסית בתחום של הנדסת חשמל, ותהליך התיכון ההנדסי. בנוסף, התלמידים יבחנו לראשונה מה הידע הדרוש להם כדי לבצע בהצלחה את משימת האתגר ההנדסית.



### 1.1 פתיחה – דיון במליאה – 10 דק'

המורה תגיד לתלמידים שהיחידה עוסקת בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ותבקש מהם לנקוב בשם של מכשירים חשמליים שאפשר למצוא בכיתה או בבית. תוך כדי הדיון המורה תעלה את השאלות הבאות: למה לדעתכם פיתחו את אותם מכשירים? איזה צורך הם נועדו למלא? מה התפקיד שממלאים החשמל ומכשירי החשמל בחיינו? איך היו החיים שלנו נראים בלי חשמל?

הנדסת חשמל ואלקטרוניקה מבוססת על עקרונות פיזיקליים, והיא עוסקת בנושאים רבים ושונים, החל מאספקת החשמל בבית, בבית הספר ובמקומות העבודה ועד לרכיבים האלקטרוניים הזעירים במחשבים ובטלפונים הניידים שלנו. החשמל משמש להעברת אנרגיה (מתווך אנרגטי) למשל באמצעות רשת חשמל ארצית או באמצעות מנועים חשמליים.

### 1.2 הצגת משימת האתגר – דיון כיתתי – 10 דק'

המורה תקריא לתלמידים את סיפור המסגרת (ר' בנספחים), ותשאל את התלמידים האם יוכלו לפתור את המשימה ההנדסית ומה עליהם לדעת כדי לפתור אותה? המורה תרשום את המשימה על הלוח (בניית שואב אבק קטן) ותסביר לתלמידים שבשיעורים הקרובים הם יעבדו כמו מהנדסים ומהנדסות אמיתיים.

השם 'שואב אבק' מכיל בתוכו הסבר לפעולת המכשיר (שאיבה). המרכיב המכני/אלקטרוני המרכזי הוא למעשה מנוע חזק שמחובר למדחף ש"מעיף" אוויר. המדחף נמצא בדרך כלל בחלק העליון או האחורי של השואב, שיוצר כוח שאיבה בתחתית השואב (המקום שאליו נשאב האבק פנימה).

אם אתם מעוניינים במידע נוסף על אופן הפעולה של שואבי אבק, אתם מוזמנים להיכנס לאתרים הבאים (באנגלית):

<http://home.howstuffworks.com/vacuum-cleaner.html>

<http://www.explainthatstuff.com/vacuumcleaner.html>

### 1.3 שלב איסוף המידע של תהליך התיכון ההנדסי – עבודה בקבוצות – 20 דק'

השלב הראשון בתהליך התיכון ההנדסי הוא שלב איסוף המידע. המורה תחלק את **דף עבודה 1 פרק 1**, ותדגיש שפתרון כל משימת אתגר הנדסית מתחילה בשאלת שאלות. קודם כל אנחנו צריכים לדעת **מה** אנחנו צריכים לדעת כדי לפתור בהצלחה את המשימה.

המורה תחלק את הכיתה לקבוצות של ארבעה או חמישה תלמידים (רצוי קבוצות מעורבות מבחינת מגדר וכישורים), ותקצה להם חמש דקות כדי לדון בשאלות שלדעתם הם צריכים לקבל עליהן תשובה כדי לפתור את משימת האתגר ההנדסית ביחידה זו (איך בונים שואב אבק).

המורה תבקש מהקבוצות לרשום את השאלות בדף העבודה במקום המיועד לכך, ואחר כך תאסוף את השאלות של כל הקבוצות ותרשום אותן על הלוח.

דוגמאות לשאלות אפשריות:

- איך עובד שואב אבק?
- האם יש לנו אפשרות לפתוח שואב אמיתי כדי לבדוק איך הוא עובד?
- מאילו חלקים הוא מורכב?
- באיזה חומרים אנחנו יכולים להשתמש כדי לבנות שואב אבק?
- מה בדיוק גורם ל"שאיבה" של שואב האבק?
- מה יחשב בעינינו לשואב אבק מוצלח? איזה סוג של לכלוך הוא אמור לשאוב?
- איך בונים מאוורר?
- באיזה גודל השואב שלנו אמור להיות?
- האם אנחנו יכולים להרכיב לו גלגלים?
- איך בונים את המפסק (שמפעיל ומכבה את המכשיר)?

**1.4 סיכום – דיון במליאה – 10 דק'**

המורה תסכם את הפרק, תוך דגש מיוחד על מטרות השיעור:

- מה למדנו על הנדסת חשמל?
- מהם השלבים השונים של תהליך התיכון ההנדסי?
- מה אנחנו צריכים לדעת על אופן הפעולה של שואב אבק כדי לבנות שואב מוצלח משלנו?

בפרק הבא התלמידים יתחילו לענות על חלק מהשאלות, וילמדו את הדברים הנחוצים להם כדי לתכנן ולבנות שואב אבק מוצלח.

בסוף השיעור התלמידים יתבקשו להביא מייבש שיער לשיעור הבא. חשוב להסביר לתלמידים שהם לא יפרקו או יפגעו בכל צורה אחרת במייבש השיער, אלא רק יתבוננו בהם בעיון.



## פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת? איסוף מידע על חשמל והנדסת חשמל

משך הפרק: 60 דק' (80 דק', כולל פעילות הבחירה)



### מטרות

בפרק זה התלמידים ילמדו:

- על מעגלים חשמליים וכיוון הזרם במעגל חשמלי.
- כיצד להשתמש בסוללות, במנועים קטנים ובמאוררים.
- על החלקים השונים של מייבש שיער, כפעילות מקדימה לפני תחילת התכנון והבנייה של שואב האבק.

### ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1-6 מייבשי שיער                            | <input type="checkbox"/> 2-3 פליירים (אופציונלי)                 |
| <input type="checkbox"/> 30X מנועים קטנים 1.5-3 וולט                | <input type="checkbox"/> 2-3 קאטרים לחישוב חוטי חשמל (אופציונלי) |
| <input type="checkbox"/> 30X סוללות 4.5 וולט, או 3X סוללות 1.5 וולט | <input type="checkbox"/> חוטי חשמל                               |
| <input type="checkbox"/> נייר                                       | <input type="checkbox"/> מהדקי נייר                              |
| <input type="checkbox"/> קרטון (אופציונלי)                          | <input type="checkbox"/> חוט מאריך                               |
| <input type="checkbox"/> סיכות מתפצלות (אופציונלי)                  | <input type="checkbox"/> גומיות רחבות                            |

### אופן העבודה בכיתה

- דיון במליאה
- עבודה בקבוצות
- עבודה פרטנית

### הכנות לפני השיעור

- להכין את החומרים הדרושים (ר' רשימת חומרים בתחילת היחידה)
- לוודא שהסוללות פועלות
- לבקש מהתלמידים להביא מייבשי שיער



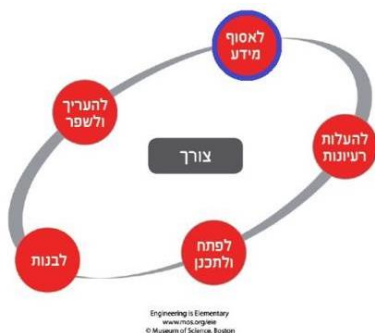
### רעיונות מרכזיים:

- להבין אילו חלקים חיוניים לשם בניית שואב אבק.
- ללמוד כיצד יש לחבר את החלקים השונים במעגל חשמלי.



### תקציר הפרק:

שלב איסוף המידע של תהליך התיכון ההנדסי מוביל לבחינה מדוקדקת של מייבש שיער. התלמידים ישתמשו בידע שהם ירכשו בנוגע למבנה ולאופן הפעולה של מייבש השיער כדי לתכנן ולבנות שואב אבק. בנוסף, התלמידים ילמדו ויתנסו בבניית מעגלים חשמליים, וילמדו כיצד פועלים מנועי חשמל וכיצד בונים מאורר.





## 2.1 פתיחה: מייבש שיער – עבודה בקבוצות – 20 דק'

המורה תחזור על משימת האתגר ההנדסית שלהם – לתכנן ולבנות שואב אבק. היא תסביר להם שבמהלך השיעור הם יחקרו את המבנה ואת אופן הפעולה של מייבש שיער שדומה במבנה שלו ובדרך הפעולה שלו לשואב אבק.

המורה תחלק מייבש שיער לכל קבוצה, ותשמור מייבש שיער אחד לעצמה, כדי לערוך הדגמות בפני כל הכיתה.

המורה תורה לקבוצות לבחון את מייבש השיער (בלי לפרק אותו), ותשאל שאלות מנחות:

- מה אתם רואים?
- מאילו חלקים מורכב מייבש השיער?
- המורה צריכה להפנות את תשומת לבם של התלמידים לחלקים הבאים, ואחר כך לשאול אותם: למה הם נועדו? איפה הם ממוקמים?
- **גוף החימום.** מייבש השיער פולט חום. למה? איזה חלק אחראי לכך?
- **המאוורר.** למה הוא נועד? איפה הוא ממוקם? המאוורר נועד להזרים אוויר חם או קר.
- **מנוע.** למה נועד המנוע? איפה הוא ממוקם? הסיבוב של המנוע החשמלי מניע את המאוורר.
- **מפסק.** למה הוא מיועד? להדליק, לכבות או לשלוט בעוצמה של זרם האוויר או עוצמת הטמפרטורה.
- **כבל (חוט) חשמל.** למה הוא נועד? כדי להעביר את הזרם החשמלי למכשיר.
- **חשמל.** למה הוא נועד? הזרם החשמלי גורם למנוע החשמלי להסתובב, פעולה שמפעילה בתורה את המאוורר.
- **גוף המייבש.** למה הוא נועד? בגוף המייבש נמצאים, בנוסף לחלקים שצוינו (מנוע, מאוורר גוף החימום) גם חיישנים שלא ניתן לראות אותם מבחוץ) שמפסיקים את פעולת גוף החימום והמנוע כאשר הם מתחממים יתר על המידה על מנת למנוע שריפה.

המורה תרשום את כל החלקים שהתלמידים מציינים על הלוח.

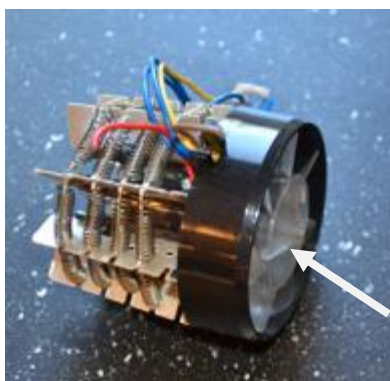


מייבש שיער



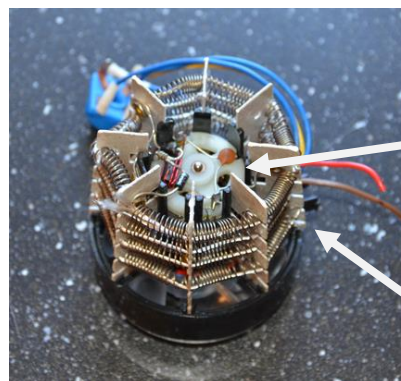
החלק האחורי של מייבש שיער

הנה כמה צילומים של מייבש שיער מפורק לחלקיו. המנוע והמאוורר המחובר למנוע.



מאוורר

המאוורר שבתוך מייבש השיער



מנוע

גוף חימום

גוף החימום שבתוך מייבש השיער ובמרכזו המנוע

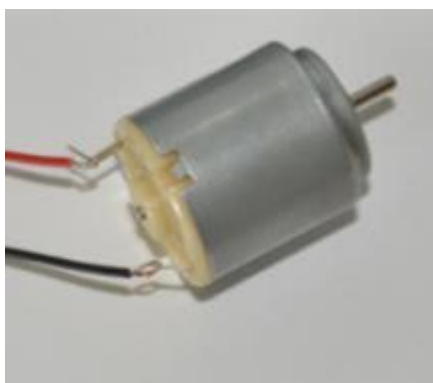
## 2.2 איך פועל המנוע – עבודה פרטנית – 10 דק'

### חשוב! לפני תחילת העבודה:



המורה תסביר לתלמידים את ההבדלים בין חשמל ממקור מרכזי ('החשמל מהקיר או מהשקע') ובין חשמל מסוללה. הנקודה החשובה היא שאסור בתכלית האיסור להשתמש בחשמל 'מהקיר' במהלך הניסויים. מתח הסוללות נמוך (1.5 עד 9 וולט) בעוד שמתח החשמל המרכזי מגיע ל-220 וולט, ולכן קיימת סכנת התחשמלות. המתח הנמוך של הסוללה מגן עלינו מפני סכנה כזו.

המורה תיתן לכל תלמיד סוללה ומנוע, ותבקש ממנו או ממנה לחשוב איך אפשר לגרום למנוע להסתובב. כדי לעשות זאת, התלמידים יצטרכו לחבר את שני הדקיו של המנוע כדי ליצור מעגל חשמלי סגור.



מנוע עם חוטי חשמל המחוברים להדקים



מנוע וסוללה מחוברים

אם כל התלמידים הצליחו להפעיל את המנועים, סימן שהם למדו לחבר את הסוללות למנוע בצורה נכונה.

עכשיו המורה יכולה לשאול את התלמידים למה המנוע פועל כשהוא מחובר לסוללה. יש להבהיר לתלמידים ש:

- לסוללה יש שני קטבים; קוטב שלילי וקוטב חיובי.
- כששני הדקי המנוע מחוברים לשני קטבי הסוללה, נוצר מעגל חשמלי סגור המאפשר לזרם לעבור למנוע. זאת הסיבה שבגללה המנוע מתחיל לפעול.

- כשהמנוע פועל, סימן שנוצר מעגל חשמלי סגור. כלומר, מסלול סגור שמחובר למקור המתח (הסוללה).
- אם יש נתק במעגל (אחד ההדקים או הקטבים אינו מחובר) המעגל פתוח והמרכיבים אינם מקבלים זרם חשמלי.
- מבחינה היסטורית, זרם חשמלי מוגדר כזרם מהקוטב החיובי לשלילי. במציאות ידוע לנו כיום שהכיוון הפוך, ושהחשמל זורם מהקוטב השלילי לחיובי.

### 2.3 איך בונים מאוורר – עבודה פרטנית – 20 דקות

עכשיו המורה תיתן לכל התלמידים חצי גיליון נייר A4 ותבקש מהם ליצור מאוורר נייר (הם יכולים לקפל או לקרוע את הנייר, ואחר כך לחבר אותו למנוע). העיצוב של המאוורר אינו חשוב כל עוד הוא יכול להזרים אוויר. ר' בתמונה הצעה לדגם של מאוורר. אפשר לתת לתלמידים לראות עיצובים של קבוצות אחרות כדי לשאוב מהן השראה.



חיבור בין המאוורר, המנוע והסוללה



דוגמה למאוורר

אם להבי המאוורר מתנתקים מהמנוע, קחו שתי גומיות קטנות, נקבו חור קטן בעזרת מחט בגומייה הראשונה, והצמידו אותה למנוע. השתמשו בגומייה השנייה כדי לחבר את המאוורר.

בתרגיל זה התלמידים משתמשים בנייר בלבד כדי לבנות מאוורר. הדגש הוא שעיצוב המאוורר משפיע על יעילותו. בתכנון ובבנייה של שואב האבק, התלמידים יוכלו להשתמש גם בחומרים אחרים.

המנוע יכול להוליך חשמל בשני הכיוונים, אבל הוא מסתובב בכיוונים שונים הפוכים כשמשינים את הקטבים. בקשו מהתלמידים לבדוק איך הם יכולים לגרום למאוורר להסתובב לכיוון הנגדי. רמז: החליפו בין הקטבים כדי לשנות את כיוון הזרם.

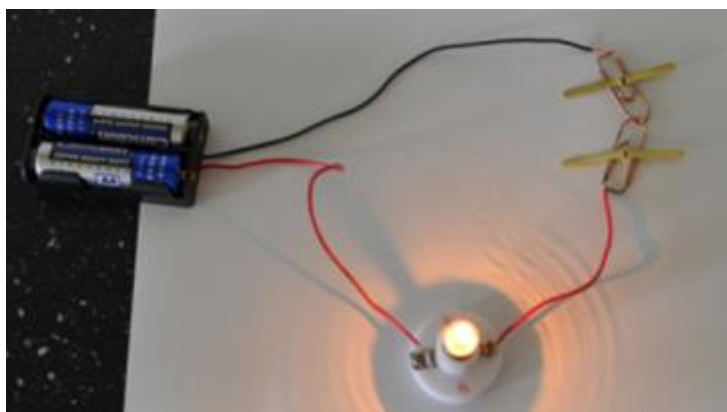
### 2.4 איך בונים מפסק – פעילות בקבוצות – 20 דק' (פעילות בחירה)

חומרים (ל 30 תלמידים)

- 6-8 מנועים קטנים 1.5-3 וולט (מנוע לכל קבוצה)
- 6-8 סוללות 4.5 וולט או 3 של 1.5 וולט
- חתיכות קרטון
- חוטי חשמל
- מהדקי נייר
- סיכות מתפצלות
- 2-3 קאטרים
- 2-3 פליירים

לאחר שהתלמידים כבר יודעים איך ליצור מעגל חשמלי סגור בין המנוע לסוללה, הם יבנו מעגל חשמלי סגור בין הסוללה, חוטי החשמל והמנוע. בשלב הבא יהיה עליהם לבנות מפסק כדי להדליק ולכבות את המנוע.

לשם כך, התלמידים ייקחו שתי חתיכות קרטון וינקבו בהן חורים כדי לאפשר חיבור של מהדקי הנייר והסיכות המתפצלות, כמתואר בצילום. הם יחברו כל אחד מחוטי החשמל למהדק הנייר ויזיזו את מהדקי הנייר עד שהם יגעו/לא יגעו וכך למעשה יבנו את המפסק.



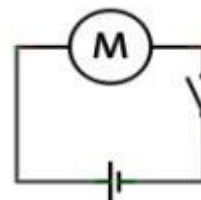
מפסק במעגל חשמלי סגור. בצילום השתמשנו בנורה במקום במנוע

## 2.5 סיכום – דיון במליאה – 10 דק'

המורה תסכם את הפרק, עם דגש על מטרות הפרק (ר' תחילת הפרק) ותשאל את התלמידים: האם אתם מרגישים שאתם יודעים עכשיו איך לעבוד עם סוללות, מנועים קטנים ומאווררים? האם אתם יכולים לזהות ולתאר את החלקים השונים של שואב האבק?  
המורה תסכם את המידע בנוגע ליצירת מעגל חשמלי סגור וכיוון הזרם ובמידה והזמן אינו דוחק תוכל גם להציג לתלמידים את הסמלים המתארים את רכיבי המעגל החשמלי ומספר צרכנים. הנה כמה מהסמלים:

	מנוע
	נורה
	מקור כוח
	מפסק

הנה תרשים של מנוע, סוללה ומפסק בשפת הסמלים:



## פרק 3 – כאן בונים! תכנון ובנייה של שואב אבק

משך השיעור: 95 דק' (110 דק' כולל פעילות הבחירה)



### מטרות:

בפרק זה התלמידים ילמדו:

- כיצד ניתן להשתמש במנוע ומאוורר כדי להניע אוויר בכלי הפתוח בשני הצדדים שלו.
- את חשיבותה של עבודת צוות כדי להגיע לפתרון יצירתי למשימת האתגר ההנדסית.
- כיצד להיעזר בתהליך התיכון ההנדסי כדי לתכנן ולבנות שואב אבק הממלא את ייעודו בהצלחה.

### ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 30X מנועים קטנים 1.5-3 וולט      | <input type="checkbox"/> חתיכות פלציב                  |
| <input type="checkbox"/> 30X סוללות 1.5 וולט              | <input type="checkbox"/> מהדקי נייר                    |
| <input type="checkbox"/> תיבות סוללה (בהתאם לסוג הסוללה)  | <input type="checkbox"/> גומיות (רחבות)                |
| <input type="checkbox"/> <b>דף עבודה 1 – תכנון</b>        | <input type="checkbox"/> פתיתי נייר עגולים ממנקב משרדי |
| <input type="checkbox"/> <b>דף עבודה 2</b>                | <input type="checkbox"/> מסורית                        |
| <input type="checkbox"/> חוטי חשמל                        | <input type="checkbox"/> אקדח דבק חם                   |
| <input type="checkbox"/> 10X בקבוקי פלסטיק (קנקלים)       | <input type="checkbox"/> 1-2 פליירים                   |
| <input type="checkbox"/> גליונות קרטון, בעובי ובמראה שונה | <input type="checkbox"/> 1-2 קאטרים                    |
| <input type="checkbox"/> מקלות ארטיק/שיפודים              | <input type="checkbox"/> מסקינגטייפ                    |
|   | <input type="checkbox"/> 6X זוגות מספריים              |

### אופן העבודה בכיתה:

- עבודה בקבוצות קטנות

### הכנות לפני השיעור:

- להכין עותקים של **דף עבודה 2**
- להכין את החומרים



### רעיונות מרכזיים:

- כיצד אפשר ליישם את תהליך התיכון ההנדסי כדי לתכנן ולבנות שואב אבק.



### תקציר הפרק

בפרק הנוכחי התלמידים יישמו את תהליך התיכון ההנדסי כדי לתכנן ולבנות בקבוצות קטנות שואב אבק משלהם. הדגש בפרק זה הוא על כך שהתלמידים יבנו בכוחות עצמם מכשיר אשר יפתור את הבעיה שהוצגה בסיפור המסגרת. לשם כך יש להזכיר להם את סיפור המסגרת מפרק 1. בשיעור זה יעברו התלמידים את השלבים 'העלאת רעיונות', 'פיתוח ותכנון', 'בנייה' 'והערכה ושיפור' בתהליך התיכון ההנדסי. התלמידים ישתמשו בידע המדעי שהם רכשו בפרקים 1 ו-2 (שלב איסוף המידע של תהליך התיכון ההנדסי) כדי לפתור את משימת האתגר.



### 3.1 פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'

המורה תשאל את התלמידים: כיצד אנחנו יכולים להשתמש בידע שרכשנו על חשמל, סוללות, מנועים ומאווררים, בתוספת הרעיונות העצמאיים שלנו, כדי לתכנן ולבנות שואב אבק? הפרק מבוסס על תהליך התיכון ההנדסי, לכן יש לוודא שלרשות התלמידים עומדים דפי העבודה שבהם עליהם לתעד את השלבים השונים של תהליך התיכון ההנדסי. המורה תסביר לתלמידים שזה הזמן להתחיל ליישם את הידע שלהם על מנת לפתור את משימת האתגר. המורה תזכיר לתלמידים את סיפור המסגרת ואת משימת האתגר – לתכנן ולבנות שואב אבק. המורה תחלק את הכיתה לקבוצות של ארבעה או חמישה תלמידים (רצוי קבוצות מעורבות מבחינת מגדר וכישורים). אם שואב האבק שהקבוצה בנתה שואב את פתיתי הנייר, המשימה הושלמה בהצלחה. חשוב שהמורה תזכיר לתלמידים לתעד את התהליך בדפי העבודה מפרק 1. התלמידים יכולים גם לצלם את השלבים השונים של העבודה, עד להשלמת המשימה בהצלחה.

### 3.2 תהליך התיכון ההנדסי: איסוף מידע, העלאת רעיונות ותכנון – עבודה בקבוצות – 15 דק'

**איסוף מידע** – מה אנחנו צריכים לדעת? לדוגמה:

- באילו חומרים אפשר להשתמש?
- איזה סוג של לכלוך נועד שואב האבק לנקות?

על אילו דרישות צריך שואב האבק לענות? שואב האבק צריך לפעול על סוללות ובעזרת מנוע, אבל התלמידים יכולים להשתמש בחומרים נוספים, כמו בקבוקי פלסטיק, כוסות נייר וכדומה. שואב האבק יחשב להצלחה אם הוא יצליח לשאוב אבק ואת פתיתי הנייר ממנקב החורים המשרדי.

**העלאת רעיונות** – המורה תבקש מהתלמידים לחשוב על פתרונות שונים מבחינת גודל השואב, יכולת האחסון שלו, מיקום הסוללה וכו'. המורה תיתן לתלמידים רשימה של חומרים שבהם הם יכולים להשתמש. שלב הדיון חשוב מאוד בפני עצמו.

**פיתוח ותכנון** – המורה תיתן לכל קבוצה להחליט מה הפיתרון המועדף עליה, ואז תיתן לה אות ירוק להתחיל בבנייה. יש להבהיר לתלמידים שלא מצפים מהם לבנות מסננים או שקית אבק. בשלב זה די בכך שהמכשיר יוכל לשאוב את האבק ופתיתי הנייר.

עצה ואזהרה: שלב הבנייה עשוי להוות אתגר לא קטן עבור התלמידים, לכן חשוב שהמורה תבנה שואב אבק לפני השיעור ותשים אותו במקום בולט כדי שהתלמידים יוכלו לראות כיצד צריך להיראות המוצר המוגמר. עם זאת, חשוב להדגיש שהאופן שבו נבנה שואב האבק הזה הוא רק אחת האפשרויות, ושיש יותר מדרך אחת לבנות שואב אבק. לפני תחילת הפעילות, המורה צריכה להדגים כיצד לחבר את החלקים והחומרים השונים. אנחנו מציעים שהמורה תדגים כיצד לחבר את המנוע (ר' דוגמאות בהמשך). חשוב גם שהמורה תראה כיצד להשתמש בכלי העבודה באופן יעיל וזהיר (לדוגמה, כיצד לחתוך את בקבוק הפלסטיק, וכיצד להיזהר בזמן השימוש במספרים ובמסורית). מן הראוי גם להסביר שוב לתלמידים כיצד להשתמש בפלייר ובקאטר.

### 3.3 תכנון ובנייה – עבודה בקבוצות קטנות – 60 דק'

**פיתוח ותכנון** – כל קבוצה צריכה לתכנן ולבנות שואב אבק אחד. המורה יכולה להזכיר לתלמידים שיש להם אפשרות לתעד את העבודה בשלבים שונים.



### גוף השואב -

ניתן לבנות את גוף השואב מסוגים שונים של בקבוקים. סוג הבקבוק והמבנה שלו יקבע על ידי כל אחת מהקבוצות בהתאם לתכנון האישי שלה. הדרך הקלה ביותר ליצור את הגוף היא לחתוך בעזרת מספריים או סכין בקבוק פלסטיק עגול (מהסוג שנועד למים או למשקאות קלים). אבל אפשר להשתמש גם בבקבוקי פלסטיק רבועים מהסוג הקשיח יותר. כדי לנקב חור בבקבוק, אפשר להשתמש במספריים או במסורית.



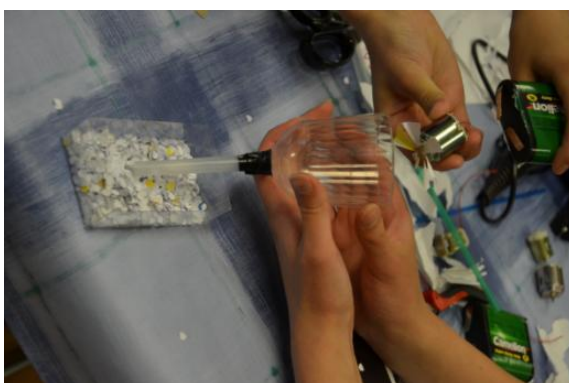
חיתוך הבקבוק

### עיצוב מאוורר וחיבורו למנוע -

אפשר לבנות את המאוורר מחומרים שונים. חומר אחד שקל במיוחד לעבוד איתו הוא קרטון. ישנם סוגים שונים של קרטון, בעובי ובמרקם שונה. אפשר, לדוגמה, להשתמש בקרטון של קופסת אריזה, כמו אריזה של דגני בוקר, או בכל סוג אחר שבו התלמידים מעוניינים. המורה תבקש מהתלמידים לעצב את המאוורר שלהם, ואחר כך לחבר אותו למנוע. אם המאוורר נופל שוב ושוב, אפשר להשתמש בגומייה או במסקינגטייפ כדי לחבר אותו למנוע.

### האם המאוורר פועל? -

התלמידים צריכים לנסות את המאוורר והמנוע שלהם לפני שהם מתחילים לנסות לקבע את המנוע במקומו. זאת ההזדמנות שלהם להשתמש בידע שהם רכשו במהלך השיעורים הקודמים כדי לחבר את המנוע לסוללות. אם המאוורר נכנס לגוף השואב ומתחיל לשאוב אבק ופתיתי נייר, הם יכולים להמשיך בתהליך הבנייה. אם במקום לשאוב הוא פולט אוויר, על התלמידים לנסות לשנות את כיוון החיבורים לסוללות, כדי לשנות את כיוון סיבוב המנוע.



בדיקה של פעולת השואב

**חיבור המנוע לגוף השואב**

יש דרכים רבות לחבר את המנוע. הקבוצה יכולה להחזיק את המנוע בעזרת האצבעות, או לחבר את המנוע לגוף השואב. הנה כמה רעיונות כיצד ניתן לחבר אותו:

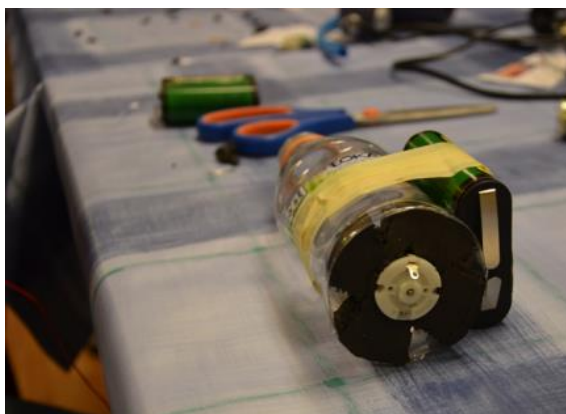


**שואב אבק עם מקלות ונייר דבק**



**שואב אבק עם חתיכת פלציב**

שימו לב! האוויר צריך לעבור דרך החומר המשמש כגוף השואב. אם יש צורך, נקבו חורים קטנים כדי לאפשר מעבר אוויר.

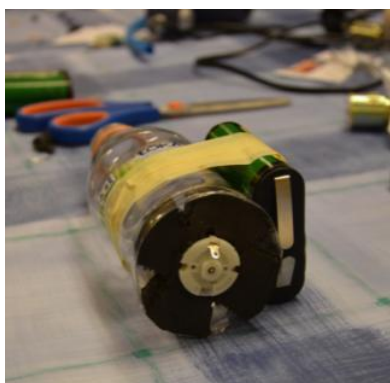


**חורים קטנים כדי שהאוויר יוכל לחדור**

**חיבור של הסוללה/תיבת הסוללה**

אפשר לחבר את הסוללה/תיבת הסוללות לחלק החיצוני של הבקבוק. התלמידים יכולים להשתמש בידע שהם רכשו לגבי האופן שבו חושפים את כיסוי הפלסטיק של חוטי החשמל כדי לחבר את החוטים למקור הכוח (לסוללה). אחרי שהתלמידים יחשפו את התיל, הם יוכלו לחבר את הסוללה למנוע.





**אפשר לחבר את הסוללה לחלק החיצוני של הבקבוק**

**בנייה של מפסק (פעילות בחירה. 15 דק' נוספות)**

התלמידים יכולים לעצב מפסק שניתן לכבות ולהדליק בעזרתו את שואב האבק. זאת ההזדמנות של התלמידים ליישם את הידע שלהם על מעגלים חשמליים (סגורים ולא-סגורים), ועל חומרים מוליכים ולא-מוליכים.



**שואב אבק עם מפסק**

**הערכה ושיפור –** המורה תשאל את התלמידים עד כמה לדעתם העיצוב שלהם מוצלח, ואם יש שיפורים נוספים שהם היו רוצים להכניס. המורה תזכיר לתלמידים לתעד את הפעילות **בדף עבודה 1**, בחלק המיועד להערכה ושיפור.

**3.4 סיכום – דיון במליאה – 15 דק'**

המורה תסכם את הפרק, תוך דגש על מטרות הפרק (ר' בתחילת הפרק). המורה תזכיר לתלמידים מה הם למדו לגבי האופן שבו פועל שואב אבק, לגבי האופן שבו ניתן להשתמש במנוע ובמאורר כדי להניע אוויר בתוך מיכל הפתוח משני צדדיו ועל הדרך שבה פעלו כדי לתכנן ולבנות את השואב אבק. כאשר התלמידים סיימו את שלב הבנייה, המורה תבקש מהם לסדר ולנקות את הכיתה. לסיום, המורה תודיע לתלמידים שבשיעור הבא תהיה להם הזדמנות להציג את הדגמים שלהם בפני שאר הכיתה.

## פרק 4 – אז איך הלך לנו?

האם עמדנו בדרישות? הערכה של שיטת העבודה ושל התוצר המוגמר

משך השיעור: 75 דק'



### מטרות:

- בפרק זה התלמידים ילמדו:
- שיש דרכים שונות לפתור משימת אתגר הנדסית.
- שהערכה על סמך דרישות שנקבעו מראש והכנסת שיפורים הם חלק בלתי נפרד מתהליך התיכון הנדסי.
- שכדי לתכנן ולבנות מכשיר מוצלח, אנחנו זקוקים לידע מדעי.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):

- שואבי האבק שבנו התלמידים מהפרק הקודם



### הכנות לפני השיעור:

### אופן העבודה בכיתה:

- התלמידים צריכים להביא את שואבי האבק שהם
- תכננו ובנו בפרק הקודם
- דיון כיתתי
- עבודה בקבוצות



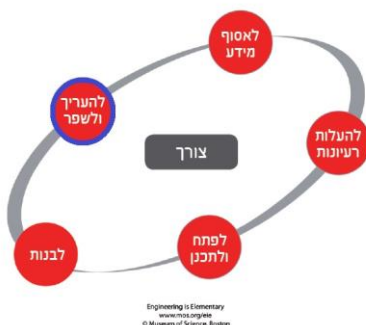
### רעיונות מרכזיים:

- סקירה והערכה מחדש של מוצר על פי הדרישות המוקדמות הם חלק מתהליך התיכון הנדסי.
- שלב ההערכה של תהליך התיכון הנדסי מהווה הזדמנות לתלמידים לסקור את התהליך והשליבים שעברו לאחר שתהליך הבניה הסתיים.
- חזרה על המושגים המדעיים שנרכשו במהלך השיעורים.



### תקציר הפרק

בפרק זה נעריך את תהליך העבודה ואת המוצר הסופי. האם השואב אבק שבנינו עמד בדרישות? כיצד יישמנו את הידע המדעי שרכשנו? כיצד השפיעה ההיכרות שלנו עם תהליך התיכון הנדסי על תהליך העבודה שלנו? זאת גם ההזדמנות של התלמידים להתגאות במעשה ידיהם ובידע שהם רכשו.



Engineering is Elementary  
www.tec.org/eng  
© Museum of Science, Boston

#### 4.1 פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'

לכל קבוצה יש שואב אבק אחד שהם תכננו ובנו. בשיעור זה הכיתה תדון בפתרונות השונים של כל קבוצה ותעריך את המוצר המוגמר. המורה תרכז את כל הכיתה ותבקש מכל קבוצה להציג את שואב האבק שלה.

#### 4.2 הצגה של העבודות – דיון במליאה – 60 דק'

כל קבוצה תספר לשאר הקבוצה על שואב האבק שלה. המורה יכולה לעורר דיון באמצעות השאלות המנחות הבאות:

- האם יש משהו שאתם עדיין רוצים לשפר?
- האם חלק מכם התקשו לבנות שואב שנכנס דרכו מספיק אוויר?
- מאיפה האוויר יוצא ונכנס?
- האם האוויר צריך לצאת?
- למה האבק והפתיתים נכנסים לשואב?
- האם למישהו הייתה בעיה עם כיוון זרימת האוויר?
- איך פתרתם את הבעיה?
- מה ההבדל העיקרי בין מייבש שיער לשואב אבק?
- איך מכבים ומדליקים את שואב האבק שלכם?
- האם כולכם מצאתם פתרון זהה לסוגית המפסק, או שיש כאלו שמצאו פתרונות אחרים?
- למה השואב מתחיל לעבוד? למה הוא מפסיק?
- למה שואב אבק זקוק לשקית אבק ולמסננים?

מונחים ומושגים שהתלמידים צריכים להשתמש בהם במהלך הצגת שואב האבק:

- מפסק
- מנוע
- מאוורר
- חוטי חשמל
- סוללה
- מעגל חשמלי

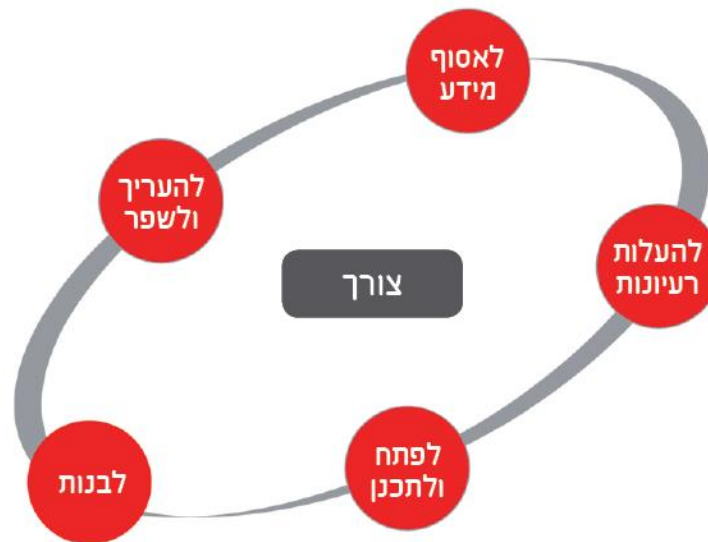
#### 4.3 סיכום – דיון במליאה – 10 דק'

המורה תסכם את הפרק, עם דגש על מטרות הפרק (ר' תחילת הפרק). המורה תשאל:

- מה למדנו על הדרכים השונות לפתור בעיות בעזרת תהליך התיכון ההנדסי?
  - מה למדנו באמצעות תכנון ובנייה של שואב האבק?
  - האם אתם מרגישים שאתם מבינים דברים שלא ידעתם ולא הבנתם קודם?
  - איזה ידע מדעי רכשתם?
  - כיצד יישמתם אותו?
- ולבסוף:
- האם הפעילות שעברתם ביחידה גרמה לכם לרצות לעבוד בעתיד כמהנדסים וכמהנדסות?

## נספחים

תהליך התיכון ההנדסי



Engineering is Elementary  
www.mos.org/eie  
© Museum of Science, Boston

שאלות	השלב בתהליך התיכון ההנדסי
מה הבעיה? מה הצורך? מה אנחנו צריכים לדעת? (מידע ומגבלות)	לשאול ולאסוף מידע
מה עשויים להיות הפתרונות? מה עשוי להיות הפתרון הטוב ביותר?	להעלות רעיונות
הכנת תרשים. רשימה של כל החומרים שנהיה זקוקים להם.	לתכנן
הוצאה לפועל של התכנית. בדיקה של התכנית שביצענו.	לבנות
שיפור המכשיר/התוצר/התהליך בדיקה חוזרת!	להעריך ולשפר

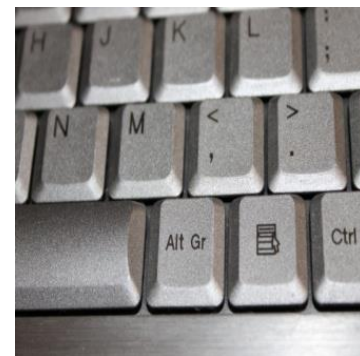
## סיפור המסגרת

הייתה לכם מסיבת סיום נפלאה בכיתה. למרבה הצער, עכשיו כל הרצפה מלאה פתיתי נייר צבעוניים, והכיתה מבולגנת לגמרי. המנקה יצאה לחופשה, וארון השירות עם כל ציוד הניקיון נעול. אתם לא מצליחים למצוא לא מטאטא ולא יעה. משימת הניקיון נראית ארוכה ומייגעת מתמיד. אבל כן מצאתם כמה מנועים, חוטי חשמל, סוללות ונייר במעבדה. עומדים לרשותכם גם המון בקבוקי פלסטיק ריקים מהמסיבה. אחד הילדים מציע להשתמש במייבש שיער כדי לאסוף את כל פתיתי הנייר, אבל ילדים אחרים אומרים שזה רק יבלגן עוד יותר את החדר.

אולי זה הזמן להפוך למהנדסים ולמהנדסות חשמל ולמצוא דרך לתכנן ולבנות שואב אבק מאולתר, שיוכל לשאוב את כל הבלגן ויאפשר לכם להגיע הביתה בזמן?

## דפי עבודה

דף עבודה 1 שיעור הכנה – הנדסה או לא הנדסה?





## דף עבודה 1 שיעור הכנה – הנדסה? – הערות למורה

הצילומים בדף הסיכום נועדו לגרום לתלמידים לשאול מה זאת הנדסה? מה מהנדסים עושים? איזה תחומי הנדסה קיימים? מי יכול להיות מהנדס?

הצילומים של העכביש והשבלול מהווים אתגר מיוחד. התלמידים עשויים להחליט, לדוגמה, שהעכביש 'מהנדס' את הקורים שלו (וכך גם לגבי חיות 'מהנדסות' אחרות, כמו בונה הבונה סכר). מכאן נובע שחשוב להדגיש שהמושג המקובל של הנדסה חל על חפצים מעשה ידי אדם. עם זאת, אנחנו יכולים ללמוד מהתבוננות ומצפייה בטבע. לדוגמה, בני האדם העתיקו את החומר שבו עכבישים משתמשים כדי לטוות קורים כדי ליצור חומר עמיד וחזק מאוד (קוולר) בעל תכונות מועילות רבות. השאלה המעניינת היא אם ניתן למצוא שימוש לפתרונות של הטבע לצורך פתרון בעיות בעולם האנושי. השבלול פיתח שיטה יעילה מאוד של זחילה על משטחים מחוספסים המגנה על גופו הרך מפני פגיעות. האם ניתן למצוא שימוש לעובדה זו בחיי היומיום? התשובה תלויה בצרכים ובדמיון שלנו. לשיטת הזחילה של השבלול טרם נמצא שימוש, לעומת זאת, ההשראה לסקוץ' (צמדן), באה בעקבות התבוננות בקוצים של צמח בשם לפה גדולה.

גם את הצעצועים ניתן להחשיב כתוצר של הנדסה מאחר והם מורכבים מפיקות וזיזים, אבל יהיה מעניין לשאול מאילו חומרים אפשר להכין אותם ומי בעצם בונה אותם. יש להניח שהדיון יוביל לכמה סוגיות של מגדר (ילדים רבים עשויים לחשוב שרק גברים מעצבים ובונים צעצועים).

שאלה דומה עשויה לעלות בעקבות ההתבוננות בצילומים של הסריג ושל הארוחה המוכנה – תלמידים עשויים לחשוב שרק נשים מכינות פריטים אלו ושהם אינם תוצר של הנדסה.

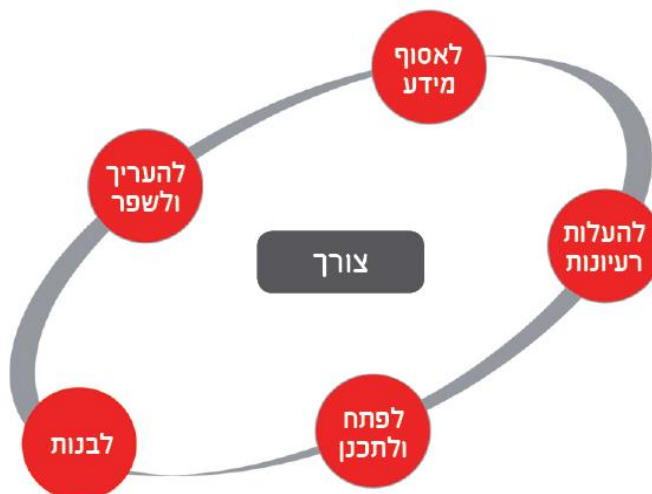
כמה מהצילומים האחרים, שבהם מוצגים פסלים ויצירות אמנות, עשויים להיתפס כלא קשורים לתחום הנדסה מאחר ואין להם שימוש מעשי מוגדר. הדבר יעלה שאלות בנוגע לקשר בין הנדסה לאמנות ויגרום לתלמידים (ולמורה) לתהות האם לחפצים מעשה ידי אדם צריך להיות שימוש מעשי, על מנת שניתן יהיה להחשיב אותם כתוצר של הנדסה.

הצילומים נועדו לעורר דיון ודו-שיח. זה עשוי להיות העיתוי הנכון מבחינת המורה להציג את תהליך התיכון הנדסי.

דף עבודה 1 פרקים 1-4 – תיעוד של תהליך התיכון ההנדסי

.....:pe

.....:תאריק:



Engineering is Elementary  
www.mos.org/eie  
© Museum of Science, Boston

מה הבעיה? מה הצרכים? אילו פיתרונות מצאו אנשים אחרים?	איסוף מידע
מה האילוצים והמגבלות? אילו פיתרונות אפשריים ניתן למצוא? סיעור מוחות בחירת הפיתרון המוצלח ביותר	העלאת רעיונות
תרשים של הפיתרון רשימת חומרים	פיתוח ותכנון
יישום הרעיון	בנייה
בחינה והערכה של הפיתרון	הערכה ושיפור

### איסוף מידע

רישמו את כל השאלות והתשובות:

### העלאת רעיונות

סיעור מוחות. אילו פיתרונות מצאתם? איך אתם מתכוונים לבנות את שואב האבק שלכם? לאילו חלקים אתם זקוקים? איך אתם מתכוונים לחבר בין החלקים? ציירו טיוטה של הרעיונות שלכם.

**פיתוח ותכנון**

עשו תרשים מפורט יותר של הרעיון המוצלח ביותר לדעתכם. עשו רשימה של החומרים שתזדקקו להם כדי להוציא את הרעיון לפועל.

### בנייה

רעיון: צלמו את הפרויקט בכל שלבי הבנייה.

בדיקה!

מה קרה כשבדקתם את הדגם שלכם?

אילו חלקים עבדו היטב? איך אתם יודעים?

אילו חלקים לא עבדו כמו שצריך? למה?

איך אתם יכולים לשפר את הדגם?

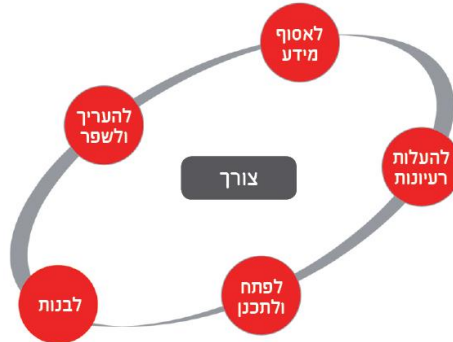
### הערכה ושיפור

אילו חלקים של הדגם היו זקוקים לשיפור? כיצד שיפרתם אותם? ציירו או צלמו את הדגם המשופר. תארו בכתב את השיפורים.

דף עבודה 2 פרק 3 – תכנון ובנייה של שואב אבק

..... מ

..... תאריך:



Engineering is Elementary  
www.mos.org/iee  
© Museum of Science, Boston

- עד עכשיו התרכזנו בשלבים של איסוף המידע, העלאת הרעיונות, והפיתוח והתכנון של תהליך התיכון ההנדסי.
- הגיע הזמן לעבור לשלב הבנייה. בהמשך יש הסברים מפורטים כיצד לבנות את שואב האבק, אבל אתם גם יכולים לבחור עיצוב שונה משלכם.
- זיכרו לתעד כל שלב בזמן הבנייה בעזרת צילומים או באמצעות תיאור בכתב.
- אם אתם צריכים להכניס שינויים, אם יש לכם רעיונות חדשים לגבי הדגם, או שעולות על דעתכם שאלות נוספות שאתם זקוקים לתשובות עליהן לפני שתוכלו לעבור לשלב הבנייה (או במהלך הבנייה), התבוננו בתהליך התיכון ההנדסי, חזרו לשלב הקודם המתאים, ותעדו את מעשיכם (תכתבו את מה שאתם מציעים לעשות במקום המתאים בדף עבודה 1).
- תוכלו לדעת שהשלמתם את משימת האתגר ההנדסית שלכם בהצלחה כששואב האבק שלכם יצליח לשאוב את האבק ואת פתיתי הנייר.

1) גוף השואב

אפשר לבנות את גוף השואב מבקבוקים מסוגים שונים. בחרו בקבוק אחד שכל הקבוצה הסכימה לגביו בשלב הפיתוח והתכנון. כדי לנקב את החור הראשון אתם יכולים להשתמש במסורית ואחר כך במספריים. היזהרו לא להיפצע!



**(2) עיצוב המאוורר וחיבורו למנוע**

עצבו את המאוורר ואחר כך חברו אותו למנוע. אם המאוורר מתנתק, אתם יכולים להשתמש בגומיות משני צדי המאוורר כדי להחזיק אותו במקומו.

**(3) בדיקת המאוורר**

בידקו את המאוורר והמנוע לפני שאתם מתחילים מחברים את המנוע לגוף. חברו את הסוללות למנוע. אם המאוורר שואב את פתיתי הנייר, אתם יכולים להמשיך לשלב 4. אם במקום לשאוב הוא פולט אוויר, נסו לשנות את כיוון החיבורים לקוטבי הסוללה. אם המאוורר גדול מדי, תצטרכו לשנות את העיצוב שלו לפני שתוכלו להמשיך.

**(4) חיבור המנוע**

יש כמה דרכים לחבר את המנוע. אתם יכולים לבחור להחזיק את המנוע בעזרת האצבעות, או לחבר את המנוע לגוף השואב. זיכרו שהאוויר צריך להיות מסוגל לעבור דרך החומר, כך שייטכן ותצטרכו לנקב חורים קטנים כדי לאפשר מעבר אוויר. נסו לשים את היד על החלק האחורי של גוף השואב ולראות מה קורה.

**(5) חיבור הסוללה/תיבת הסוללות**

אפשר לחבר את הסוללות/תיבת הסוללות לחלק החיצוני של הבקבוק. לשם כך השתמשו בידע שרכשתם על חיבור חוטי חשמל.

זיכרו לתעד את העבודה שלכם **בדף עבודה 1** בשלב המתאים בכל פעם שיש לכם פתרון נוסף או רעיון לשיפור הדגם.

כשסיימתם ואתם מרוצים, אתם יכולים לבנות מפסק לשואב האבק שלכם.

**(6) בניית מפסק (פעילות בחירה)**

השתמשו בידע שרכשתם על מפסקים כדי לבנות מפסק שיפעיל ויכבה את שואב האבק.

## חומר רקע מדעי למורים על חשמל ושואבי אבק

### פרק 2 - מושגים מרכזיים

- תכנון ובנייה של מעגל חשמלי פשוט המכיל סוללה, חוטי חשמל מנוע (ומאוורר) ומפסק
- דרוש מעגל חשמלי סגור כדי שהזרם החשמלי יוכל לנוע במעגל
- יש לחבר את קוטבי הסוללה להדקי המנוע כדי ליצור מעגל חשמל סגור
- לסוללה יש שני קטבים: חיובי ושלילי
- שימוש במעגל חשמלי פשוט עם מנוע כדי לגרום למאוורר הנייר להסתובב
- עיצוב המאוורר יכול להשפיע על יעילותו
- המנוע יכול להסתובב לכיוונים שונים כשמשינים את החיבור לקטבים
- אם המעגל מנותק, הרכיבים לא יקבלו זרם חשמלי ולכן לא יפעלו
- יש הבדל בין המתח החשמלי בשקע (220 וולט) ובין המתח של סוללה (1.5 עד 9 וולט)
- יש סימנים ותרשימים שתפקידם לתאר מעגלים חשמליים פשוטים

### מה זה חשמל ואילו חומרים מוליכים חשמל

המילה היוונית לענבר היא 'אלקטרון', שממנה נגזרת המילה אלקטרוניקה (חשמל). היוונים נהגו לשעשע את עצמם באמצעות חיכוך של ענבר בצמר כדי למשוך אליו ולאסוף באמצעותו נוצות, עלים וכו', אבל לא היה להם שום הסבר לתופעה.

חשמל היא צורה של אנרגיה. מדובר בזרם של מטען שלילי הנגרם בגלל תנועה של אלקטרונים. כל החומרים עשויים מאטומים. אטום מורכב מגרעין אשר סביבו נע ענן אלקטרוניים. הגרעין מורכב מפרוטונים, בעלי מטען חיובי, ונויטרונים, בעלי מטען ניטרלי. כאמור, הגרעין מוקף ב'ענן' של אלקטרוניים בעלי מטען שלילי.

להסבר נוסף (באנגלית):

[http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/add\\_aqa\\_pre\\_2011/atomic/atomstrucv1.shtml](http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/add_aqa_pre_2011/atomic/atomstrucv1.shtml)

מספר הפרוטונים באטום שווה למספר האלקטרוניים. פירוש הדבר הוא שהאטום ניטרלי. כאשר מפרים את האיזון בין הפרוטונים לאלקטרוניים באמצעות כוח חיצוני, האטום יכול לקבל או לאבד אלקטרוניים. כשהאטום 'מאבד' אלקטרוניים, התנועה החופשית של אותם אלקטרוניים מאפשרת זרם חשמלי.

ניתן להמיר חשמל לחום, לאור ולתנועה. ניתן להשתמש בחשמל בטכנולוגיה. ניתן להפסיק פעילות חשמלית באמצעות שימוש במפסקים, ולהוביל את האנרגיה על פני מרחקים גדולים, אבל קשה לאגור אותו בכמויות גדולות.

### מעגלים חשמליים פשוטים

מעגלים חשמליים פשוטים הם מסלול סגור שבתוכו האלקטרוניים יכולים לנוע. דמיינו מעגל פשוט של סוללה, ורכיב חשמלי (כמו מנוע או נורה) המחוברים באמצעות חוטי חשמל. מה גורם לאלקטרוניים לנוע?

בתוך **סוללה** נוצרת תגובה כימית אשר יוצרת הצטברות של אלקטרוניים בקוטב אחד (**האָנוֹדָה**, האלקטרודה השלילית) ומחסור יחסי של אלקטרוניים בקוטב השני (**הקָתוֹדָה**, האלקטרודה החיובית). הדבר יוצר הבדלים חשמליים בין שני הקטבים (הבדל פוטנציאלי). כשמחברים את הסוללה, ההבדל הזה יגרום לזרימה של מטען



שילי מקוטב אחד לאחר (מהאנודה לקתודה). זרם החשמל הזה הוא תוצאה של העובדה שהאלקטרונים הם בעלי מטען שלילי ולכן דוחים זה את זה, באופן שגורם להם לנוע למקום שבו יש פחות מטען שלילי (כלומר לקתודה, שיש בה מטען חיובי). כל רכיב חשמלי בתוך המעגל ייצר **התנגדות** לזרם המטען השלילי. התנועה של המטען השלילי ברכיב החשמלי יגרום למעבר אנרגיה: הנורה תדלק, המנוע יופעל, ושניהם יתחממו. הסוללה היא הכוח המניע של המעגל. תהליכים כימיים המתרחשים בסוללה בזמן שהיא פעולת גורמים לה לאבד את יכולתה להזרים מטענים חשמליים ואז אנחנו אומרים שהיא 'נגמרה'.

## זרם, מתח, התנגדות והספק

### זרם

זרם הוא מעבר של אלקטרונים במעגל החשמלי מהקוטב השלילי של הסוללה דרך המנוע או הנורה וחזרה לקוטב החיובי. ככל שיותר אלקטרונים זורמים כך הזרם חזק יותר. היחידה למדידה של זרם חשמלי היא **אמפר**, והיא מוגדרת כקצב בו זורמים המטענים החשמליים (האלקטרונים), או במילים אחרות כמות המטען החשמלי העוברת במעגל החשמלי ביחידת זמן נתונה. מבחינה היסטורית, זרם חשמלי מוגדר כמעבר מטענים חיוביים מהקוטב החיובי של המעגל לקוטב השלילי, אבל למעשה במעגל זורמים אלקטרונים מהקוטב השלילי לקוטב החיובי. אבל אין מה לדאוג - האלקטרונים הם מטענים שליליים לכן ההגדרה מתאימה. הזרם מתחיל לזרום ברגע שהסוללה מחוברת והמפסק סגור. הזרם החשמלי בכל נקודה במעגל הוא זהה.

### מתח

המתח הוא ה"כוח" הדוחף את המטענים. יחידת המידה למדידת מתח היא וולט (המסומנת באות V) לכל סוללה מתח משלה (בפרק 2 אנחנו משתמשים בסוללות של 1.5 וולט). ככל שהמתח גדול יותר, כך הסוללה יכולה 'לדחוף' חזק יותר (סוללה של 9 וולט מספקת 'דחיפה' גדולה פי 6 מסוללה של 1.5 וולט). צריכה להיות התאמה בין מתח הסוללה לבין המתח הדרוש להפעלת הרכיב החשמלי המחובר אליה. השם המדעי למתח החשמלי הוא **הפרש פוטנציאלים**.

### התנגדות

ההתנגדות של המעגל החשמלי מעכבת את מעבר הזרם החשמלי ולמעשה מקטינה את קצב מעבר האלקטרונים בו. כל רכיב חשמלי המחובר למעגל (כמו נורה או מנוע) יוצרים התנגדות. אם הרכיב פועל, המשמעות היא שלסוללה יש מספיק 'כוח מניע' כדי להתגבר על ההתנגדות של הרכיב החשמלי. ההתנגדות מסומנת באות אוהם ( $\Omega$ ).

### הספק

המונח הספק מתייחס לקצב מעבר האנרגיה. לנורות שבהן אנחנו נוהגים להשתמש בבית יש הספק הנמדד בואטים. **ואט** שווה ל-1 **לג'אול** בשנייה.

### שואבי אבק

השם 'שואב אבק' מכיל בתוכו כבר את ההסבר לפעולת המכשיר: שאיבה (או יניקה). הרכיבים המכניים/חשמליים המרכזיים הם מנוע חזק המחובר למפוח (מאוורר) היונק אוויר מציידו האחד ופולט אותו בצידו השני.

למידע נוסף על שואבי אבק (באנגלית):

<http://home.howstuffworks.com/vacuum-cleaner.htm>

<http://www.explainthatstuff.com/vacuumcleaner.html>

אחת הבעיות הרווחות בשואבי אבק היא סתימה של הפילטרים (מסננים). שואבי אבק מודרניים מתגברים על בעיה זאת באמצעות עיצוב המבוסס על עיקרון המערבולת. למידע נוסף ר' (באנגלית):

<http://home.howstuffworks.com/vacuum-cleaner4.htm>

ולמי שמתעניין בהיסטוריה של שואבי האבק (שהיא מרתקת ומהווה דוגמה קלאסית לפיתוח מכשיר טכנולוגי בכלל ומכשיר לטובת משק הבית בפרט), היסטוריה המשלבת מדע, טכנולוגיה עסקים ועוד... מומלץ לבקר באתרים נוספים:

- [http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A9%D7%95%D7%90%D7%91\\_%D7%90%D7%91%D7%A7](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A9%D7%95%D7%90%D7%91_%D7%90%D7%91%D7%A7)  
(וויקיפדיה בעברית)

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum\\_cleaner](http://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_cleaner) (וויקיפדיה באנגלית)

- <http://www.ideafinder.com/history/inventions/vacleaner.htm#The%20Story> (היסטוריה של שואבי אבק).

חומרים טובים נוספים ניתן למצוא באתרים מסחריים של חברות גדולות (עם היסטוריה של פיתוח טכנולוגיה של עשרות שנים ויותר) המייצרות שואבי אבק.

### תפישות שגויות של תלמידים לגבי חשמל ומעגלים חשמליים פשוטים

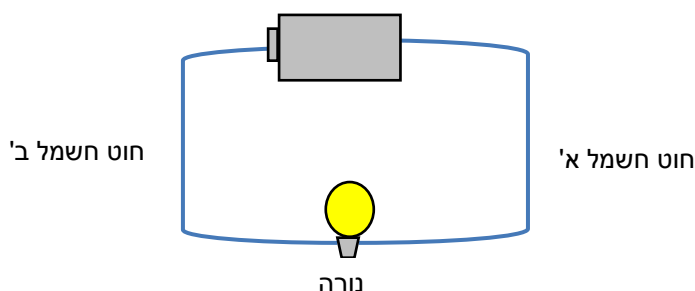
תפישת עולם הטבע של ילדים מבוססת על ההתנסויות והחווייות שהם עוברים מידי יום. התפישות שלהם אולי אינן מבוססות על העקרונות המדעיים המקובלים, אבל הם ניחנו בדרך כלל בשכל ישר וביכולת הסקת מסקנות המבוססת על תצפית ואינטראקציה עם הסביבה. הדרך הטובה ביותר ללמד עקרונות מדעיים היא באמצעות עריכת ניסויים שמעמיתים אותם עם הידע הקודם שלהם, במקום לצטט באוזניהם עובדות. עם זאת, יש קושי רב לשנות את אותן תפישות שגויות שקיימות אצל ילדים (ומבוגרים), במיוחד כאשר נראה שהן עומדות בניגוד לשכל הישר. כמו כן, קשה לעיתים לזהות שאכן קיימות תפישות שגויות אצל ילדים, מאחר ולעיתים קשה להם לבטא באופן ברור (בדיבור ו/או בציור) את מחשבותיהם. למרות זאת, חשוב שמורים ייתנו את הדעת לתפישות שגויות הרווחות בקרב ילדים, על מנת שיוכלו להתייחס אליהן ולהבין את ההקשרים השגויים שתלמידים עלולים לעשות.

#### מושגים שגויים על חשמל

באופן כללי ילדים מודעים היטב לשימוש בחשמל בחיי היומיום, בייחוד לשם חימום, הפקת אור ויצירת תנועה (1). יש להניח שהם גם מודעים במידה כזו או אחרת לסכנות של שקעים ומכשירים חשמליים, אבל חשוב בפרק 2 לשוב ולהדגיש את הסכנות. יש ילדים רבים שמכירים בכך שהזרם המרכזי בבית (שקעים וכו') מספקים חשמל, אך מתקשים להבין שסוללות הם גם כן מקור לחשמל. עם זאת, ילדים רבים מודעים לחשיבותן של סוללות כמקור כוח (לדוגמה, כדי להניע צעצועים). על פי אלן (2) המושגים של ילדים בנוגע לאנרגיה דומים לאלו של מבוגרים. הסוללות נותנות 'כוח' שהמכשיר עושה בו שימוש. כש'החומר' בסוללה נגמר, הסוללה לא יכולה יותר לתת 'כוח'. המדריך למורי בתי"ס יסודיים של Nuffield (1) מדגים את הטווח הרב של המושגים של ילדים בגילאי 6-12 בנוגע למושג חשמל, כולל המחשבה שהחשמל הוא בלתי נראה, נע במהירות גדולה וזורם. ילד אחד אמר אפילו ש'חשמל הוא כמו קסם'. יש להניח שהמושגים של אלקטרוניקה ומטען שלילי יהיו קשים מדי להבנה עבור ילדים בגילאים אלו. המורה מן הסתם תיאלץ להסתפק בהבנה חלקית. עם זאת, חשוב שהמורה תבהיר שוב ושוב שהזרם החשמלי זורם בתוך מעגל חשמלי.

#### מושגים שגויים על מעגלים חשמליים פשוטים

השלמתה בהצלחה של משימת האתגר מצריכה שהתלמידים יבינו שצריך מעגל סגור כדי שהמכשיר (המנוע) יפעל. על מנת שהתלמידים יוכלו להבין זאת עליהם להתנסות בבנייה של מעגל חשמלי, חיבור נכון של החוטים החשמליים לקטבים ובחינה של התוצאות. למרות שחלק מהתלמידים מודעים לכך שלסוללה יש שני חיבורים/קטבים, רבים אינם מודעים לכך שגם למנוע יש שני נקודות חיבור, ולכך ששינוי החיבור לקטבים בין המנוע לסוללה גורם למנוע לפעול בכיוון ההפוך. התלמידים צריכים גם להבין באמצעות ההתנסות הפעילה את המשמעות של מעגל סגור ומעגל פתוח באמצעות משחק עם המפסק. פרק 2 מספק להם הזדמנות לפתח את הכישורים הטכניים הדרושים לשם בניית מעגל חשמלי פשוט. יש הבדל בין הידיעה כיצד לחבר את המרכיבים ובין הבנה מלאה מדוע וכיצד הדבר מתרחש. ההבנה מדוע הדבר מתרחש היא הרבה יותר קשה. מחקרים מורים שילדים מספקים מגוון רחב של הסברים בנוגע להתנהגות של מעגלים חשמליים פשוטים (3). תרשים 1 מראה את החיבורים הדרושים כדי ליצור מעגל חשמלי סגור כדי להאיר נורה.



תרשים 1: מעגל חשמלי סגור עם נורה

לפעמים לילדים יש מודל 'חד-קוטבי', אשר לפיו הם חושבים שרק חוט חשמלי אחד בלבד פעיל. למעשה, כאשר מחברים מכשיר לשקע אכן נראה שיש לנו חוט (כבל) חשמלי אחד בלבד, כך שקל להבין כיצד הילדים הגיעו למסקנה זו. על פי מודל זה הילדים חושבים שחוט חשמלי א' הוא החוט הפעיל, מאחר והילדים מניחים שה'חשמל' מגיע מהקוטב החיובי של הסוללה. אף על פי שרבים מהם עשויים להבין שיש צורך גם בחוט חשמל השני כדי להשלים את המעגל, הם עדיין עשויים להמשיך לחשוב שהוא אינו ממלא תפקיד פעיל שגורם לנו להאיר.

יש תלמידים שחושבים שחשמל הוא זרם משני הקטבים לסוללה. תלמידים אלו עשויים לחשוב שיש שני סוגי 'חשמל' שמגיעים לנו וגורמים לה להאיר ('מודל הזרמים המתנגשים'). אחרים עשויים לאחוז במודל של 'זרם נאכל' שבו הם חושבים שהחוט החוזר נושא פחות 'חשמל' מאשר שחלק ממנו נוצל על ידי הנורה (כלומר, מודל שעל פיו חוט חשמלי ב' נושא פחות חשמל מאשר חוט חשמלי א'). במודל המדעי החשמל נשמר בתוך המעגל ושני החוטים החשמליים מכילים את אותו זרם חשמלי (חוט חשמלי א' = חוט חשמלי ב'). תלמידים רבים מתקשים לתפוס זאת, מאחר שהם מניחים שהנורה מוכרחה לנצל חלק מהזרם. כדי להבין מדוע הזרם נשמר, על התלמידים להבין שהאנרגיה מועברת בתוך המכשיר (נורה, מנוע, וכו'). האנרגיה של התנועה של המטען השלילי מועברת כתנועה, אור וחום בזמן שהמכשיר פועל. הנורה נדלקת או המנוע פועל ושניהם מתחממים. המחשבה הזאת מנוגדת לאינטואיציה שלנו מאחר והיא מופשטת מאוד ולכן גם קשה במיוחד להבנה. מורים למדעים משתמשים לעתים קרובות באנלוגיות כדי לעזור לתלמידים להבין את התצפיות שלהם. אסוקו ודה בו (4) מציעים מגוון של אנלוגיות כמו שרשרת אופניים שבה המקבילה לסוללה היא האדם המדווש על האופניים והנורה (או המנוע) מיוצג על ידי גלגל האופניים. הגלגל מסתובב והנורה 'נדלקת'. שימור זרם מוסבר באמצעות התנועה של השרשרת שאינה 'מתכלה'. עם זאת, כל האנלוגיות האלו מוגבלות בדרך ועל המורים להיות מודעים לכך. בהשוואה לאופניים, לדוגמה, אין לא לחוטי החשמל ולא לאנרגיה ייצוג פיזיקלי. לכן המורים ביחידה זו צריכים להפעיל את שיקול דעתם המקצועי כדי להחליט מה רמת ההסבר שלה זקוקים תלמידיהם, כמו גם רמת ההבנה האפשרית שלהם.

לצורך הלימוד ביחידה זאת, המורים צריכים להתרכז באתגר הטכני של בניית המעגלים. חלק מהתלמידים יזדקקו לניסיון נרחב בבניית מעגלים חשמליים ושימוש ברכיבים שונים לפני שהם יהיו מסוגלים לקלוט את מושג המעגל החשמלי הסגור. פרק 2 מאפשר פיתוח של תפיסה של זרימה בתוך המעגל ומעבר אנרגיה בצורת תנועה וחום למנוע. יתרה מזאת, ההזדמנות לבנות ולשלב מפסקים תורמת גם היא להבנה של מעגל חשמלי סגור.

### לקריאה נוספת

- (1) Nuffield Primary Science: Teachers' Guides (Ages 7-12): Electricity and Magnetism (1995) HarperCollins Publishers: London
- (2) Allen, M. ( 2010) *Misconceptions in Primary Science*. Open Univesrity Press: Berkshire, England
- (3) Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V.(1994) *Making Sense of Secondary Science*. Routledge : London.
- (4) Asoko, H. & de Bóo, M. (2001) *Analogies & Illustrations: representing ideas in primary science*. Association for Science Education: Hertfordshire.

שותפים

Bloomfield science Museum Jerusalem  
 The National Museum of Science and Technology "Leonarda da Vinci"  
 Science Centre NEMO  
 Teknikens hus  
 Techmania Science Center  
 Experimentarium  
 The Eugenides foundation  
 Condervatoire National des Art et Métiers- muse des arts et métiers  
 Science Oxford  
 The Deutsches Museum Bonn  
 Boston's Museum of Science

Modiin Macabim Reut  
 Istituto Comprensivo Copernico  
 The Daltonschool Neptunus  
 Gränsskolan School  
 The 21st Elementary School  
 Maglegårdsskolen  
 The Moraitis school  
 EE. PU. CHAPTAL  
 Pegasus Primary School  
 Donatusschule

ECSITE – European Network of Science Centres and Museums  
 ICASE – International Council of Associations for Science Education  
 ARTTIC  
 Manchester Metropolitan University  
 Bristol Centre for Research in Lifelong Learning and Education

There are 10 units available in these languages.



The units are available on <http://www.engineer-project.eu/> till 2015 and on <http://www.scientix.eu/>

