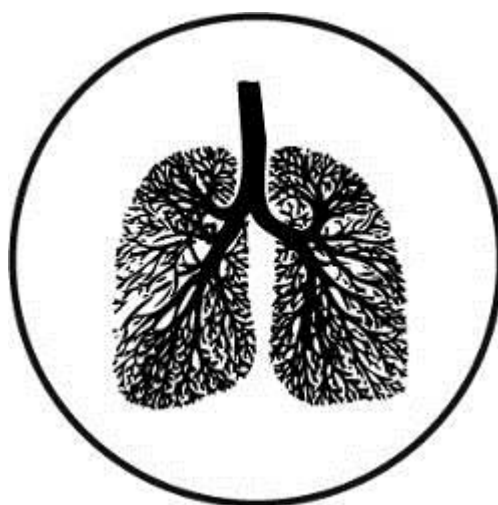


# שואפים (ונושפים) קדימה!

תכנון ובנייה של מכשיר ביו-רפואי למדידת נפח נשיפה



יחידת לימוד בהנדסה ביו-רפואית

גוף האדם, מערכת הנשימה; נפח ומדידת נפח

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	
12	שיעור הכנה – הנדסה באריזה	
13	פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'	0.1
13	חקירת מגוון חפצים ואריזות – עבודה בקבוצות – 15-20 דק'	0.2
13	פעילות סיכום – דיון במליאה – 5-10 דק'	0.3
14	פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית	
15	פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'	1.1
15	מהי הנדסה ביו-רפואית? – דיון במליאה והתנסות עצמית – 15 דק'	1.2
15	תהליך התיכון ההנדסי – דיון במליאה – 5 דק'	1.3
16	הגדרת משימת האתגר - סיפור המסגרת ודיון כיתתי - 15 דק'	1.4
16	מילוי דף עבודה מספר 1 תהליך התיכון ההנדסי – עבודה עצמית 5 דק'	1.5
17	סיכום השיעור – דיון במליאה – 5 דק'	1.6
18	פרק 2 – שאלת שאלות ואיסוף מידע	
20	פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'	2.1
20	מה אנחנו נושמים? – דיון כיתתי - 5 דק'	2.2
20	אוויר תופס מקום – התנסות עצמית, עבודה בזוגות – 5 דק'	2.3
20	אוויר תופס מקום – ניפוח בלונים בבקבוקים – הדגמה בשיתוף תלמידים - 5 דק'	2.4
21	אוויר תופס מקום – הממחטה שאינה נרטבת – הדגמה - 5 דק'	2.5
21	מערכת הנשימה – עבודה עצמית ודיון כיתתי – 15 דק'	2.6
21	תהליך הנשימה – נשיפה ושאיפה – הדגמה ודיון כיתתי – 15 דק'	2.7
22	מה משפיע על זרימת האוויר בדרכי הנשימה? – התנסות עצמית ודיון כיתתי – 15 דק'	2.8
23	תהליך הנשימה ומשימת האתגר – עבודה עצמית - 15 דק'	2.9
23	מהו נפח וכיצד ניתן למדוד אותו? – דיון כיתתי - 5 דק'	2.10
23	זיהוי נפח של מגוון מכלים מוכרים – עבודה בקבוצות - 5 דק'	2.11
23	מדידת נפח של נוזלים – עבודה בקבוצות – 15 דק'	2.12
23	מדידת נפח של מוצקים – הדגמות המבוססות על עיקרון ארכימדס – 10 דק'	2.13



24	סיכום – דיון כיתתי – 5 דק'	2.14
25	פרק 3 – כאן בונים!	
27	פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'	3.1
27	מדידת נפח נשיפה מרבי – הדגמה בשיתוף תלמידים – 15 דק'	3.2
28	ביצוע משימת האתגר – עבודה בקבוצות – 75 דק'	3.3
28	סיכום – דיון קבוצתי – 5 דק'	3.4
30	פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'	4.1
30	בדיקת המכשיר והכנה לקראת הצגת המכשיר במליאה – עבודה בקבוצות – 15 דק'	4.2
30	הצגת המכשיר במליאה – 35 דק'	4.3
30	כיצד ניתן לשפר את מכשיר המדידה שבנינו? – דיון במליאה – 10 דק'	4.4
31	מהו הספירומטר? – דיון כיתתי וצפייה בסרטון – 15 דק'	4.5
31	סיכום – דיון כיתתי ועבודה עצמית – 10 דק'	4.6
32	נספחים	
32	תהליך התיכון ההנדסי	
33	סיפור המסגרת של משימת האתגר	
34	מודל ריאות תלת ממדי – חומרים והוראות לבנייה עצמית של המורה	
35	דפי עבודה (כולל תשובות)	
51	חומרי רקע	
54	תפישות שגויות של תלמידים לגבי מערכת הנשימה והמושג נפח	
56	מילון מושגים	
58	שותפים	

משך היחידה: 10 ש"ל (450 דקות)

קהל יעד: תלמידי כיתות ד' - ו'

**תקציר:** יחידת הלימוד "שואפים (ונושפים) קדימה!" עוסקת במערכת הנשימה ומציגה בפני התלמידים משימת אתגר מתחום ההנדסה הביו-רפואית. משימת האתגר מוצגת באמצעות סיפור מסגרת רלוונטי לעולמם של התלמידים הנותן מוטיבציה לילדים לפתור את המשימה. במהלך היחידה התלמידים מתכננים ובונים מכשיר ביו-רפואי למדידת נפח נשיפה מרבי (נפח האוויר המרבי שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת). בדומה למהנדסים, גם התלמידים מתמודדים עם בעיה הנדסית ופותרים את המשימה תוך איסוף מידע, העלאת רעיונות, בחירת פתרון מועדף, תכנון ובנייה של אב טיפוס והערכה ושיפור שלו. במסגרת היחידה התלמידים לומדים תוך התנסות עצמית על מערכת הנשימה, על המושגים נפח ונפח נשיפה מרבי ועל דרכים למדוד אותם.

**קשר לתוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה:** מדעי החיים – מערכות בגוף האדם: נשימה (מבנה, תהליך ובריאות), נפח ומדידת נפח; טכנולוגיה – פתרון בעיות: תהליך התיכון ההנדסי (תכנון ובנייה של אמצעי למדידת נפח)

**תחום ההנדסה:** הנדסה ביו-רפואית.

**מסרים מרכזיים:**

- **תהליך התיכון ההנדסי**, בו משתמשים מהנדסים, נועד לענות על צורך קיים או עתידי והוא כולל חמישה שלבים: איסוף מידע; העלאת רעיונות לפתרון ובחירת פתרון מועדף; תכנון הפתרון; בניית אב טיפוס; הערכה ושיפור.
- תפקידו של **מהנדס ביו-רפואי** הוא לפתח שיטות ואמצעים לאבחון, טיפול ומעקב רפואי. ספירומטר הוא דוגמה למכשיר ביו-רפואי מסחרי המשמש לאבחון בעיות במערכת הנשימה.
- **תהליך הנשימה** כולל שני שלבים: שאיפה - כניסת אוויר לריאות, תוך הגדלה של נפח בית החזה; ונשיפה - יציאת אוויר מהריאות תוך צמצום נפח בית החזה.
- **אוויר** הוא חומר שתופס מקום.
- **נפח** הוא המקום שהחומר תופס במרחב. **נפח נשיפה מרבי** הוא נפח האוויר שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת (עמוקה).
- כיוול ומהימנות מדידה, הם עקרונות חשובים בתכנון **מכשירי מדידה**.

**יחידת הלימוד כוללת את החלקים הבאים:**

**שיעור הכנה** - מטרתו להעלות את המודעות להשפעה הרבה שיש למהנדסים ולטכנולוגיה על חיי היומיום שלנו.  
**פרק ראשון** - כולל הצגה של משימת האתגר ההנדסית באמצעות סיפור רלוונטי לחיי התלמידים, והיכרות עם תחום ההנדסה הביו-רפואית, תוך התנסות בתהליך התיכון ההנדסי. משימת האתגר של היחידה היא לתכנן ולבנות מכשיר ביו-רפואי למדידת נפח נשיפה מרבי (נפח האוויר המרבי, שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת).

**פרק שני** - כולל שאלת שאלות ואיסוף מידע לצורך פתרון משימת האתגר. התלמידים לומדים, תוך התנסות עצמית, על המושגים נפח ונפח נשיפה מרבי ועל דרכים למדוד אותם, על מערכת הנשימה (מבנה ותפקוד) ועל עקרונות חשובים בתכנון מכשירי מדידה.








**פרק שלישי** - כולל העלאת רעיונות לפתרון משימת האתגר ובחירת פתרון מועדף, תכנון המכשיר הביו-רפואי ובנייה שלו.







**פרק רביעי** - כולל הערכה של המכשירים שבנו התלמידים, והעלאת הצעות לשיפורם. בנוסף, פרק זה כולל סיכום והערכה של יחידת הלימוד תוך התייחסות לתהליך התיכון ההנדסי.




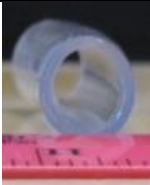

**ציוד וחומרים**








הטבלה כוללת ציוד וחומרים עבור 30 תלמידים.

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	כמות כוללת	ציוד/חומר
				1	1	 חבילת דבקיות
			8	1	8	 משקפיים
				1	1	 נרתיק למשקפיים
				1	1	 מעטפה אטומה לאור ו/או מעטפה מרופדת
				1	1	דף נייר A4
				1	1	 שמרדף (שקית פלסטיק שקופה לשמירת דפים)
				1	1	תכשיט זול
				1	1	 קופסת תכשיטים פשוטה
				1	1	דיסק
				1	1	 מעטפת קשיחה לדיסק
				1	1	שקית תה
				1	1	מעטפה רגילה



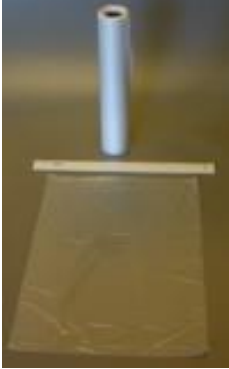


פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	כמות כוללת	ציוד/חומר
				1	1	דבק סטיק 
				1	1	קופסת נעצים
				1	1	מספריים באריזה 
				1	1	קופסת קיסמים 
				1	1	שדכן באריזה 
				1	1	קולפן באריזה 
1	1	1	1	1	1	פוסטר של תהליך התיכון ההנדסי
		30			30	דף עבודה מס.1 תהליך התיכון ההנדסי
		30			30	דף עבודה מס.2 מערכת הנשימה
		30			30	דף הערכה מס.1 תהליך הנשימה
		30			30	דף הערכה מס.2 מדידת נפח
		15			15	מזרק 
ברז מים או כ 10 ליטרים	ברז מים	ברז מים			ברז מים	מים (עדיפות לברז מים)
		1			1	קערה שקופה עמוקה/אקווריום שקוף (1 ליטר)
		1			1	כוס שקופה



פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	כמות כוללת	ציוד/חומר
		1			1	ממחטה/נייר סופג
	5	1			5	מספריים
		1			1	דבק סלולטייפ
		10			10	בלונים
		1			1	 <p>2 בקבוקי קנקל 1.5 ליטרים, האחד עם נקב (קוטר של כ 0.5 ס"מ) והשני עם נקב אטום עם סלולטייפ.</p>
		1			1	 <p>מודל ריאות (ייבנה על ידי המורה לפני הפעילות, הוראות בנספח).</p>
		30			30	 <p>קשית שתייה (קוטר 4-5 מ"מ, אורך 4-5 ס"מ).</p>
		30			30	 <p>צינור פלסטיק (קוטר 1-1.5 ס"מ, אורך 4-5 ס"מ).</p>
	5	5			5	 <p>כלי מטבח מכויילים</p>
		10			10	מכלי אוכל עם שנתות לסימון הנפח (שקיות חלב, בקבוקים של: משקאות קלים, שמן, קטשופ וכו').



פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	כמות כוללת	ציוד/חומר
	4	1			4	מרקר
	3-4 מכל נפח	1-2			4	משורות (200, 500, 1000 מ"ל) 
	1-2 (בנפח של 500 או 1000 מ"ל)	7			7	כוסות כימיות (100, 500, 1000 מ"ל) 
		1			1	אבן או חפץ כבד וקטן ללא צורה מוגדרת
		1			1	מיכל שקוף בנפח של כ-4 ליטרים 
	6	1			6	גיגית רחבה 
		1			1	צינור שקוף וגמיש (באורך של כ-50 ס"מ, וקוטר של כ-1 ס"מ) 
		1			1	בקבוק צבע מאכל (ירוק או כחול)
	4				4	מגוון צינורות (באורך של כ-0.5 מטרים וקוטר של 1-2 ס"מ)

10

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	כמות כוללת	ציוד/חומר
		10			10	 <p>צינורות חתוכים (כ- 2 ס"מ)                      בקוטר המתאים לקוטר                      הפנימי של הצינור הגמיש                      (על מנת שניתן יהיה                      להכניסם לתוך הצינור                      הגמיש)</p>
	4				4 מכל (2 נפח)	 <p>מכלים חתוכים בקצותיהם עם ציון הנפח שלהם (2, 2.5, 3 וכו' ליטרים)</p>
	10 מכל נפח				10 מכל נפח	 <p>שקיות פלסטיק בפחים                      שונים (0.5-4 ליטרים)</p>
	3				3	 <p>דלי עם שנתות</p>
	4-5				4-5	 <p>שרוולי                      פלסטיק                      בקטרים                      שונים                      (מומלץ                      10                      ס"מ)</p>

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	כמות כוללת	ציוד/חומר
	4				4	 <p>משפך (בקוטר 10-15 ס"מ)</p>
	30				30	 <p>גומיות רחבות</p>
	6	2			6	סמרטוטים
	1				1	חבילת פלסטלינה
	10-20				10-20	קשיות
	8 לכל קבוצה (1)				8	דף עבודה מ.ס.3 להעלות רעיונות
	8 לכל קבוצה (1)				8	דף עבודה מ.ס.4 לתכנן
	30				30	דף הערכה מ.ס.3 משימת סיכום לאחר ביצוע משימת האתגר
1					1	סרטון להקרנה בכיתה: מכשיר הספירומטר <a href="http://www.youtube.com/watch?v=LeXgXKlyRA0&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=LeXgXKlyRA0&amp;feature=related</a>
1					1	מחשב
1					1	מקרן
5-8					5-8	מכשירי המדידה שבנו התלמידים
30					30	דף הערכה מ.ס.4 תהליך התיכון – סיכום יחידת הלימוד

## שיעור הכנה – הנדסה באריזה

### מהי הנדסה ומה עושים מהנדסים?

משך השיעור: 30-45 דק'



מטרות:

- התלמידים יחשפו למגוון אמצעים ופתרונות שבהם משתמשים מהנדסים כדי לפתור בעיות, ויוכלו לתאר אותם (אופנים שונים לסגירת אריזות, שיטות שונות להגנה על המוצר, שימוש במגוון חומרים..).
- התלמידים יוכלו להסביר את משמעות המושג טכנולוגיה ולתאר מה עושים מהנדסים.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> שקית תה                            | <input type="checkbox"/> שדכן בקופסת האריזה |
| <input type="checkbox"/> דבק סטיק                           | <input type="checkbox"/> קיסמים בקופסה      |
| <input type="checkbox"/> דף נייר במעטפת דואר רגילה          | <input type="checkbox"/> קולפן ירקות ארוז   |
| <input type="checkbox"/> נעצים בקופסת פלסטיק                | <input type="checkbox"/> חבילת דבקיות       |
| <input type="checkbox"/> מספריים בשקית האריזה               | <input type="checkbox"/> תכשיט זול          |
| <input type="checkbox"/> כלי כתיבה                          | <input type="checkbox"/> קופסת תכשיטים      |
| <input type="checkbox"/> משקפיים                            | <input type="checkbox"/> דיסק               |
| <input type="checkbox"/> נרתיק למשקפיים                     | <input type="checkbox"/> אריזת פלסטיק לדיסק |
| <input type="checkbox"/> מעטפה אטומה לאור ו/או מעטפה מרופדת |   |
| <input type="checkbox"/> שמרדף (פלסטיק שקוף לשמירת דפים)    |   |

אופן העבודה בכיתה:



- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

מסרים מרכזיים:



- פיתוח מוצרים/אביזרים/חפצים על ידי מהנדסים נועדו לענות על צורך קיים או עתידי.
- מהנדסים משתמשים בטכנולוגיות שונות על מנת לענות על מגוון הדרישות מהמוצר. למשל התאמה של האריזה למוצר ולאופן השימוש בו - אריזה חד/רב פעמית, מידת האיטום הדרושה, אופן הסגירה של האריזה – סגירה הרמטית, חד/רב פעמית, סוג החומר- קשיח/גמיש..

### תקציר השיעור

פעילות גרית לכל סדנאות האתגר במסגרת פרויקט ENGINEER. התלמידים ידונו בקבוצות קטנות בסוגיות הנוגעות לחפצים מוכרים מחיי היומיום – על איזה צורך הם עונים וכיצד הותאמה האריזה לתפקיד, לצורה ולאופן השימוש בהם. בסיום השיעור התלמידים יבינו שהנדסה/טכנולוגיה מתארת מגוון רחב של מוצרים, תהליכים ומערכות, שנוצרו על ידי אנשים כדי לתת מענה לצורך קיים או עתידי של החברה האנושית.



### 0.1 פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'

המורה תפתח את השיעור ותשאל את התלמידים: כשאתם שומעים את המילים הנדסה וטכנולוגיה - אילו דברים שאתם מכירים קשורים למילים הללו? אילו אסוציאציות עולות לכם?

הערה למורה: בשלב זה אין לתת לתלמידים תשובות אלא לשמוע מה הם יודעים וחושבים. מומלץ לרשום על הלוח את מה שהם מציינים, ולהשאיר את התשובות על הלוח עד סוף השיעור.



### 0.2 חקירת מגוון חפצים ואריזות – עבודה בקבוצות – 15-20 דק'

המורה תחלק לכל קבוצת תלמידים אחד מהחפצים הבאים בעטיפה/אריזה המקורית שלהם: שקית תה, דבק סטיק, דף נייר במעטפת דואר, נעצים בקופסת פלסטיק, מספריים, שדכן באריזה, קיסמים, קולפן ירקות באריזה.

כל קבוצה תנהל דיון במשך 5-10 דק' (להקפיד על זמן קצוב!) על הנושאים הבאים ותרשום על שלוש פתקיות נפרדות את התובנות שלה. הנושאים לדיון:

- למה החפץ משמש, על איזה צורך הוא עונה?
  - כיצד המאפיינים שלו עונים על אותו הצורך?
  - האם ובמה האריזה שלו מתאימה לו (צורה, חומר, הגנה על החומר/מפני החומר)?
- המורה תרשום על הלוח את השאלות, ובסיום הדיון והכתיבה, נציג מכל קבוצה יציג את התובנות של הקבוצה בפני המליאה וידביק את הפתקיות במקום המתאים.
- המורה תסכם ותתייחס:
- לצורך שעבורו תכננו ויצרו מהנדסים/ות את החפץ.
  - לתפקיד האריזה - לכיסוי, להגנה/שמירה, להסתרה, למנוע תזוזה ועוד.
  - לאופן הסגירה/אטימה של האריזה, לצורה שלה, לחומר ממנו היא עשויה, האם האריזה חד/רב פעמית. מומלץ להראות אריזות מעניינות נוספות – אריזה אטומה לאור, קופסת תכשיטים, נרתיק למשקפיים...

### 0.3 פעילות סיכום – דיון במליאה – 5-10 דק'

המורה תשאל את התלמידים האם היו רוצים להוסיף משהו לרעיונות שהעלו בתחילת השיעור (להתייחס רעיונות שכתובים על הלוח, שהועלו בתחילת השיעור).

המורה תסכם את מה שעלה בדיון ותחזור על משמעות המילה טכנולוגיה = מעשה ידי אדם, אנשים (מהנדסים) יוצרים חפצים/מוצרים/אביזרים/תהליכים בשביל לענות על צורך קיים או עתידי או על מנת לפתור בעיה או צורך הנדסי.

מהנדסים נעזרים בטכנולוגיות שונות על מנת ליצור את אותם אמצעים/אביזרים/מוצרים טכנולוגיים, שיענו על הצרכים השונים.

חשוב לחדד את הנקודה שאין טכנולוגיה גבוהה (היי-טק) וטכנולוגיה נמוכה (low tech) יש טכנולוגיה מתאימה לצורך ולמשאבים.

## פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית

משך השיעור: 45 דק'



מטרות:

- התלמידים יאותגרו ויגלו רצון רב לפתור את משימת האתגר, שמוצגת באמצעות סיפור רלוונטי לחיי היומיום שלהם.
- התלמידים יבינו שמכשיר ביו-רפואי יכול לסייע באבחון של בעיה רפואית.
- התלמידים יכירו את תחום ההנדסה הביו-רפואית.
- התלמידים יבינו שתכנון ובנייה של מכשיר טכנולוגי הוא תוצאה של תהליך הכולל מספר שלבים שנקרא: תהליך התיכון ההנדסי.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- 10 זוגות משקפיים
- פוסטר של שלבי תהליך התיכון ההנדסי
- 30 דף עבודה מס. 1 תהליך התיכון ההנדסי

אופן העבודה בכיתה:



- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

מסרים מרכזיים:



- יצירת אמצעי טכנולוגי היא תוצאה של תהליך הכולל מספר שלבים הנקרא "תהליך התיכון ההנדסי".
- מהנדס ביו-רפואי מפתח שיטות ומכשירים לאבחון, טיפול, ריפוי ומעקב רפואי.

### תהליך התיכון ההנדסי



### תקציר השיעור

השיעור עוסק בהגדרת הצורך/הבעיה מתחום ההנדסה והצגת משימת האתגר לתלמידים: לתכנן ולבנות מכשיר למדידת נפח נשיפה מרבי (נפח האוויר המרבי שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת). בתחילה, ייחשפו התלמידים לתחום ההנדסה הביו-רפואית ולשלבי תהליך התיכון ההנדסי, תוך התנסות עם מכשיר ביו-רפואי המוכר להם מחיי היומיום – משקפיים.

## 1.1 פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'

בשיעור הקודם למדנו מהי טכנולוגיה ומה עושים מהנדסים. יש מגוון רחב של תחומי הנדסה, אילו תחומי הנדסה מוכרים לכם? מומלץ לכתוב על הלוח את תשובות התלמידים, שיהיו ככל הנראה - הנדסת חשמל, הנדסת בניין והנדסת מכונות. המורה תספר לתלמידים שהיום הם יכירו את תחום **ההנדסה הביו-רפואית**, בה הם יתמקדו ביחידת הלימוד.

## 1.2 מהי הנדסה ביו-רפואית? – דיון במליאה והתנסות עצמית – 15 דק'

— האם מישהו/י שמע/ה על תחום ההנדסה הביו-רפואית? להקשיב לתשובות התלמידים ולהסביר במה עוסקים מהנדסים מתחום הביו-רפואה. הנדסה ביו-רפואית היא הנדסה רב-תחומית, בה עוסקים ביישום הידע והכלים של תחומי הנדסה שונים. מהנדסים בתחום הביו-רפואה מפתחים שיטות ומכשירים לאבחון, לטיפול ולשיקום רפואי. במהלך עבודתם הם משלבים ידע ממגוון תחומי הנדסה ומדע כמו רפואה, ביולוגיה, פיזיקה, מתמטיקה ועוד.

### דוגמה לעבודתו של מהנדס ביו-רפואי: תכנון משקפיים

כדי להבין טוב יותר את עבודתו של המהנדס הביו-רפואי, נבחן כעת לעומק מכשיר ביו-רפואי מוכר ונפוץ מאוד: **משקפיים**, שמטרתם לשפר את איכות הראייה ו/או להגן על העיניים (מפני השמש ועוד). המורה תעביר בין התלמידים בכיתה כמה זוגות משקפיים שונים. התלמידים יבחנו את החלקים השונים של המשקפיים ואת החומרים השונים שמרכיבים אותן. בנוסף, הם ימדדו את המשקפיים לזמן קצר על מנת לחוש איך זה לראות את העולם מטושטש או מעוות.

— על איזה צורך עונים המשקפיים?

המשקפיים מסייעים לתיקון ליקויים בראייה כמו קוצר ראייה (עצמים קרובים נראים בבירור, בעוד שעצמים רחוקים נראים מטושטשים) ורוחק ראייה (קושי לראות בבירור עצמים קרובים). — מה צריכים לדעת מהנדסים על מנת שיוכלו לפתור את הבעיות (הליקויים) בראייה?

- הכרת מבנה העין וידע מתחום רפואת עיניים.
- אופטיקה – להתאים את העדשות המתאימות (קעורות או קמורות) לכל לקות ראייה.
- הנדסת חומרים – לייצר את המשקפיים, הן את המסגרת והן את העדשות, מחומרים עמידים, חזקים, קלים וזולים יחסית.
- הנדסת אנוש ועיצוב – לתכנן משקפיים שיהיו נוחות, עמידות ויפות.

בתהליך הפיתוח, המהנדסים לוקחים בחשבון גם פרמטרים נוספים כמו עלות כספית, זמן הייצור, זמינות החומרים וכוח אדם.

לאחר **איסוף המידע** הראשוני, יושב צוות של מהנדסים ומעלה רעיונות אפשריים לפתרון לקות הראייה הספציפית, למשל קוצר ראייה. בשלב הבא **מחליטים על פתרון אחד**, למשל, משקפיים קלים עם עדשות קעורות, **מתכננים** אותו (רושמים סקיצה), **בונים אב טיפוס ובודקים** את מידת ההתאמה שלו. במידה והוא לא מתאים – לא נוח מספיק, נשבר בקלות וגם כשמרכיבים את המשקפיים עדיין לא רואים טוב, **משפרים** את המשקפיים עד לקבלת מוצר שעונה על כל הצרכים. למשל, תכנון משקפיים מפלסטיק, שהוא חומר עמיד, עם עדשות מולטי-פוקליות (עדשות מיוחדות המתאימות לראייה מטווחים שונים).

תהליך התיכון ההנדסי לא תמיד לינארי כפי שניתן בדוגמא - לעיתים יש צורך בחיפוש מידע נוסף במהלך הפיתוח, לעיתים מתחילים לבנות אב טיפוס ובמהלך הבנייה מבינים שהוא לא מתאים ומחפשים פתרון אחר ועוד.

הערה למורה: חומר נוסף על הנדסה ביו-רפואית ניתן למצוא בדף מספר [12472](#)

## 1.3 תהליך התיכון ההנדסי – דיון במליאה – 5 דק'



המורה תציג לתלמידים את תהליך התיכון ההנדסי, שהוא תהליך מקובל בעזרתו מהנדסים פותרים בעיות או עונים על צרכים מתחום ההנדסה. המורה תספר לתלמידים שבמהלך השיעורים הבאים הם יפעלו כמו מהנדסים ויתנסו בשלבי תהליך התיכון ההנדסי, על מנת לפתור את משימת האתגר.



- לשאול שאלות ולאסוף מידע
- להעלות רעיונות לפתרון ובחירת פתרון מועדף
- לפתח ולתכנן את הפתרון הנבחר
- לבנות אב טיפוס
- לבחון, להעריך ולשפר

הערה למורה: מומלץ ללוות את הצגת תהליך התיכון בשיעור הזה ובשאר שיעורי היחידה, בפוסטר שבו מצוינים שלבי התהליך.



הערה למורה: חשוב להדגיש ששלבי התהליך אינם בהכרח בסדר לינארי ובכל שלב ניתן לחזור או לדלג לשלבים השונים.



#### 1.4 הגדרת משימת האתגר - סיפור המסגרת ודין כיתתי - 15 דק'

הצגת משימת האתגר ההנדסית באמצעות הסיפור "כיצד נעזר ליעל? משימת אתגר מפתיעה בטיול השנתי" (ראו בנספח). ניתן להקריא את הסיפור לתלמידים או לספר אותו בע"פ. לאחר הצגת סיפור המקרה המורה תחזור על משימת האתגר: לתכנן ולבנות אמצעי (מכשיר) למדידת נפח הנשיפה המרבי של יעל, שסייע לרופאה לאבחן את הבעיה הרפואית ממנה סובלת יעל.

המורה תספר לתלמידים, שבמהלך השיעורים הקרובים, הם יפעלו כמו מהנדסים, בדומה לילדי הכיתה של יעל, ויסייעו לה לתכנן ולבנות אמצעי (מכשיר) למדידת נפח נשיפה, עם החומרים שהיו ברשותם בטיול השנתי.

הערה למורה: אבחון רפואי נעשה על ידי רופא והוא כולל מספר שלבים: תיאור המצב הרפואי, התחושות והתסמינים (סימפטומים), בדיקה ידנית של הרופא, שימוש באמצעים (מכשירים) טכנולוגיים לאיתור מקור הבעיה ו/או למדידה של מדדים (פרמטרים) שונים בגוף.



#### דין במליאה

- אנחנו מבינים שיש ליעל קושי שנובע מבעיה במערכת הנשימה. באיזה מחלקי המערכת יכולה להיות הבעיה?
- אילו בעיות/מחלות במערכת הנשימה אתם מכירים? התלמידים יעלו את השערותיהם. בשלב זה לא נדרש "לתת" את התשובה המבוקשת.

#### 1.5 מילוי דף עבודה מספר 1 תהליך התיכון ההנדסי – עבודה עצמית 5 דק'

התלמידים יתבקשו למלא את דף עבודה מס. 1 תהליך התיכון ההנדסי בהתאם למה שלמדו במהלך השיעור על תהליך התיכון ההנדסי והבעיה/הצורך מתחום ההנדסה, שהוצג באמצעות הסיפור "כיצד נעזר ליעל? משימת אתגר מפתיעה בטיול השנתי".





## 1.6 סיכום השיעור – דיון במליאה – 5 דק'

המורה תעבור יחד עם התלמידים על דף העבודה ויחד יגדירו את הצורך ומשימת האתגר, שאותה יפתרו התלמידים, בדומה למהנדסים, במהלך השיעורים הבאים.  
המורה תרשום על הלוח את הצורך/משימת האתגר הנדסית של יחידת הלימוד: **לתכנן ולבנות אמצעי למדידת נפח הנשיפה המרבי של יעל.**

## פרק 2 – שאלת שאלות ואיסוף מידע

### איסוף מידע על אוויר, על מערכת הנשימה, על המושג נפח ועל דרכים למדידת נפח

משך השיעור: 125 דק'



מטרות:

- התלמידים ילמדו על מבנה ותפקוד מערכת הנשימה ויבינו את העקרונות המדעיים עליהם מבוסס תהליך הנשימה (שאיפה, נשיפה).
  - התלמידים יבינו שאוויר, למרות שאינו נראה, הוא חומר שתופס מקום (נפח) וניתן למדוד אותו.
  - התלמידים יבינו את המושגים נפח ונפח נשימה ויתנסו במגוון דרכים וכלים למדידת נפח של נוזלים ומוצקים.
- הערה למורה: יחידת הלימוד יכולה לשמש כחזרה והעמקה ללימוד תהליך הנשימה, או לשמש כחלק מחומר הלימוד בהוראת הנושא.



ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- |                          |  |                          |   |
|--------------------------|--|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 30 דפי עבודה מס. 2 מערכת הנשימה                                      | <input type="checkbox"/> | ממחטה או נייר סופג  |
| <input type="checkbox"/> | 30 דפי סיכום מס. 1 תהליך הנשימה                                      | <input type="checkbox"/> | מודל ריאות (להמחשת תהליך הנשימה)  |
| <input type="checkbox"/> | 30 דפי סיכום מס. 2 מדידת נפח   | <input type="checkbox"/> | 30 קשיות (קוטר 3-4 מ"מ ואורך 4-5 ס"מ)                                   |
| <input type="checkbox"/> | 15-30 מזרקים   | <input type="checkbox"/> | 30 צינורות פלסטיק (קוטר 1-1.5 ס"מ ואורך 4-5 ס"מ)                        |
| <input type="checkbox"/> | 2 בקבוקי קנקל 1.5 ליטרים, אחד עם נקב שחסום בסלוטייפ ושני עם נקב פתוח | <input type="checkbox"/> | מכלי אוכל עליהם מצוין הנפח שלהם (בקבוקי שתייה קלה, שקית חלב, מכל שמן..) |
| <input type="checkbox"/> | 1 נייר דבק שקוף  | <input type="checkbox"/> | 1-2 משורות (100, 500 או 1000 מ"ל)                                       |
| <input type="checkbox"/> | זוג מספריים  | <input type="checkbox"/> | 7 כוסות כימיות (100 מ"ל)  |
| <input type="checkbox"/> | 10 בלונים  | <input type="checkbox"/> | 5 כלי מטבח מכילים   |
| <input type="checkbox"/> | קערה/אקווריום שקופה עמוקה  | <input type="checkbox"/> | אבן או חפץ כבד ללא צורה מוגדרת  |
| <input type="checkbox"/> | כוס שקופה (עדיף מפלסטיק)   |                          |   |

הכנות לפני השיעור

- להכין עותקים של דפי העבודה (מס. 2) ודפי הסיכום (מס. 2, 3).
- לארגן את הציוד והחומרים לשיעור.
- לבנות מודל המדגים את תהליך הנשימה (ראה הוראות בנספח).
- לראות את סרטוני הוידאו הבאים, שמדגימים חלק מהניסויים: ["הממחטה שאינה נרטבת"](#); ["עיקרון ארכימדס 1"](#); ["עיקרון ארכימדס 2"](#); ["מדידת נפח נשימה"](#)

אופן העבודה בכיתה



- עבודה בקבוצות של 4-5 תלמידים
- עבודה עצמית
- דיונים והדגמות במליאה

מסרים מרכזיים:

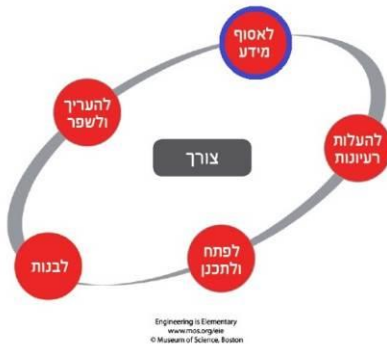


- אוויר הוא חומר שתופס מקום
- תהליך הנשימה כולל שני שלבים: שאיפה – כניסת אוויר אל הריאות, תוך הגדלה של נפח בית החזה; ונשיפה – יציאת אוויר מהריאות, תוך צמצום נפח בית החזה.
- גורמים שונים כמו חלקיקי אבק יכולים להפריע לזרימת אוויר בדרכי הנשימה. קוצר נשימה נגרם מצמצום דרכי הנשימה הגורם לירידה בנפח האוויר שיכול לצאת מהריאות החוצה.
- נפח = המקום שהחומר תופס במרחב.
- נפח נשיפה מרבי = נפח האוויר שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת (עמוקה).

### תקציר השיעור

השיעור כולל למידת חומר מדעי שיסייע לתלמידים לפתור את משימת האתגר. התלמידים לומדים על אוויר, על האברים במערכת הנשימה ועל תהליך הנשימה, על המושג נפח ועל דרכים למדידת נפח נוזלים ומוצקים.

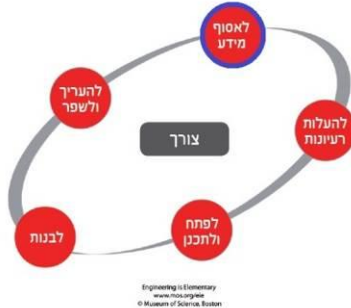
הלמידה מתרחשת תוך ביצוע ניסויים הממחישים את העקרונות המדעיים והתנסות עצמית במדידת נפח ונפח נשיפה מרבי.



## 2.1 פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'

המורה תזכיר לתלמידים את משימת האתגר שהיא הצורך לתכנן ולבנות אמצעי (מכשיר) טכנולוגי ביו-רפואי, למדידת נפח האוויר שיוצא בנשיפה, שייסייע באבחון הבעיה הרפואית של יעל.

– איזה מידע חשוב לדעת לפני ביצוע משימת האתגר?  
 המורה תשמע את הצעות התלמידים ותרשום אותן על הלוח.



- מידע על מבנה מערכת הנשימה.
- מידע על אופן הפעולה של איברי מערכת הנשימה.
- גורמים היכולים להשפיע על תפקוד מערכת הנשימה.
- הצעות נוספות של התלמידים.

המורה תאמר לתלמידים שבהמשך השיעור הם ילמדו על הנושאים הללו, ותסמן על הפוסטר שהתחלנו את שלב שאלת שאלות ואיסוף המידע.

מוזיאון המדע ירושלים [בדף 12472](#) הערה למורה: חומר רקע על מערכת הנשימה ניתן למצוא באתר

## 2.2 מה אנחנו נושמים? – דיון כיתתי - 5 דק'

- מה אנחנו נושמים? אוויר
  - האם אנו רואים את האוויר?
  - האם ניתן לחוש אותו?
- התלמידים יציעו דרכים לחוש את האוויר: רוח, הוצאת אוויר מהריאות, הכנסת אוויר למזרק והוצאתו.. המורה תחלק לתלמידים מזרקים ותבקש מהם למלא אוויר במזרק ואחר כך לדחוף את הבוכנה כלפי מטה.
- האם ניתן לחוש את האוויר שיוצא מהמזרק?

## 2.3 אוויר תופס מקום – התנסות עצמית, עבודה בזוגות – 5 דק'

המורה תבקש מהתלמידים למלא את המזרק באוויר, לסתום את הפיה של המזרק עם האצבע ולאחר מכן לדחוף את הבוכנה כלפי מטה.

– מה קורה? מדוע לא ניתן לדחוף את הבוכנה עד למטה?  
 לא ניתן לדחוף את הבוכנה עד למטה מאחר והאוויר תופס מקום. מכיוון שהאוויר הוא גז ניתן לדחוס אותו, אך עדיין הוא יתפוס מקום.

## 2.4 אוויר תופס מקום – ניפוח בלונים בבקבוקים – הדגמה בשיתוף תלמידים - 5 דק'



מזמינים שני ילדים ונותנים להם לנסות לנפח את הבלון (כאשר באחד משני הבקבוקים – הנקב מכוסה בנייר דבק).

– מדוע אחד הילדים מצליח לנפח את הבלון והשני לא?  
 להקשיב לתשובות הילדים ולהזמין ילדים נוספים להתנסות בניפוח הבלונים.

– איך נוכל לבחון ולאמת את ההסברים?  
 להקשיב לתשובותיהם של הילדים ולנסות לבצע את רעיונותיהם. בסוף התהליך פותחים את הנקב בבקבוק הסתום ומנסים לנפח את הבלון בשנית.

הסבר: מכיוון שהאוויר שבבקבוק תופס מקום. כאשר הנקב סגור אין



לאוויר שמסביב לבלון לאן לצאת ולכן קשה יותר לנפח אותו. כאשר פותחים את הנקב בבקבוק, הגדלת הנפח של הבלון אפשרית כי האוויר שבבקבוק יכול להידחף דרך הנקב החוצה.

## 2.5 אוויר תופס מקום – הממחטה שאינה נרטבת – הדגמה - 5 דק'

— איך אפשר להכניס ממחטה יבשה למיכל מלא מים מבלי שתירטב?  
מקשיבים להצעות התלמידים ומנסים לבצען ולדון בהן.  
בסוף התהליך (ייתכן שעל פי רעיון של תלמיד) מצמידים את הממחטה לתחתית הכוס, הופכים את הכוס ומכניסים אותה לתוך האקווריום. כאשר מוציאים את הכוס, מעבירים את הממחטה (היבשה) בין התלמידים.  
הסבר: האוויר שבכוס "תופס מקום" ומונע מהמים להיכנס לתוכה ולהרטיב את הממחטה.

## 2.6 מערכת הנשימה – עבודה עצמית ודין כיתתי – 15 דק'

— דרך אילו איברים עובר האוויר במערכת הנשימה?  
— מה תפקידו של כל איבר במערכת?  
המורה תשאל את השאלות, תקשיב לתשובות התלמידים, תחלק להם את דף העבודה מס. 2 מערכת הנשימה ותאמר להם שלאחר מילוי דף העבודה יענו יחד על כל השאלות.  
לאחר שהתלמידים יסיימו למלא את דפי העבודה, המורה תקיים דין כיתתי בליווי סרטון המסביר את התפקיד של כל אחד מאברי מערכת הנשימה.

הערה למורה: הדיון ודפי העבודה יסייעו למורה לאמוד את רמת הבקיות של התלמידים בנושא, ובהתאם לכך להעביר את השיעורים הבאים. במידה והתלמידים אינם יודעים/זוכרים טוב את הנושא מומלץ להקדיש זמן רב יותר לנושא.



## 2.7 תהליך הנשימה – נשיפה ושאיפה – הדגמה ודין כיתתי – 15 דק'

— כיצד נכנס האוויר לריאות שלנו?  
התלמידים יעלו השערות והמורה תרשום אותן על הלוח.  
לפני המענה על השאלה המורה תיתן משימה לתלמידים:  
— עצמו עיניים, תנו לגוף שלכם להיות במנוחה, שאפו שאיפה עמוקה, הכניסו אוויר לריאות ונשפו את האוויר החוצה.  
— איזו פעולה שעשינו אפשרה לנו לשאוף ולנשוף את האוויר?  
הפעלנו את שרירי בית-החזה והסרעפת.

מה קורה בתהליך השאיפה?

1. כיווץ הסרעפת (שריר המפריד בין חלל הבטן וחלל בית החזה) גורם לה להשתטח/לרדת וכיווץ שרירי בית החזה גורמים לצלעות לעלות.
2. נפח בית החזה גדל.
3. לחץ האוויר בריאות קטן.
4. אוויר מבחוץ, שנמצא בלחץ גבוה יותר, יחסית לזה שבריאות, נכנס לדרכי הנשימה ולריאות. ניתן להמשיך ולמלא את הריאות באוויר עד שאין בהן יותר מקום.

מה קורה בתהליך הנשיפה?

- בתחילת הנשיפה לחץ האוויר בתוך הריאות גבוה יחסית לזה שבחוץ.
1. שרירי מערכת הנשימה מתרפים – שריר הסרעפת מתקמר, שרירי בית החזה חוזרים למצבם והצלעות המחוברות להם יורדות חזרה (בהשפעת כוח הכבידה).
  2. נפח בית החזה קטן.
  3. לחץ האוויר בריאות עולה.
  4. אוויר מהריאות יוצא החוצה לעבר האוויר שנמצא שם בלחץ נמוך יותר.



הערה למורה: מומלץ ללוות את ההסבר עם מודל תלת ממדי המדגים את פעילות הריאות. ראו חומרים והוראות לבנית הדגם בנספח.



הערה למורה: השימוש במושג לחץ אוויר ייעשה בהתאם לרמת התלמידים ובהתאם לדרישות מערכת החינוך.



הערה למורה: בריאות אין שרירים. הן לא יכולות להתרחב או להתכווץ בעצמן. שינויים בגודל שלהן תלוי בתנועה של השרירים שבין הצלעות, ובהשפעה של שינויי לחץ האוויר.



## 2.8 מה משפיע על זרימת האוויר בדרכי הנשימה? – התנסות עצמית ודיון כיתתי – 15 דק'

— אילו גורמים יכולים להשפיע על זרימת האוויר בדרכי הנשימה? התלמידים יעלו השערות והמורה תוסיף את המידע החסר. כניסת גורמים זרים כמו חלקיקי אבק, עשן ופיח לדרכי הנשימה עשויים לשקוע בדפנות כלי הנשימה ולגרום להיצרות של הצינורות ובכך להפריע לזרימת האוויר במערכת. חדירה של גוף זר גדול לדרכי הנשימה אף יכול לגרום לחנק – אי כניסת אוויר כלל לריאות. גורמים נוספים שעשויים לגרום להיצרות צינורות האוויר, יכולים להיות תוצאה של כיווץ השרירים העוטפים את צינורות מערכת הנשימה, הפרשת ליחה וספיחת נוזלים לרקמות הגורמת להתנפחות. קשיים בנשימה שנובעים מאסתמה (קצרת) נגרמים כתוצאה מהיצרות של דרכי הנשימה. על מנת להדגים את התופעה של היצרות דרכי הנשימה וההשפעה שלה על זרימת האוויר מהריאות, התלמידים יתנסו בהוצאה או בהכנסה של אוויר דרך צינורות באורך זהה ובקטרים שונים: התלמידים יתבקשו לשאוף שאיפה עמוקה ואח"כ בבת אחת להוציא את כל האוויר מהריאות דרך הצינורות השונים. התלמידים יבחינו שצריך להשקיע יותר מאמץ ולוקח זמן רב יותר להעברת האוויר דרך צינור בעל קוטר צר יותר לעומת דרך צינור עם קוטר רחב יותר (אפשר להיעזר בשעון או בשעון עצר). הניסוי ממחיש את מעבר האוויר בדרכי הנשימה במצב תקין בהשוואה למעבר האוויר במצב שבו הצינורות בדרכי הנשימה צרים יותר. ככל שהצינורות צרים יותר כך קשה יותר להכניס את האוויר לריאות ולהוציא אותו מתוכן.

הערה למורה: מומלץ לאסוף את הצינורות מיד לאחר ההתנסות, על מנת לאפשר לקיים את השיעור ללא הפרעות.



הערה למורה: אם התלמידים מזכירים את המשאף שבו משתמשים חולי אסתמה, ניתן לומר שהחומר שיוצא מהמשאף, גורם להורדת הנפיחות של צינורות הנשימה, ולמעשה מרחיב את צינורות הנשימה. הרחבת צינורות הנשימה מאפשר לחולה לחזור ולנשום באופן תקין.



הערה למורה: נפח נשיפה מרבי הוא נפח האוויר שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת.





## 2.9 תהליך הנשימה ומשימת האתגר – עבודה עצמית - 15 דק'

המורה תחלק לתלמידים את דף סיכום מס' 1.0 תהליך הנשימה, שעוסק בתהליך הנשימה ובגורמים העשויים להשפיע על זרימת האוויר במערכת, תוך קישור למשימת האתגר של התלמידים.

הערה למורה: מומלץ בשלב זה לחזור על הבעיה הרפואית של יעל – קושי בנשימה, ועל משימת האתגר שלהם, שהיא לתכנן ולבנות מכשיר מדידה ביו-רפואי, שימדוד את נפח הנשיפה המרבי של יעל, כדי לסייע לאבחן ממה נובע הקושי בנשימה שממנו סובלת יעל.



## 2.10 מהו נפח וכיצד ניתן למדוד אותו? – דיון כיתתי - 5 דק'

המורה תאמר לתלמידים שעל מנת לבצע את המשימה עליהם לאסוף מידע נוסף על המושג נפח, שאותו הם ילמדו באמצעות הניסויים במהלך השיעור.

– מהו נפח?

התלמידים יענו תשובות והמורה תרשום על הלוח את ההגדרה: נפח = המקום שתופס חומר (במרחב). היחידות המקובלות למדידת נפח הן ליטר או סמ"ק = סנטימטר מעוקב (1 ס"מ \* 1 ס"מ \* 1 ס"מ). תוצאת המדידה מוצגת במכשיר המדידה ביחידות המידה המתאימות.

בניית מכשיר מדידה מחייבת סימון שנתות באופן שייצג את המידה המתאימה למשל סימון שנתות על סרגל במרווחים של מ"מ, ס"מ... על מד טמפרטורה במרווחים של 0.1 מעלת צלזיוס ועל משורה המודדת נפח במרווחים של 0.1 ליטר..

## 2.11 זיהוי נפח של מגוון מכלים מוכרים – עבודה בקבוצות - 5 דק'

המורה תראה לתלמידים מכלים ושקיות של חלב או שתייה קלה, עליהם כתוב הנפח – 1 ליטר/1.5 ליטר. בהמשך היא תחלק לכל קבוצה מכלים של חומרים שניתן למצוא בבית – מכלי שמן, סירופ מייפל, בקבוק קטשופ וכו' ותבקש שיכתבו מה הנפח של כל אחד מהם.

הערה למורה: לתלמידים מתקדמים, ניתן להוסיף מכלים נוספים עליהם מצוין משקלם ולא נפחם, ולעורר דיון על ההבדל ביניהם.



## 2.12 מדידת נפח של נוזלים – עבודה בקבוצות - 15 דק'

המורה תציג לתלמידים כלים שונים למדידת נפח – משורות, מזרקים, כוסות כימיות, כלי מדידה מהמטבח וכו'.

לאחר הצגת כלי המדידה המורה תחלק לכל קבוצה שני כלי מדידה, האחד מזרק שבתוכו 50 מ"ל מים והשני כוס כימית בנפח של 50/100/200 מ"ל או משורה בנפח של 50/100/200 מ"ל. התלמידים יתבקשו להעביר 50 מ"ל מים מהמזרק למשורה/לכוס הכימית. התלמידים יבחינו שהמים שמזגו תופסים נפח זהה בשני הכלים, הצר יותר והרחב יותר, למרות שנראה שהנפח שונה.

## 2.13 מדידת נפח של מוצקים – הדגמות המבוססות על עיקרון ארכימדס – 10 דק'

אחת הדרכים למדידת נפח של מוצקים מבוססת על כך שכאשר משקיעים גוף מוצק בנוזל, גובה פני הנוזל עולה. נפח המים שנדחו ע"י הגוף, זהה לנפחו של הגוף.

ניתן לספר בקצרה את סיפור התגלית של ארכימדס ולהתמקד בשלב זה בחלק של הטבילה באמבטיה שגרמה לעליית מפלס המים. רצוי ללוות את ההסבר בהדגמה של הכנסת חפץ (רצוי כזה עם צורה לא מוגדרת, למשל אבן או פלסטלינה) ששוקע במים בתוך כלי שקוף עם מים – ניתן לראות מה קורה למפלס המים כשמכניסים את החפץ.

ניתן לבצע את הניסוי בשני אופנים, האחד כאשר הכלי מלא עד סופו, אז ניתן לאסוף את המים, למזוג אותם למשורה ולמדוד את נפחם. והשני, כאשר הכלי מכויל, ולא מלא עד סופו, אז ניתן לדעת מה היה נפח החפץ בהתאם לעליית המים בכלי. חשוב להדגיש כי החפץ תפס את מקום המים שנשפכו או ש"עלו" בכלי. "המקום" הזה הוא הנפח של אותו החפץ.



הערה למורה: מומלץ למורה לצפות בשני הסרטונים הבאים, המדגימים את הניסויים, לפני ביצוע הניסויים בכיתה:



<http://www.youtube.com/watch?v=KYkh-9-Qs1M&feature=youtu.be>

<http://www.youtube.com/watch?v=Ryx1ELGJqeA&feature=youtu.be>

הערה למורה: מומלץ לספר לתלמידים את הסיפור על ארכימדס "אאוריקה, אאוריקה!" בהתאם לרמת התלמידים. ניתן למצוא את סיפור ארכימדס באתר מוזיאון המדע ירושלים, [בדף מספר 521](#).



הערה למורה: רצוי להשתמש בניסוי עם מים צבועים בצבע מאכל (ירוק או כחול).



## 2.14 סיכום – דיון כיתתי – 5 דק'

המורה תסכם ותאמר לתלמידים שבשיעורים האחרונים הם שאלו שאלות ואספו מידע שיעזור להם בשלב הבא לפתור את משימת האתגר. הם למדו על האוויר שמשמש אתנו לנשימה, על מערכת הנשימה, על המושג נפח ועל דרכים למדידת נפח של נוזלים ומוצקים. לפני המעבר לשלבים הבאים בתהליך התיכון ההנדסי – שלב העלאת הרעיונות, התכנון והביצוע, התלמידים יתבקשו למלא דף סיכום מס' 2.0 מדידת נפח. משך זמן מילוי דף הסיכום ובדיקתו בכיתה אורך 15-20 דק'. ניתן לחלק את הדף כשיעורי בית ולבדוק אותו בשיעור שלאחר מכן, או אם נותר זמן, למלא אותו כחלק ממהלך השיעור.



## פרק 3 – כאן בונים! תכנון ובניה של מכשיר ביו-רפואי למדידת נפח נשיפה מרבי

משך השיעור: 100 דק'



### מטרות:

- התלמידים יכירו את אחת הדרכים למדידת נפח של גזים.
- התלמידים יבינו מהו כיוול ואת החשיבות שלו במכשירי מדידה.
- התלמידים ילמדו כיצד מתכננים ובונים מכשיר למדידת נפח נשיפה באמצעות מגוון חומרים וכלים באופן דומה לזה שפועלים מהנדסים.
- התלמידים יישמו את הידע המדעי שרכשו בפרק 2, על מנת לפתור את משימת האתגר ולבנות מכשיר למדידת נפח.

### ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- |                          |   |                          |  |
|--------------------------|---|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | פוסטר של תהליך התיכון ההנדסי                            | <input type="checkbox"/> | 10 קשיות   |
| <input type="checkbox"/> | מיכל פלסטיק שקוף בנפח של כ 4 ליטרים                     | <input type="checkbox"/> | 5 מספרים   |
| <input type="checkbox"/> | צינור פלסטיק גמיש ושקוף (קוטר 1 ס"מ, אורך 50 ס"מ)       | <input type="checkbox"/> | 2 כוסות כימיות (500 ו/או 1000 מ"ל)                                 |
| <input type="checkbox"/> | 10 צינורות חתוכים (קוטר שנכנס לתוך צינור הפלסטיק הגמיש) | <input type="checkbox"/> | 10 שקיות פלסטיק בגדלים שונים (1/2-4 ליטר)                          |
| <input type="checkbox"/> | מרקר  | <input type="checkbox"/> | 4 מרקרים   |
| <input type="checkbox"/> | 4 מזרקים  | <input type="checkbox"/> | 5 כלי מדידה שונים מהמטבח   |
| <input type="checkbox"/> | 4 צינורות בקטרים שונים 1-2 ס"מ באורך של כ 0.5 מטרים     | <input type="checkbox"/> | 4 מכלים חתוכים משני הקצוות (בנפחים שונים של 2,3,4 ליטר)            |
| <input type="checkbox"/> | 6 סמרטוטים  | <input type="checkbox"/> | 3 דלי עם שנתות   |
| <input type="checkbox"/> | 6 גיגיות  | <input type="checkbox"/> | 4 משפכים גדולים (קוטר 10-15 ס"מ)                                   |
| <input type="checkbox"/> | 30 דפי סיכום מס. 3 משימת סיכום לאחר ביצוע המשימה        | <input type="checkbox"/> | 4 שרוולי פלסטיק שפתוחים בשני קצוות (אורך 2.5 מטרים, קוטר כ 10 ס"מ) |
| <input type="checkbox"/> | 8 דפי עבודה מס. 4 תכנון                                 | <input type="checkbox"/> | 30 גומיות רחבות  |
| <input type="checkbox"/> | 2-4 משורות (200, 500, 1000 מ"ל)                         | <input type="checkbox"/> | חבילת פלסטלינה   |
| <input type="checkbox"/> | 8 דף עבודה מס. 3 העלאת רעיונות                          | <input type="checkbox"/> |  |

### הכנות לפני השיעור

- לצלם עותקים של כל דפי העבודה והסיכום.
- לארגן את כל הציוד והחומרים בשולחן מרכזי בכיתה.
- לארגן חדר/מקום ייעודי לאחסון המכשירים שהתלמידים יבנו.

### אופן העבודה בכיתה:

עבודה בקבוצות של 4-5 תלמידים.



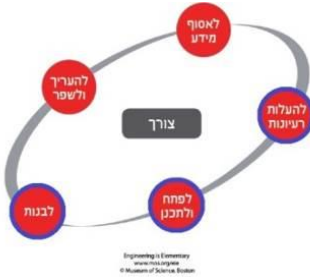
**מסרים מרכזיים:**



- עבודת צוות, שכוללת שיתוף פעולה וסיעור מוחות, להעלאת רעיונות לפתרון היא חלק מרכזי מתהליך התיכון ההנדסי.
- ניסוי וטעיה הם חלק בלתי נפרד מתהליך התיכון ההנדסי.

**תקציר השיעור**

בפרק זה התלמידים יעלו רעיונות לפתרון, יבחרו את הפתרון המועדף, יתכננו ויבנו את המכשיר הביו-רפואי למדידת נפח נשיפה. הם יישמו את הידע המדעי שלמדו בפרק 2 על מנת לפתור את משימת האתגר.



### 3.1 פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'

המורה תזכיר לתלמידים את משימת האתגר ותוסיף דרישות נוספות למכשיר שיבנה. תכנון ובנייה של אמצעי (מכשיר) למדידת נפח הנשיפה המתקבל לאחר שאיפה עמוקה. התוצאה המתקבלת צריכה לחזור על עצמה 3 פעמים לפחות.  
המורה תציין על פוסטר תהליך התיכון את השלבים, שיעברו במהלך השיעורים הבאים: להעלות רעיונות ולבחור פתרון מועדף, לתכנן ולבנות את המכשיר. חלק מהקבוצות אולי אפילו יספיקו לשפר את המכשיר שיבנו.

### 3.2 מדידת נפח נשיפה מרבי – הדגמה בשיתוף תלמידים – 15 דק'

המורה תזכיר לתלמידים שעד כה הם ראו שיטות למדידת נפח של נוזלים ומוצקים. – האם ניתן להיעזר באחת השיטות שהכירו למדידת נפח של גזים (אוויר)?  
לשמוע את הרעיונות של התלמידים אך לא לתת תשובות.  
החשיבה על הנושא תוכל לסייע להם בהמשך בביצוע משימת האתגר.  
בניסוי הבא יכירו התלמידים את אחת הדרכים למדידת נפח האוויר המרבי, שהם יכולים להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת = נפח נשיפה מרבי.  
המורה תדגים בעצמה או בהשתתפות ילד אחד או שניים את אופן מדידת נפח הנשיפה.

#### מהלך הניסוי



1. מלאו את הקערה הרחבה במים עד לגובה של כ- 10 ס"מ.
2. מלאו את מיכל הפלסטיק במים עד הפתח.
3. כסו את פתח המכל בכף ידכם כדי שלא יישפכו מים והפכו את המכל לתוך הקערה. ודאו כי פתח המכל נמצא מתחת לפני המים ורק אז הסירו את ידכם מהפתח.
4. הכניסו קצה אחד של הצינור הגמיש מתחת לפני המים ולתוך המכל. שימו לב שהצינור לא מעוקם וחסום.
5. הכניסו צינור צר לקצה השני של הצינור (לשמירה על היגיינה).
6. קחו שאיפה עמוקה ונשפו כמה שיותר אוויר דרך הצינור לתוך המכל.
7. העריכו את כמות האוויר שנשפתם ע"י הערכת נפח

האוויר שתפס את מקום המים שיצאו מהמכל (התלמידים יבצעו את הניסוי ללא כיוול של המכל).

– האם נשפתם נפח אוויר ששווה בערך לחצי מנפח המכל? לשליש מנפח המכל?  
התלמידים ייווכחו לדעת שניתן למדוד את הנפח "בערך" אך לא באופן מדויק.  
המורה תשאל:

– איך אפשר לדעת בדיוק מה נפח האוויר שנשפף?

התלמידים יענו על השאלה ויבינו שיש צורך בכיול המכשיר על מנת שנוכל למדוד את הנפח המדויק. תוצאות המדידה מוצגות במכשיר המדידה ביחידות המתאימות. כשמתכננים ובונים מכשיר מדידה חשוב להקפיד על כך שסימון השנתות אכן מייצג את המידה המתאימה (סנטימטרים, ליטרים או מעלות צלזיוס) וכמו כן שטווח המדידה של המכשיר אכן מתאים לגודל אותו אנו רוצים למדוד. אם אנו רוצים למדוד את אורך המחברת שלנו נשתמש בסרגל, אך אם נרצה למדוד את המרחק בין בית הספר לבית שלנו לא נשתמש בסרגל....

בדומה לכך, אם נרצה למדוד נפח של בלון קטן לא נשתמש באותו מכשיר מדידה שמטרתו למדוד את נפח האוויר שבריאות שלנו.

הערה למורה: מומלץ למורה לצפות בסרטון "מדידת נפח נשיפה" לפני ביצוע הניסוי בכיתה:



<http://www.youtube.com/watch?v=cnewH2HUbBw&feature=youtu.be>

הערה למורה: לאחר נשיפה מאומצת הריאות אינן מתרוקנות לגמרי מאוויר. בנאדיות הריאה תמיד נותר נפח אוויר, שמונע את הידבקות קרומי הנאדיות ("התמוטטות הריאה"), הנקרא נפח אוויר שארי.



### 3.3 ביצוע משימת האתגר – עבודה בקבוצות – 75 דק'

המורה תחלק את התלמידים לצוותי עבודה של 4-6 תלמידים ותדגיש שבשלבם הבאים הם יעבדו כקבוצה ועליהם להקפיד על עבודת צוות, שכוללת שיתוף פעולה בין חברי הקבוצה והקשבה לרעיונות ודעות של כל החברים.

המורה תציג לתלמידים את כל החומרים והאביזרים שעומדים לרשותם ונמצאים על השולחן המרכזי בכיתה (בהתאם למצוין לעיל) ותרשום על הלוח את שלבי העבודה של הקבוצות:

- א. דיון קבוצתי והעלאת רעיונות לפתרון עד לקבלת הפתרון הנבחר – מילוי קבוצתי של דף עבודה 3.0מ רעיונות לפתרון ובחירת הפתרון המתאים (7-5 דק')
- ב. פיתוח ותכנון הפתרון הנבחר - מילוי קבוצתי של דף עבודה 4.0מ תכנון הפתרון הנבחר (5 דק')
- ג. קבלת אישור מהמורה לקחת חומרים מהשולחן המרכזי (2 דק')
- ד. איסוף החומרים הדרושים לבנייה (5-2 דק')
- ה. בניית המכשיר ובדיקה שלו (45 דק')
- ו. ארגון וסידור החדר (10 דק')

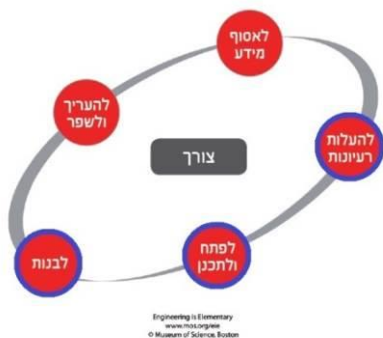
בכל שלב יכולים התלמידים לגשת לשולחן המרכזי בו נמצאים החומרים, על מנת להתרשם ולקבל רעיונות. אך רק לאחר אישור המורה - הם יוכלו לקחת חומרים.

הערה למורה: חשוב לשים לב שהתלמידים מקפידים על כללי היגיינה נאותים בעת הבנייה.



### 3.4 סיכום – דיון קבוצתי – 5 דק'

לאחר שהתלמידים סיימו לבצע את המשימה שלהם, המורה תציין על הפוסטר את כל אחד מהשלבים של תהליך התיכון, שעברו במהלך השיעור הנוכחי – העלאת רעיונות לפתרון ובחירת הפתרון המתאים, פיתוח ותכנון הפתרון הנבחר ובנייה.



המורה תסכם ותתייחס לשיתוף הפעולה של חברי הקבוצות השונות, לחדשנות והיצירתיות של הפתרונות, לאופן הפעולה של ניסוי וטעייה ולאכזבות ולהצלחות, שהם חלק בלתי נפרד מתהליך התיכון ההנדסי. המורה תאמר לתלמידים שהשיעור הבא יוקדש להצגת המכשירים על ידי הקבוצות בפני המליאה ולהערכה והצעות לשיפור של כל אחד מהמכשירים.

בסיום השיעור היא תחלק לתלמידים למלא בבית דף סיכום 3.0מ משימת סיכום לאחר ביצוע המשימה (דף אישי לכל תלמיד).

הערה למורה: מומלץ לקיים את פרק 3 בשני שיעורים רצופים של 90 דק' ולא להפרידו לשני שיעורים.



## פרק 4 – הצגת מכשיר המדידה והערכתו

משך השיעור: 90 דק'

מטרות:

- התלמידים ייווכחו לדעת שקיימים מגוון פתרונות לבעיה/צורך הנדסי.
- התלמידים יבינו שפתרונות הנדסיים שונים יכולים להיות מבוססים על עקרונות מדעיים שונים.
- התלמידים יידעו להעריך את המכשירים שתכננו ובנו בהתאם לדרישות.
- התלמידים יכירו מכשיר ביו-רפואי מסחרי המשמש רופאים לאבחון בעיות במערכת הנשימה.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):

- |                          |   |                          |   |
|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | מכשירי המדידה שנבנו על ידי התלמידים   | <input type="checkbox"/> | מקרון   |
| <input type="checkbox"/> | סרטון המדגים את מכשיר הספירומטר ואופן פעולתו<br><a href="http://www.youtube.com/watch?v=LeXgXKlyRA0&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=LeXgXKlyRA0&amp;feature=related</a> | <input type="checkbox"/> | דפי סיכום מ4.0 תהליך התיכון ההנדסי – סיכום יחידת הלימוד בהנדסה ביו-רפואית |
| <input type="checkbox"/> | מחשב  | <input type="checkbox"/> | פוסטר תהליך התיכון ההנדסי   |

הכנות לפני השיעור

להעלות את הסרטון על המחשב או לוודא שיש חיבור לאינטרנט בכיתה.

אופן העבודה בכיתה:

- דיון כיתתי
- עבודה בקבוצות
- הצגת קבוצות תלמידים בפני המליאה

מסרים מרכזיים:

- דיוק, מהימנות המדידה ונוחות השימוש - הם עקרונות חשובים בתכנון ובנייה של מכשירי מדידה.
- נפח נשיפה מרבי = נפח האוויר שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת.
- ספירומטר הוא מכשיר ביו-רפואי המשמש לאבחון בעיות בנשימה. בהשוואה למכשיר, שבנו התלמידים, המכשיר המסחרי מדויק יותר, ומאפשר ביצוע מדידות נוספות לצורך אבחון טוב יותר של הבעיה בנשימה.

תקציר השיעור

בפרק זה קבוצות התלמידים יבדקו את מכשיר המדידה, שתכננו ובנו בשיעור הקודם. הם יתנסו עם המכשיר ויצילו אותו בפני הכיתה. לאחר ההתנסות עם מכשירי המדידה שבנו וההצגה שלו, התלמידים יעריכו את המכשיר שבנו ויעלו רעיונות לשיפורו. התלמידים יכירו מכשיר ביו-רפואי מסחרי המשמש רופאים לאבחון בעיות במערכת הנשימה.

השיעור יסתיים בסיכום של היחידה כולה, תוך "סגירת מעגל" וחזרה לשיעור הראשון ביחידה בו הוצג ספור המקרה של יעל והוצג תחום ההנדסה הביו-רפואית.



#### 4.1 פתיחה – דיון במליאה – 5 דק'

המורה תבדוק יחד עם התלמידים את דף הסיכום שמילאו בבית. היא תתייחס לשלבי תהליך התיכון ההנדסי שעשו בשיעור הקודם, תוך ציון השלבים על פוסטר תהליך התיכון הנדסי והתייחסות להצלחות, לאכזבות ולאופן העבודה שמבוסס על ניסוי וטעייה, שעומד בבסיס עבודתו של המהנדס.

#### 4.2 בדיקת המכשיר והכנה לקראת הצגת המכשיר במליאה – עבודה בקבוצות – 15 דק'

בדיקת המכשיר שבנתה כל קבוצה בשיעור הקודם בהתאם לדרישות שניתנו בתחילת המשימה: מדידה כמותית של נפח הנשיפה המרבי 3-5 פעמים, כאשר בכל פעם מתקבלת תוצאה דומה. נציג מהקבוצה ימדוד מספר פעמים את נפח הנשיפה המרבי שלו ויעשה רישום של התוצאות. בהמשך, כל קבוצה תחליט באיזה אופן להציג את המכשיר שבנתה בפני הכיתה במשך 2-3 דק'.

#### 4.3 הצגת המכשיר במליאה – 35 דק'

כל אחת מהקבוצות תציג את המכשיר שבנתה ותדגים את אופן פעולתו. במידה והקבוצה לא הצליחה לבנות מכשיר שיכול לבצע את פעולת המדידה, הקבוצה תציג את הרעיון שחשבה עליו תוך רעיונות לשיפור.

במהלך ההצגה התלמידים יתבקשו להתייחס לנושאים הבאים:

- העיקרון המדעי עליו מבוסס הפתרון.
  - רעיונות נוספים לפתרון שעלו בתהליך הפיתוח והבניה.
  - הדרישות עליהן עונה המכשיר שבנו – דיוק (עד כמה התוצאה שקיבלו, דומה לערך המצופה של נפח הנשיפה נורמלי בגיל הרלוונטי – בגיל 12 נפח הראות הממוצע הוא בסביבות 2.5 ליטרים), הדירות/חזרתיות (בכל פעם שמודדים את אותו הדבר, המכשיר צריך להראות את אותה התוצאה).
- במהלך ההצגה המורה תתייחס ותבהיר את העקרונות המדעיים שבאים לידי ביטוי בכל אחד מהמכשירים ותתייחס להבדלים בין התוצאות שקיבלו התלמידים.

ממה יכולים לנבוע ההבדלים בתוצאות בין התלמידים/הקבוצות?

השונות בין התלמידים (אם אמנם תהיה כזו) יכולה לנבוע רק משוני פיזיולוגי דהיינו – גובה, גיל ומגדר. לא אמורים להתקבל הבדלים משמעותיים בין תוצאות המדידה של הילדים אך אם אמנם יהיו הבדלים, חשוב להדגיש שההבדלים אינם נובעים מליקוי כלשהו אלא מהסיבות הבאות:

1. הבדלים הקשורים במדידה:

- שימוש בשיטות מדידה שונות שמידת המהימנות שלהן שונה.

- אי דיוק במדידות שנובעת מאיכות המכשיר.

2. הבדלים הנובעים משונות פיזיולוגית: גובה ו/או מגדר ו/או גיל.

בניגוד לתפיסה המקובלת, אין הבדל בנפחי הריאות או בתפקוד שלהן בין אדם בריא בעל כושר גופני לבין אדם שאינו כושר גופני. שיפור הכושר הגופני משפיע על תפקוד הלב ולא על תפקוד ונפח הריאות. משערים שהסיבה לכך היא, שיש לנו בריאות רזרבה מאוד גדולה של אוויר. לכן, בהעדר "אתגר" למערכת הנשימה, "אין לה סיבה" להשתפר, כלומר להגדיל את נפח הריאות. עם זאת, לשחיינים ולצללנים יש נפחי ריאה גדולים יותר, וזאת עקב ההתנגדות של המים להרחבת בית החזה בנשימה.

יש מחלות ריאה נדירות שאינן קיימות כמעט אצל ילדים היכולות להשפיע על נפח הריאות.

הערה למורה: מאחר וחלק גדול מהמכשירים שבנו התלמידים עושה שימוש במים, מומלץ שכל קבוצה תציג את המכשיר שלה בשולחן מרכזי אחד, כדי שלא כל הכיתה תירטב.



#### 4.4 כיצד ניתן לשפר את מכשיר המדידה שבנינו? – דיון במליאה – 10 דק'

המורה תשאל את התלמידים:

– איך הייתם משפרים את מכשיר המדידה שבניתם?

- האם תוצאות המדידה שלכם חזרו על עצמן או שהיה הבדל גדול בין המדידות השונות?
  - האם היה קל לתפעל את המכשיר?
- התלמידים יעלו הצעות לדרישות על פיהן ניתן לבחון את טיב המכשירים, המורה תרשום על הלוח ותוסיף דרישות נוספות במידת הצורך.
- הצעות לדרישות מהמכשיר:
- אופן התפעול - קלות ונוחות שימוש, והזמן הנדרש לשימוש חוזר במכשיר.
  - דיוק המדידה (בהשוואה לנפח נשיפה מרבי נורמלי בגיל הרלוונטי על פי הספרות - בגיל 11 נפח הנשיפה המרבי הממוצע הוא בסביבות 2 ליטרים).
  - אסתטיקה של המכשיר

#### 4.5 מהו הספירומטר? – דיון כיתתי וצפייה בסרטון – 15 דק'

המורה תזכיר לתלמידים שהמכשיר שבנו מודד נפח נשיפה מרבי, שהוא אחד המרכיבים של נפח הריאות. אך כמו שכבר למדנו, נפח הריאות תלוי רק במגדר, בגובה ובגיל למעט מקרים של מחלות ריאה נדירות, ולכן המכשיר שבנינו לא מספיק על מנת לאבחן את הקושי בנשימה של יעל.

במרפאות קיימים מכשירים ביו-רפואיים שבאמצעותם מודדים מספר נתונים, כמו נפחי ריאה במצבים שונים ומשך הזמן והקצב שלוקח לנבדק להכניס את האוויר לריאות או להוציא את האוויר מהריאות. שקלול כל המדדים הללו מאפשר לרופא לקבל מידע על תפקוד הריאות ולאבחן את הבעיה ממנה היא סובלת. מכשירי מדידה אלו תוכננו ונבנו על ידי מהנדסים שעוסקים בתחום הביו-רפואה.



אחד המכשירים המשמשים למדידת נפח ריאות הוא הספירומטר.  
ספירומטר (בלועזית: Spirometer) = מד נשימה. מכשיר רפואי המשמש למדידת תפקודי ריאות, המאפשר מדידה של נפח הריאות.  
המורה תקרין [סרטון קצר](#) המסביר את חשיבותו של מכשיר הספירומטר ואת אופן הפעולה שלו, ותלווה את הסרטון בהסברים.  
המכשיר מאפשר אבחון קשיי נשימה שונים כגון חסמים בדרכי הנשימה ובעיות ספיקה (=נפח האוויר שעובר ביחידת זמן) של הריאות כמו אסתמה (קצרת) ומחלות ריאה אחרות.



במהלך הבדיקה המטופל נושף בחוזקה לתוך המכשיר, המכשיר מודד ומחשב נפחי ריאות שונים, הרופא מפענח את התוצאות ובהתאם לכך נקבע האם קיימת בעיה ומהי.

במהלך הבדיקה נמדד גם נפח נשיפה מרבי בדומה למדידות שבצעו התלמידים על ידי המכשירים שהם בנו.

במכשיר הספירומטר נעשה שימוש במגוון חיישנים ואמצעים המבצעים מדידה של נתונים שונים ומתרגמים אותם לאות חשמלי. מאחר ולנו אין מספיק ידע בתחום ההנדסה הביו-רפואית ואמצעים טכנולוגיים מתאימים, המכשיר שהתלמידים בנו אינו יכול לבצע את רוב המדידות והחישובים של המכשיר המסחרי וכמובן אינו מדויק באופן יחסי למכשיר הספירומטר המסחרי.

#### 4.6 סיכום – דיון כיתתי ועבודה עצמית – 10 דק'

המורה תחלק לתלמידים דף סיכום מס. 4 תהליך התיכון ההנדסי – סיכום יחידת הלימוד בהנדסה. לאחר מילוי דף הסיכום, המורה תבדוק יחד עם התלמידים את דף הסיכום, תוך ציון שלבי התהליך שעברו במהלך היחידה, על הפוסטר תהליך התיכון ההנדסי.

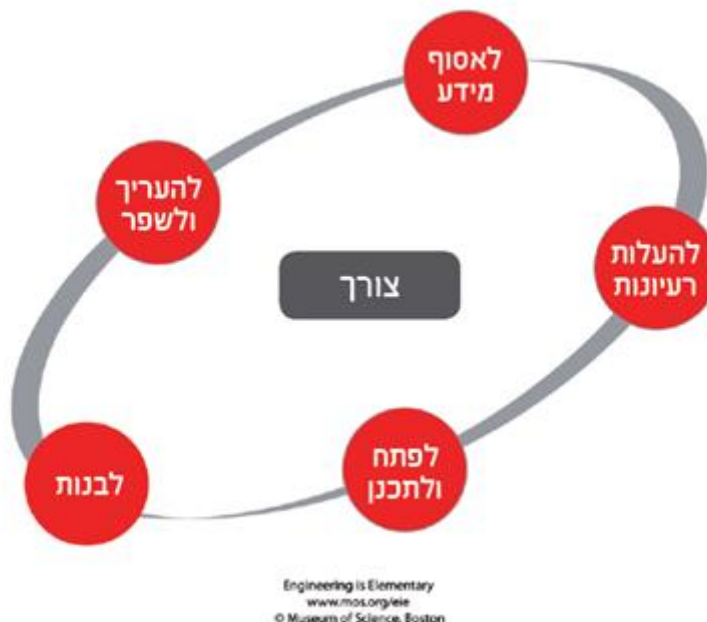
הערה למורה: חומר רקע על מערכת הנשימה ומדידה של תפקודי ריאות ניתן למצוא באתר מוזיאון המדע ירושלים [בדף מספר 12472](#)





## נספחים

### תהליך התיכון ההנדסי



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.	לפתח ולתכנן
הוצאה לפועל של התכנית. בדיקה של התכנית שביצענו.	לבנות
שיפור המכשיר/התוצר/התהליך בדיקה חוזרת!	להעריך ולשפר



## סיפור המסגרת של משימת האתגר

### כיצד נעזור ליעל? משימת האתגר המפתיעה בטיול השנתי

"יעל, הגיע תורך!" יעל קמה ממקומה וצעדה בחשש קל אל עבר החדר של הרופאה. הרופאה חייכה אל יעל והציעה לה לשבת.

"שלום יעל, שמי מיכל ואני רופאה שמתמחה בתחום של דרכי הנשימה. במה אוכל לעזור לך?" שאלה הרופאה. יעל התפללה שבמקום לבדוק אותה – הרופאה שואלת שאלות!

"הכל התחיל לפני שבועיים" יעל סיפרה, "שיחקנו מחניים בשעת ההפסקה, ובאמצע המשחק חשתי כאבים בחזה והייתי חייבת לעצור בכדי לנשום, וכשנשמתי – יצאו לי צפצופים כאלה מהגרון".

"ולפני כמה ימים" המשיכה יעל "הלכנו למכולת, ובדרך חלף על פנינו אוטובוס שפלט עשן שחור – כולם השתעלו, אבל אני יותר מכולם".

הרופאה הקשיבה ברצינות לדבריה של יעל, ולבסוף אמרה: "אני מבינה שיש לך קושי בנשימה ונצטרך לאבחן ממה הוא נובע".

יעל נבהלה "אבל מחר יש לנו טיול שנתי ואני לא רוצה לפספס!".

הרופאה צחקה, "יעל יקרה, אל תדאגי. כדי לאבחן את הבעיה תצטרכי לבצע משימה פשוטה, שאותה תוכלי לעשות גם במהלך הטיול, משום שאת נראית ילדה אחראית ובוגרת".

יעל כבר לא פחדה כל-כך, היא חשה גאווה על-כך שהרופאה חושבת שהיא אחראית ובוגרת. "אבל מה צריך לעשות?" שאלה.

"אני אתן לך מכשיר מדידה מיוחד ופנקס. המכשיר מודד את נפח הנשיפה המירבי שאת יכולה להוציא מהריאות. עלייך לשאוף שאיפה עמוקה ולנשוף בכל כוחך לתוך מכשיר המדידה פעם ביום, למשך שבוע, ואת התוצאה, אחרי כל מדידה - לרשום בפנקס. בעוד שבוע ניפגש, ואת תראי לי את התוצאות שרשמת בפנקס. התוצאות יוכלו לעזור לי לאבחן ממה את סובלת".

זה לא נשמע מפחיד כל-כך עבור יעל. היא ניגשה אל הרופאה, ולקחה ממנה את מכשיר המדידה והפנקס ואמרה ברצינות רבה "אל תדאגי. אני אמלא את המדידות כמו שביקשת. את יכולה לסמוך עלי".

הרופאה חייכה בחביבות. יעל נפרדה מן הרופאה ויצאה מן החדר. בחוץ חיכתה לה אמה ויעל הראתה לה את מכשיר המדידה ואת הפנקס והסבירה לה מה עליה לעשות.

\* \* \* \* \*

למחרת, יעל קמה מוקדם בבוקר וארזה את התיק לטיול. כמובן שהיא זכרה את מה שאמרה לה הרופאה – ולקחה איתה את מכשיר המדידה ואת הפנקס. בנוסף, היא לא שכחה לקחת גם כלי-כתיבה כדי שתוכל לרשום את תוצאות הבדיקות בפנקס הקטן. יעל מיהרה לבית הספר כשעל גבה התרמיל הגדול. בהגיעה, היא הראתה בגאווה לחברים את מכשיר המדידה החדש שלה. בדיוק אז, הגיע האוטובוס, וכל הילדים התחילו לעלות. יעל ארזה בחופזה את מכשיר המדידה בראש התרמיל והניחה אותו במהירות בתא המטען הגדול של האוטובוס ורצה לתפוס מקום על יד אביגיל, חברתה הטובה.

\* \* \* \* \*

הטיול עבר בנעימים. בשעת העצירה, מדריכת הטיולים ביקשה מכולם להוציא בקבוק שתיה ולשתות הרבה מים. יעל פתחה את התרמיל, וכשהוציאה את בקבוק השתייה, גילתה לתדהמתה שמכשיר המדידה מפורק לחלוטין. היא הוציאה את כל החלקים. כנראה שהוא נמערך בין התיקים במהלך הנסיעה. דמעות עמדו בעיניה של יעל. מה עליה לעשות? כיצד היא תבצע את המדידה של נפח הנשיפה? הרופאה כל-כך תתאכזב!

"אל תדאגי יעל", אמרה פתאום אביגיל, שהבחינה במצוקתה. כל החברים נאספו בחצי מעגל מסביב ליעל. "אנחנו נעזור לך למצוא פתרון!"

"הלוא סיפרת לנו שהרופאה ביקשה שתבצעי מדידות של נפח הנשיפה המרבי שלך" המשיכה אביגיל "בוודאי נוכל למצוא איזו דרך למדוד אותו, גם בלי מכשיר המדידה שנתנה לך הרופאה!"

## מודל ריאות תלת ממדי – חומרים והוראות לבנייה עצמית של המורה

### חומרים וציוד

- מספריים
- מיכל פלסטיק שקוף רחב בנפח של 2-3 ליטרים
- 1 בלון גדול
- 2 בלונים רגילים
- פלסטלינה/דבק בד
- צינור גומי גמיש באורך כ- 10 ס"מ.
- גומייה עבה
- מחבר בצורת Y או T



### הוראות בנייה

- א. חבור צינור הגומי למחבר המפצל בצורת Y או T (ניתן לכסות את אזור החיבור בפלסטלינה או בדבק בד למנוע דליפת אוויר).
- ב. חיבור בלון רגיל לכל אחת מקצות המחבר המפצל.
- ג. יצירת נקב בתחתית מיכל פלסטיק שקוף בקוטר של המחבר המפצל.
- ד. הכנסת דגם הצינורות המחוברים לתוך המיכל, כשפתח הצינור יוצא מהנקב כלפי חוץ.
- ה. אטימת אזור יציאת הצינור מהנקב עם פלסטלינה/דבק בד (למנוע דליפת אוויר).
- ו. גזירת התחתית של בלון גדול וקשירת הפייה שלו.
- ז. חיבור ("הלבשה") הבלון החתוך לפתח המיכל.

יריעת הבלון המתוחה מדמה את הסרעפת. דחיפת היריעה כלפי פנים המיכל ושחרורה מדמה את מצב הסרעפת בזמן נשיפה ושאיפה בהתאמה.

כשיריעת הבלון (הסרעפת) עולה כלפי מעלה, נפח המיכל (בית החזה) מצטמצם וגורם לעלייה בלחץ האוויר במיכל (בבית החזה). עלייה בלחץ האוויר גורמת ליציאת אוויר מהבלונים (הריאות), דרך הצינור (קנה הנשימה) החוצה.

כשיריעת הבלון (הסרעפת) משתטחת ויורדת כלפי מטה, נפח המכל (בית החזה) גדל, לחץ האוויר בתוכו יורד וגורם לכניסת אוויר מבחוץ דרך הצינור (קנה הנשימה) אל תוך הבלונים (הריאות).

שימו לב למגבלות הדגם! במציאות, כששרירי הסרעפת מתכווצים (מושקעת אנרגיה) היא משתטחת ויורדת כלפי מטה ואילו במצב מנוחה היא עולה כלפי מעלה. בדגם, המצב הפוך, במצב מנוחה היריעה שטוחה ובשעה שדוחפים אותה היא עולה כלפי מעלה.





## דפי עבודה (כולל תשובות)



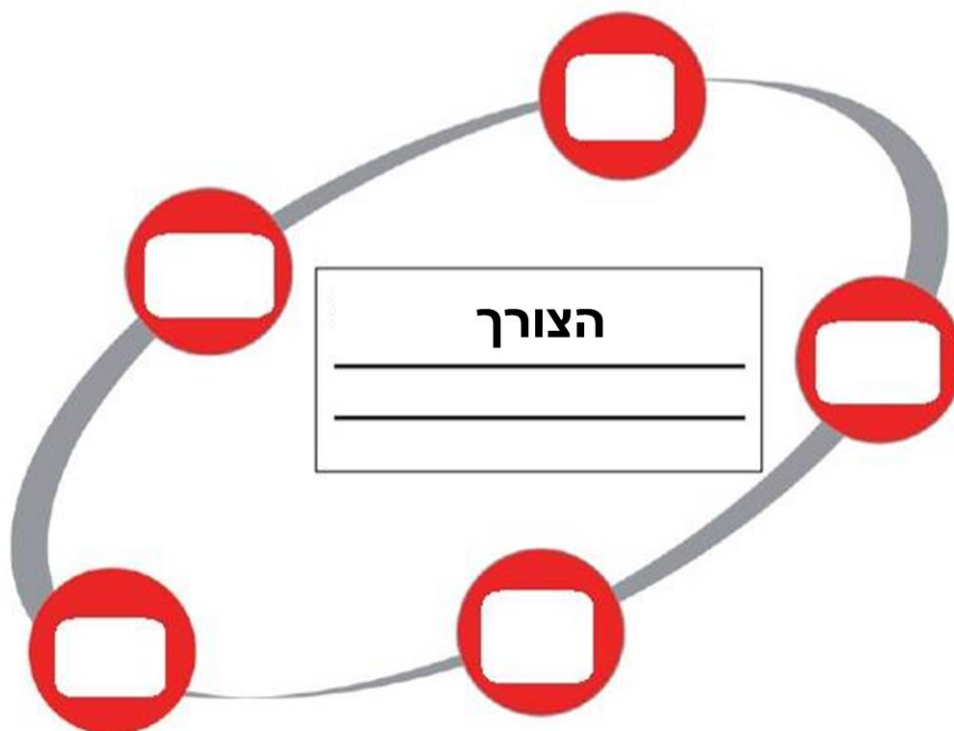
פרק 1, דף עבודה מס. 1 – תהליך התיכון ההנדסי

.....:מס

.....:תאריך

מלאו את השלבים החסרים באיור

## תהליך התיכון ההנדסי



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



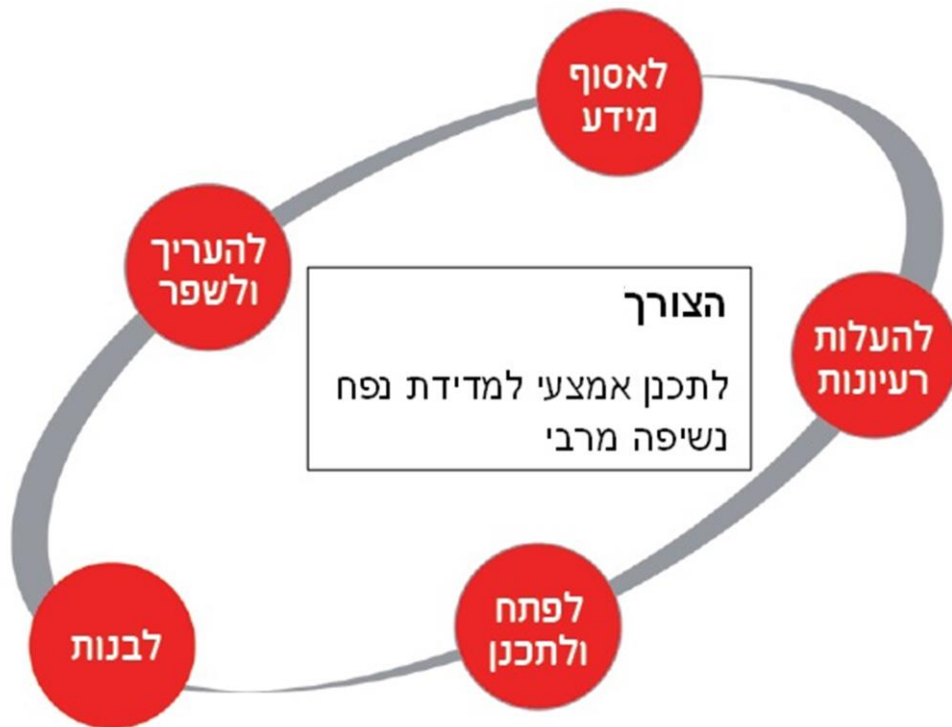
**פרק 1, דף עבודה מ.ס.1 - תהליך התיכון ההנדסי - תשובות**

.....: **מ.ס.**

.....: **תאריך:**

**מלאו את השלבים החסרים באיור**

**תהליך התיכון ההנדסי**



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



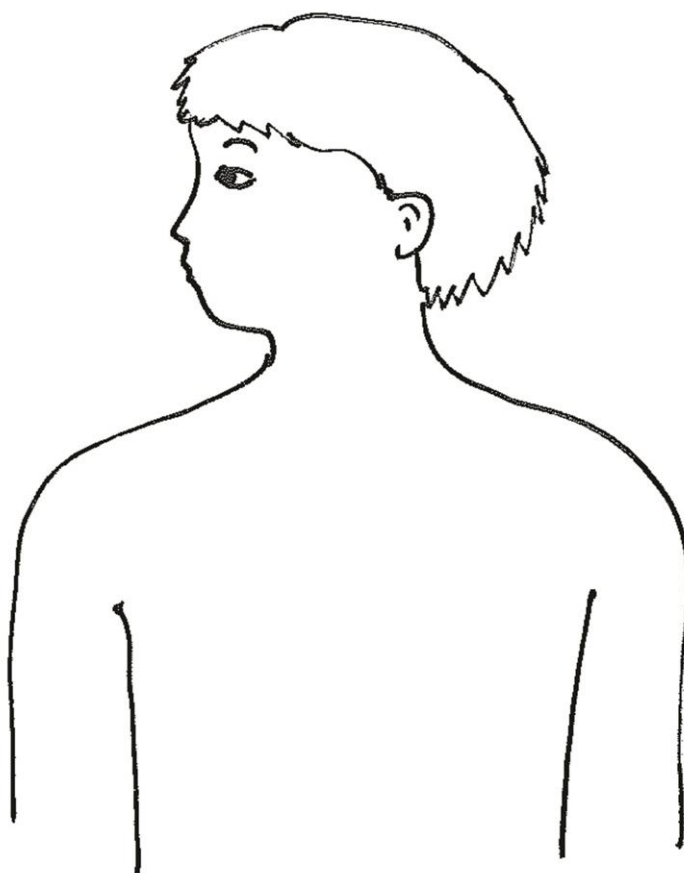
**פרק 2, דף עבודה מס. 2 – מערכת הנשימה**

.....: **שם:**

.....: **תאריך:**

**העתיקו את שמות חלקי מערכת הנשימה הבאים למקומות המתאימים.**

סרעפת; נאדיות הריאה; סימפונות; סימפונות; קנה הנשימה; חלל הפה; חלל האף; ריאות



**רשמו ליד כל הגדרה את המושג המתאים במערכת הנשימה**

\_\_\_\_\_: **צינור המוביל אוויר מהפה לריאות:**

\_\_\_\_\_: **שקיקי אוויר גמישים הנמצאים בריאות:**

\_\_\_\_\_: **מחיצה שרירית המפרידה בין חלל בית החזה לבטן:**

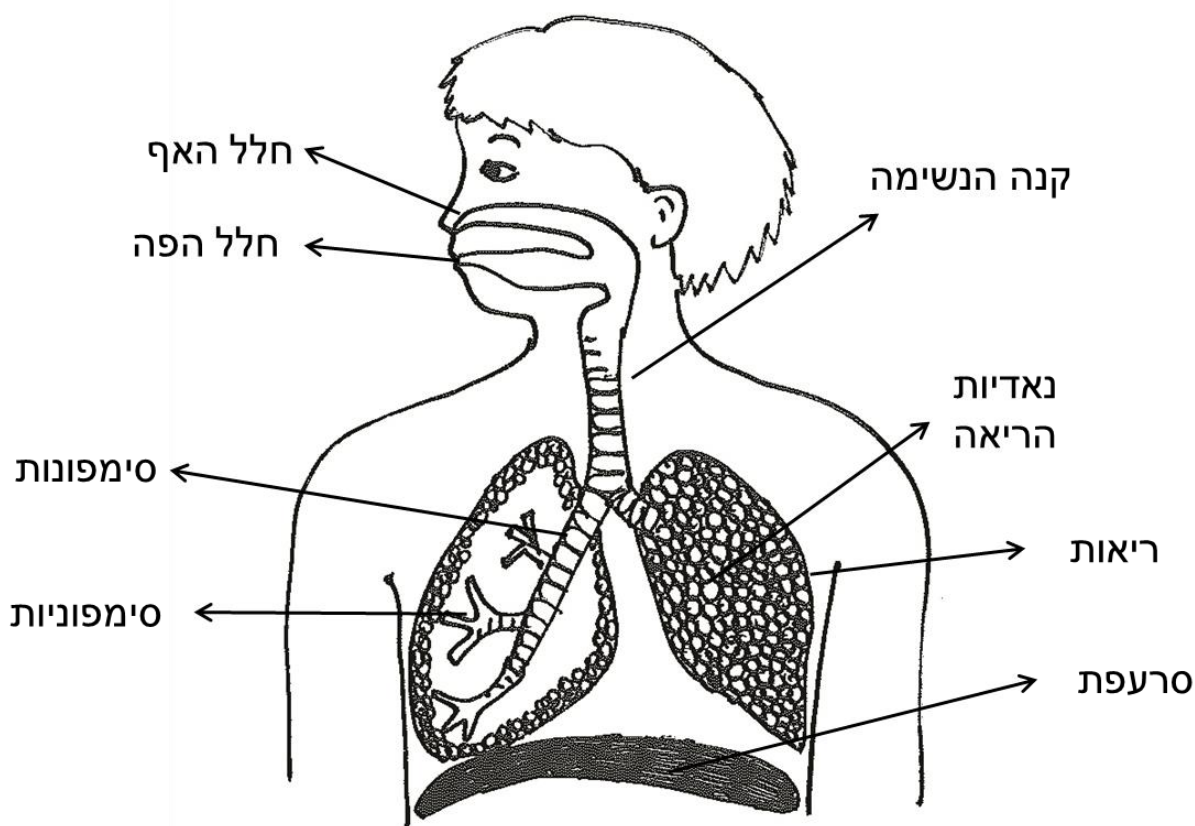
## פרק 2, דף עבודה מס. 2 – מערכת הנשימה

שם: .....

תאריך: .....

העתיקו את שמות חלקי מערכת הנשימה הבאים למקומות המתאימים.

סרעפת; נאדיות הריאה; סימפוניות; סימפונות; קנה הנשימה; חלל הפה; חלל האף; ריאות



רשמו ליד כל הגדרה את המושג המתאים במערכת הנשימה

צינור המוביל אוויר מהפה לריאות: קנה הנשימה

שקיקי אוויר גמישים הנמצאים בריאות: נאדיות הריאה

מחיצה שרירית המפרידה בין חלל בית החזה לבטן: סרעפת



## פרק 2, דף סיכום מס. 1 – תהליך הנשימה

שם: .....

תאריך: .....

### 1. סדרו את שלבי תהליך הנשימה בסדר הנכון

שלבי השאיפה:

- נפח בית החזה גדל.
- כיווץ שריר הסרעפת ושרירי בית החזה.
- אוויר מבחוץ, שנמצא בלחץ גבוה יותר מזה שבריאות, נכנס לדרכי הנשימה ולריאות.
- לחץ האוויר בריאות קטן.

שלבי הנשיפה:

- שרירי הסרעפת ובית החזה מתרפים והצלעות יורדות.
- נפח בית החזה קטן.
- אוויר מהריאות יוצא החוצה לעבר האוויר שנמצא בחוץ בלחץ נמוך יותר.
- לחץ האוויר בריאות עולה.

### 2. סמנו את הגורמים שיכולים להשפיע על מעבר האוויר בדרכי הנשימה

- חלקיקי אבק
- עשן
- ליחה
- כל התשובות נכונות

### 3. מצאו 8 מילים הקשורות בנשימה

א	נ	י	ד	פ	מ	ר	פ	ו	ח
ק	נ	ה	ה	נ	ש	י	מ	ה	י
א	ה	ג	ה	ש	פ	א	ו	ר	א
מ	נ	ד	ר	י	ו	ו	נ	ג	ו
א	ק	ה	ו	פ	ע	ת	ט	מ	ו
ש	א	י	פ	ה	י	ל	ג	ו	י
י	ו	ח	נ	מ	מ	ג	ד	ר	ר
ס	ר	ע	פ	ת	ל	י	ב	כ	י
צ	ח	ג	ה	ג	א	ס	ט	מ	ה
ע	ש	ל	ו	י	ש	מ	ל	ו	ש





**פרק 2, דף סיכום מס. 1 – תהליך הנשימה - תשובות**

שם: .....

תאריך: .....

**1. סדרו את שלבי תהליך הנשימה בסדר הנכון**

שלבי השאיפה:

- 2 נפח בית החזה גדל.
- 1 כיווץ שריר הסרעפת ושרירי בית החזה.
- 4 אוויר מבחוץ, שנמצא בלחץ גבוה יותר מזה שבריאות, נכנס לדרכי הנשימה ולריאות.
- 3 לחץ האוויר בריאות קטן.

שלבי הנשיפה:

- 1 שרירי הסרעפת ובית החזה מתרפים והצלעות יורדות.
- 2 נפח בית החזה קטן.
- 4 אוויר מהריאות יוצא החוצה לעבר האוויר שנמצא שם בלחץ נמוך יותר.
- 3 לחץ האוויר בריאות עולה.

**2. סמנו את הגורמים שיכולים להשפיע על מעבר האוויר בדרכי הנשימה**

- חלקיקי אבק
- עשן
- ליחה
- X כל התשובות נכונות

**3. מצאו 8 מילים הקשורות בנשימה**

א	נ	י	ד	פ	מ	ר	פ	ו	ח
ק	נ	ה	ה	נ	ש	י	מ	ה	י
א	ה	ג	ה	ש	פ	א	ו	ר	א
מ	נ	ד	ר	י	ו	ו	נ	ג	ו
א	ק	ה	ו	פ	ע	ת	ט	מ	ו
ש	א	י	פ	ה	י	ל	ג	ו	י
י	ו	ח	נ	מ	מ	ג	ד	ר	ר
ס	ר	ע	פ	ת	ל	י	ב	כ	י
צ	ח	ג	ה	ג	א	ס	ט	מ	ה
ע	ש	ל	ו	י	ש	מ	ל	ו	ש



## פרק 2, דף סיכום מס. 2 – מדידת נפח

שם: .....

תאריך: .....

1. אורי הכין עוגה לכבוד יום ההולדת של אחותו. הוא הכניס בזריזות לקערה את כל המצרכים בזה אחר זה עד שלפתע נתקל בבעיה – במתכון רשום היה להוסיף 1 מיליליטר של תמצית וניל והוא התלבט באיזה כלי מדידה להשתמש - האם תוכלו לעזור לאורי למצוא את כלי המדידה המתאים ביותר?

מזרק בנפח 50 מ"ל

משורה בנפח 20 מ"ל

סרגל באורך 30 ס"מ

מזרק בנפח 5 מ"ל

2. האחות במרפאה שטיפלה ביעל רוצה להזמין מכשיר, שימדוד את נפח הנשיפה המרבי של יעל. טווח המדידה של המכשירים היה שונה – עיזרו לאחות לבחור את המכשיר המתאים, נמקו את ההחלטה.

0 - 4 מיליליטרים

0 - 40 מיליליטרים

0 - 4 ליטרים

0 - 40 ליטרים

3. סימון שנתות במכשיר מדידה בהתאם לגודל שאותו מודדים נקרא:

כיול

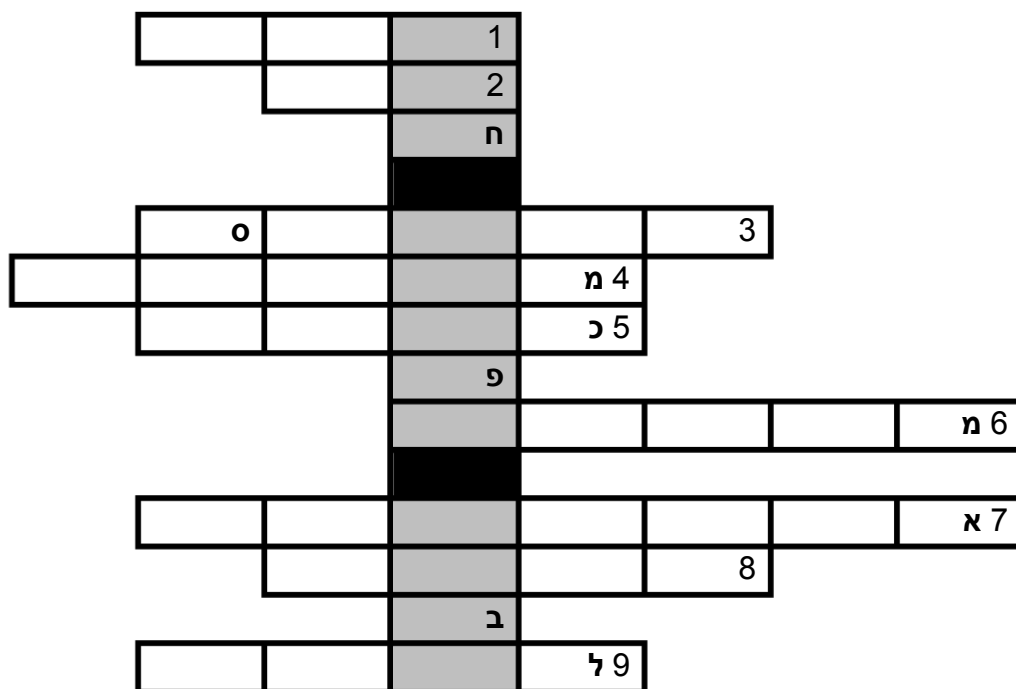
סידור

גידול

ציור



פתרו את התשבץ וגלו מה תצטרכו למדוד במשימת האתגר. התשובה נמצאת בריבועים המסומנים בצבע אפור.



**הגדרות:**

1. המקום שהחומר תופס במרחב נקרא \_\_\_\_\_
2. אחד מפתחי הנשימה, שמשמש גם לתקשורת בין אנשים \_\_\_\_\_
3. אדם יצירתי שמשמש בידע מדעי, בחומרים ובמכונות כדי לפתח כל דבר שיכול לפתור בעיות או לענות על צורך \_\_\_\_\_
4. כלי למדידת נפח שמשתמשים בו במעבדה \_\_\_\_\_
5. התהליך שבו מבצעים התאמה בין המרחק בין השנתות במכשיר המדידה, לבין הגודל שאותו רוצים למדוד - ליטר/חצי ליטר/רבע ליטר.. \_\_\_\_\_
6. סרגל, משורה ומד חום הם דוגמאות למכשירי \_\_\_\_\_
7. מדען ומהנדס יווני ידוע, שגילה גם דרך למדוד נפח של מוצקים \_\_\_\_\_
8. מכשיר מדידה, המשמש בדרך כלל להזרקה של חומרים לתוך הגוף תוך עשיית חור זעיר בעור \_\_\_\_\_
9. יחידת מדידה של נפח \_\_\_\_\_



## פרק 2, דף סיכום מס. 2 – מדידת נפח - תשובות

.....:מס

.....:תאריך

אורי הכין עוגה לכבוד יום ההולדת של אחותו. הוא הכניס בזריזות לקערה את כל המצרכים בזה אחר זה עד שלפתע נתקל בבעיה – במתכון רשום היה להוסיף **1 מיליליטר** של תמצית וניל והוא התלבט באיזה כלי מדידה להשתמש - האם תוכלו לעזור לאורי למצוא את כלי המדידה המתאים ביותר?

מזרק בנפח 50 מ"ל

משורה בנפח 20 מ"ל

סרגל באורך 30 ס"מ

מזרק בנפח 5 מ"ל

2. האחות במרפאה שטיפלה ביעל רוצה להזמין מכשיר שימדוד את נפח הנשיפה המרבי של יעל. טווח המדידה של המכשירים היה שונה – עיזרו לאחות לבחור את המכשיר המתאים, נמקו את ההחלטה.

0 - 4 מיליליטרים

0 - 40 מיליליטרים

0 - 4 ליטרים

0 - 40 ליטרים

נפח הנשיפה של ילדה בגיל 10-12 הוא בסביבות 2 ליטרים ולכן המכשיר צריך למדוד לפחות 1.5 ליטרים. במידה והמכשיר ימדוד עד 40 ליטרים, המרחק בין השנתות יהיה קטן ולא נוכל לקבל תוצאה מספיק מדויקת.

3. סימון שנתות במכשיר מדידה בהתאם לגודל שאותו מודדים נקרא:

כיול

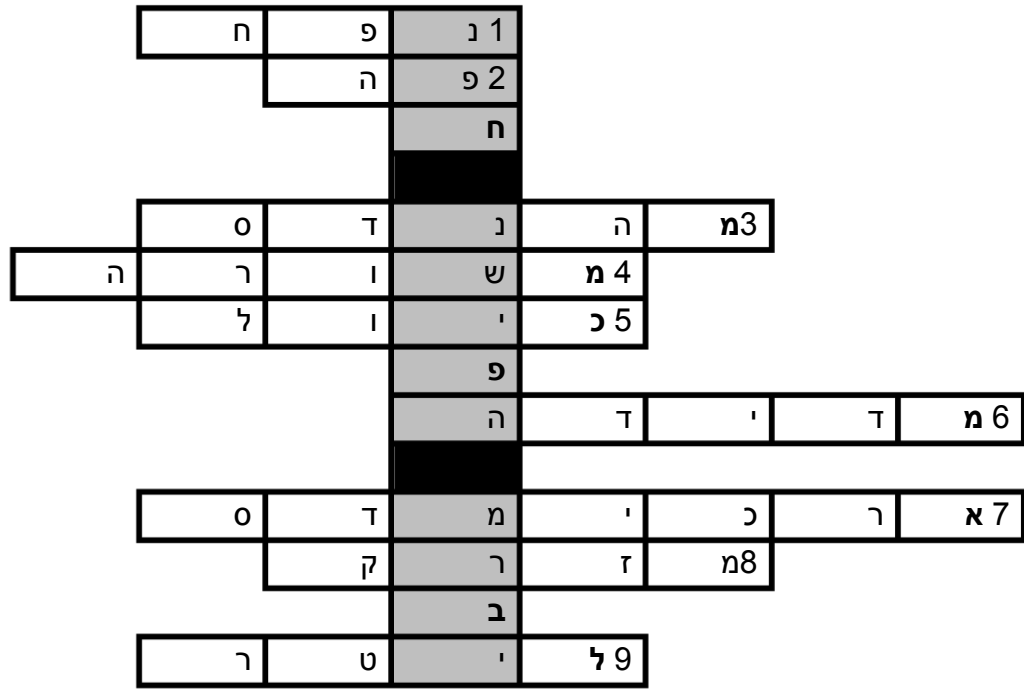
סידור

גידול

ציור



פתרו את התשבץ וגלו מה תצטרכו למדוד במשימת האתגר. התשובה נמצאת בריבועים המסומנים בצבע אפור.



**הגדרות:**

1. המקום שהחומר תופס במרחב נקרא **נפח**
2. אחד מפתחי הנשימה, שמשמש גם לתקשורת בין אנשים **פה**
3. אדם יצירתי שמשמש בידע מדעי, בחומרים ובמכונות כדי לפתח כל דבר שיכול לפתור בעיות או לענות על צורך **מהנדס**
4. כלי למדידת נפח שמשתמשים בו במעבדה **משורה**
5. התהליך שבו מבצעים התאמה בין המרחק בין השנתות במכשיר המדידה, לבין הגודל שאותו רוצים למדוד - ליטר/חצי ליטר/רבע ליטר.. **כיול**
6. סרגל, משורה ומד חום הם דוגמאות למכשירי **מדידה**
7. מדען ומהנדס יווני ידוע, שגילה גם דרך למדוד נפח של מוצקים **ארכימדס**
8. מכשיר מדידה, המשמש בדרך כלל להזרקה של חומרים לתוך הגוף תוך עשיית חור זעיר בעור **מזרק**
9. יחידת מדידה של נפח **ליטר**



### פרק 3, דף עבודה מס. 3 – העלאת רעיונות ובחירת הפתרון המועדף

שמות חברי הקבוצה: .....

תאריך: .....

העלו 2 רעיונות לפחות למכשיר שיוכל למדוד נפח נשיפה מרבי.

1. ציירו או כיתבו כיצד יראו המכשירים.
2. תארו כיצד המכשיר יפעל.
3. רישמו את החומרים הדרושים לבניית המכשיר.

#### רעיון מס. 1

כיצד יראה המכשיר?

כיצד המכשיר פועל? על איזה עיקרון מדעי הוא מבוסס?

.....  
.....  
.....  
.....

החומרים הדרושים:

.....  
.....  
.....  
.....



## רעיון מס. 2

כיצד יראה המכשיר?

כיצד המכשיר פועל? על איזה עיקרון מדעי הוא מבוסס?

.....  
.....  
.....  
.....

החומרים הדרושים:

.....  
.....  
.....

**קיימו דיון בין חברי הקבוצה והחליטו מהו הפתרון המועדף. בעת קבלת ההחלטה התייחסו לנקודות הבאות:**

1. דיוק המדידה
2. האם ניתן לבנות בקלות את המכשיר שבחרתם?
3. האם ניתן להשתמש מספר פעמים במכשיר או שהוא חד פעמי?

**הפתרון הנבחר הוא:** .....



פרק 3, דף עבודה מס. 4 – תכנון הפתרון הנבחר

שמות חברי הקבוצה: .....

תאריך: .....

ציירו את הפתרון שבחרתם:

החומרים הדרושים:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- הציגו למורה את התכנון שלכם
- קבלו אישור לקחת חומרים מהשולחן המרכזי
- התחילו לבנות!





### פרק 3, דף סיכום מס. 3 – משימת סיכום לאחר ביצוע משימת האתגר

שם: .....

תאריך: .....

בשיעורים האחרונים פעלתם כמו מהנדסים/ות ועברתם/ן תהליך של פיתוח אמצעי טכנולוגי שנועד לפתור בעיה. תהליך זה נקרא – **תהליך התיכון ההנדסי**.

תהליך התיכון מתחיל בבעיה הנדסית או בצורך שיש לפתור. **משימת האתגר** של הקבוצות הייתה לסייע ליעל באמצעות .....

.....

**לאסוף מידע** – כיתבו לפחות שני נושאים שלמדתם בשיעורים על מנת לפתור את המשימה  
1. ....

2. ....

**להעלות רעיונות לפתרון ולבחור פתרון אחד** – כיתבו רעיון למדידת נפח נשיפה, שעלה במהלך הדין בין חברי הקבוצה שאותו לא בחרתם/ן לתכנן ולבנות

.....

**לפתח ולתכנן** – האם כל חברי הקבוצה השתתפו בפיתוח ובתכנון? רישמו את שמות חברי הקבוצה שלכם/ן

.....

**לבנות** – האם התקשיתם/ן בבנייה? במה?

.....

**להעריך ולשפר** – האם האביזר שבניתם/ן זהה לזה שתכנתם/ן בתחילה? מדוע?

.....



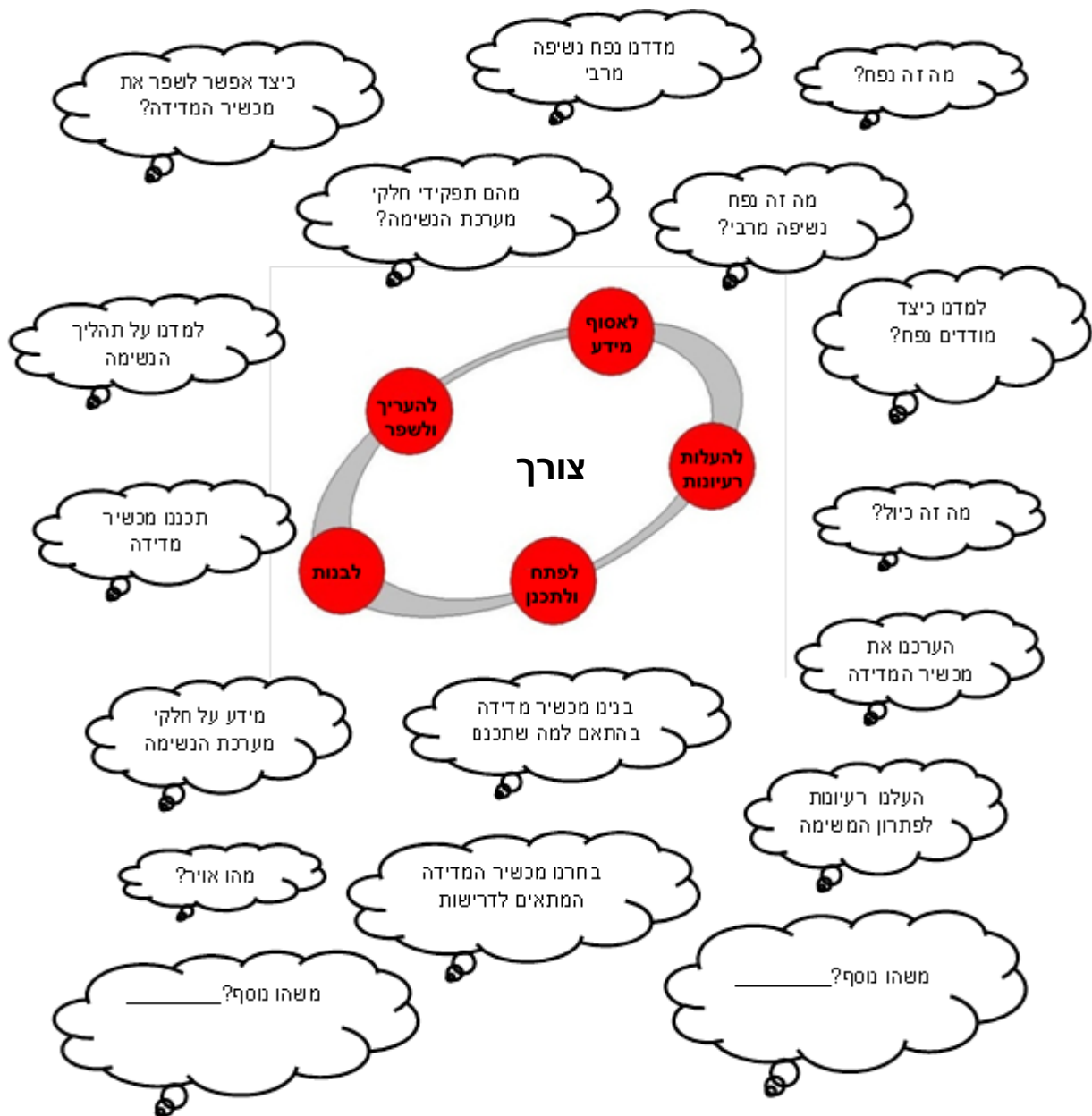
פרק 4, דף סיכום מס. 4 –

סיכום יחידת הלימוד בהנדסה ביו-רפואית - תהליך התיכון ההנדסי

שם: .....

תאריך: .....

מתחו קו בין כל אחד מהעננים לשלב המתאים בתהליך התיכון ההנדסי



### מושגים מרכזיים שנלמדים במהלך היחידה

- **מבנה** מערכת הנשימה.
- **תפקידו של תהליך הנשימה** לספק חמצן לנשימה של תאי הגוף ולסלק את הפחמן הדו חמצני שהוא תוצר הלוואי של התהליך.
- **פעולת הנשימה** כוללת שני שלבים – שאיפה ונשיפה; שאיפה – כניסה של אוויר אל הריאות, תוך הגדלה של נפח בית החזה ונשיפה – יציאה של אוויר מהריאות, תוך צמצום נפח בית החזה.
- **נפח** = המקום שתופס חומר (במרחב)
- **נפח נשיפה מירבי** = נפח האוויר שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת.
- **אוויר הוא חומר** שתופס מקום. ניתן לדחוס אותו, אך עדיין הוא יתפוס נפח.
- גורמים שונים כמו חלקיקי אבק וזיהום אוויר עלולים לגרום **להיצרות של דרכי הנשימה**.
- **קוצר נשימה** נגרם מהיצרות של דרכי נשימה שלמעשה גורם לירידה בנפח האוויר שיכול לצאת מהריאות החוצה (ביחידת זמן).

### מערכת הנשימה

מערכת הנשימה היא מערכת בגוף האדם המשמשת לפעולת הנשימה. פעולת הנשימה כוללת הכנסת אוויר לגוף (שאיפה) והוצאה של אוויר מהגוף (נשיפה). גז החמצן שמגיע מהריאות נקלט דרך נאדיות הריאה לדם ומשם מועבר לכל תאי הגוף לצורך של הפקת אנרגיה. הגז פחמן דו-חמצני, שהוא תוצר הלוואי של התהליך, מועבר מתאי הגוף לדם ומשם דרך נאדיות הריאה לריאות והחוצה.

### אברי מערכת הנשימה

ניתן לחלק את מערכת הנשימה לשני חלקים:

1. דרכי אוויר (נשימה) עליונות – הכוללות את האף, הפה, ותחילת קנה-הנשימה (זהו חלק המערכת המשמש להכנסת ולהוצאת האוויר).
  2. דרכי אוויר (נשימה) תחתונות – הכוללות את קנה הנשימה, הסמפונות והריאות (בחלק זה של המערכת מתבצעת פעולת הנשימה).
- האיברים של דרכי הנשימה התחתונות נמצאים בתוך בית החזה, כשהם תחומים ומוגנים ע"י "כלוב" הצלעות, עצם החזה (הסטרנום), השרירים הבין צלעיים ושריר הסרעפת (המהווה מחיצה שרירית המפרידה בין בית-החזה וחלל הבטן).

- **קנה הנשימה** - צינור המחבר בין הגרון לבין הסמפונות.
- **סמפונות** - קנה הנשימה מתפצל לשני סמפונות (צינורות), האחד נכנס לריאה השמאלית והשני - לימנית. בתוך הריאות כל סמפון מתפצל לסמפונות קטנים יותר.
- **הריאות** - זוג איברים בגופם של בעלי חיים בעלי-חוליות. מבנה הריאות כולל את "עץ הסמפונות" - צינורות האוויר מתפצלות מהסמפונות לצינורות אוויר קטנות יותר ויותר, שכל אחת מסתיימת בנאדית ריאה.
- **נאדיות הריאה** - שקיקים קטנים התחומים ע"י קרום חד-שכבתי (שלפוחיות אוויר) שבצידו השני נימי דם. דרך הקרומים של נאדיות הריאה, בהן תמיד מצוי אוויר, מתבצע תהליך של שיחלוף גזים: חמצן (O<sub>2</sub>) מפעפע מהאוויר אל הדם שבנימים, ומוזרם באמצעות פעולת הלב אל כל רקמות הגוף. בו בזמן, מפעפע פחמן דו-חמצני (CO<sub>2</sub>) מנימי הדם אל האוויר שבנאדיות ומהן החוצה דרך הסמפונות ודרכי הנשימה העליונים. שטח הפנים של הריאות שבו מתבצע חילוף הגזים הוא גדול מאוד הודות למבנה השלפוחיות של הנאדיות.

איור מפורט של אברי הנשימה ניתן למצוא בויקיפדיה:

[http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Respiratory\\_system\\_simple\\_heb.png](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Respiratory_system_simple_heb.png)

### פעולת הנשימה

פעולת הנשימה כוללת שני שלבים – שאיפה ונשיפה:

- שאיפה – כניסה של אוויר אל הריאות, תוך הגדלה של נפח בית החזה.
- נשיפה – יציאה של אוויר מהריאות, תוך צמצום נפח בית החזה.

בשלבי **השאיפה והנשיפה** משתתפים **שרירים**:

1. שרירי הצלעות = השרירים שבין הצלעות בבית החזה.
2. שריר הסרעפת.

תנועתם של השרירים – **שריר הסרעפת ושרירי הצלעות**, המתכווצים ומתרפים ללא הפסקה (כ- 16 פעמים בדקה), גורמת להגדלה ולצמצום של חלל בית החזה.

**במצב שאיפה – השרירים מתכווצים:**

כיווץ שריר הסרעפת – גורם לסרעפת להשתטח ובכך להרחבה של חלל בית-החזה.  
 כיווץ שרירי הצלעות – גורם להעלאה של הצלעות ובכך להגדלה של נפח בית-החזה.  
 חלל בית-החזה מתרחב ונוצר בתוכו **תת-לחץ** (לחץ נמוך), הגורם לכניסה פסיבית של אוויר לתוך הריאות. האוויר זורם מלחץ אוויר גבוה שנמצא מחוץ לריאות ללחץ אוויר נמוך שנמצא בתוך הריאות.

**במצב נשיפה – השרירים מתרפים:**

נפסקת התכווצותם של השרירים, הם מתרפים.  
 הסרעפת מתקמרת ועולה, הצלעות יורדות – ונפח בית-החזה קטן.  
 חלל בית החזה מצטמצם, נוצר בתוכו לחץ אוויר גבוה שגורם לאוויר שבריאות לצאת החוצה, לדרכי הנשימה העליונות. כמו בשלב השאיפה, גם שלב זה הינו פסיבי. האוויר זורם מלחץ אוויר גבוה שנמצא בריאות לאזור של לחץ אוויר נמוך הנמצא בדרכי הנשימה העליונות.  
 פעולות **השאיפה והנשיפה** הן בלתי רצוניות. השליטה בהן היא מוגבלת ביותר.

בקיזור הבא ניתן לראות **אנימציה** הממחישה את השינויים בנפח בית החזה בשלבי השאיפה והנשיפה – שימו לב באנימציה יש הדגמה רק של פעולת הסרעפת ולא את פעולת שרירי הצלעות.

[http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Diaphragm\\_ademhaling\\_hebrew.gif](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Diaphragm_ademhaling_hebrew.gif)

### אסתמה

אסתמה היא תסמונת רפואית הגורמת להתכווצות השרירים סביב הדפנות של דרכי הנשימה. התכווצות זו גורמת להיצרות דרכי הנשימה ולהתפתחות דלקת בדפנות הפנימיים של צינורות הנשימה. הדלקת מובילה להתנפחות הדפנות הפנימיים ולהיווצרות כיח (ליחה), שלמעשה גורמים להיצרות נוספת של דרכי הנשימה. הליחה שמופרשת מגרה את דרכי הנשימה, גורמת לשיעול ומקשה על הנשימה.

ידוע שהיסטוריה של אסתמה במשפחה עלולה להגביר את הסיכון לסבול מהמחלה, כמו גם היסטוריה של אלרגיות ואקזמה (גֶרֶב). כמו כן, ידוע שגורמים סביבתיים כמו זיהום אוויר (עשן, חלקיקי אבק, פיח וכו') ממלאים תפקיד בהתפתחות המחלה. אסתמה עלולה גם להתפתח אצל מבוגרים כתוצאה מדלקת נגיפית (ויראלית) או כתוצאה מהימצאותו של גורם אלרגני במקום העבודה.

משימתו של המהנדס הביו-רפואי היא לפתח שיטות ומכשירים לשם אבחון המחלה, הטיפול בה, שיקום המטופל, ומעקב אחר מצבו. גורמים חשובים במכשירי מדידה הם דיוק, אמינות ונוחות השימוש. מד-נשימה (סְפִירוֹמֶטֶר) הוא מכשיר ביו-רפואי המשמש לשם אבחון קשיי נשימה. הוא משמש כדי למדוד את **נפח הנשיפה המרבי** (כמות האוויר המרבית שהנבדק מסוגל לנשוף מהריאות לאחר שאיפה עמוקה). נפח הנשיפה המרבי הוא למעשה נפח האוויר המרבי המנוצל על ידי הריאות לנשימה. אצל מבוגרים הוא מגיע ל 3.5-4.5 ליטרים ואצל ילדים בסביבות גיל 11 הוא מגיע ל 1.75-2.25 ליטרים.

בסיפור המסגרת של יחידה זו, יעל מתבקשת למדוד את נפח הנשיפה המרבי ומתעדת את התוצאות מדי יום במשך שבוע, כדי לסייע לרופאה לאבחן את הבעיה ממנה היא סובלת. לשם כך דרוש מכשיר שמסוגל למדוד בדיוק ובאמינות את נפח האוויר שננשף.

חומר רקע נוסף על מערכת הנשימה ועל מדידת תפקודי ריאה תוכלו למצוא באתר מוזיאון המדע [בדף מספר 12472](#)



## מידה

### יחידות מדידה

מכשירי מדידה מאפשרים מדידה של כל מיני דברים: בסרגל מודדים אורך, במד-חום מודדים את הטמפרטורה ובמאזניים מודדים משקל. המשותף לכל המדידות הללו הוא שהתוצאה המתקבלת היא מספר. 10 סנטימטר, 35 מעלות או 100 גרם. יש דברים שקשה למדוד במדויק, אבל אפשר להעריך וגם להשוות. למשל אהבה, כעס או אפילו טעם וריח. אנחנו אוהבים את אמא ואבא יותר מאשר את המורים בבית הספר, וגלידה טעימה יותר מתרד או מבצל. הערכה והשוואה הן שלב מקדים למדידה ממש. אם נסתכל על שני ילדים העומדים זה ליד זה נוכל לדעת מי גבוה יותר ואם ניגע בשני חפצים נוכל להעריך איזה מהם חם יותר. אבל מהשוואות והערכות כאלו לא נוכל כמובן לדעת את הגובה המדויק או הטמפרטורה המדויקת, ויותר מכך - אם לא נסתכל על הילדים כשהם עומדים ממש זה ליד זה או שניגוע בשני החפצים באותו זמן - יהיה קשה להשוות ביניהם. מכשירי המדידה מאפשרים לנו לדעת במדויק את הגודל המעניין אותנו בלי להיות תלויים בעוד חפצים להשוואה. אבל למעשה כמעט כל תהליך מדידה, או מכשיר מדידה מבוססים על השוואה. אבל השוואה לא בין שני חפצים אלא השוואה לגודל קבוע. סרגל מודד את אורך החפץ על ידי השוואה ליחידת מידה סטנדרטית (סנטימטר למשל) ו"ספירה" כמה פעמים נכנסת יחידה זו לתוך גוף החפץ. מד הטמפרטורה "סופר" כמה מעלות "נכנסות" לתוך הטמפרטורה של הגוף ומאזניים "סופרים" כמה יחידות משקל "תקניות" (גרם או קילוגרם למשל) "נכנסות" למשקל הגוף.

קיימות יחידות מידה בסיסיות ויסודיות כמו:

- אורך, הנמדד במילימטר, סנטימטר, מטר, קילומטר - שימו לב שכולן קשורות למטר, מילימטר = אלפית המטר, סנטי מטר = מאית המטר, קילו מטר = אלף מטר..),
- משקל או כוח הנמדדים בגרם, קילוגרם ששווה אלף גרם, מיליגרם ששווה אלפית הגרם).
- זמן (שניה, דקה, שעה...).

הדבר החשוב ביותר במכשיר מדידה הוא ה"הדירות" או ה"חזרתיות" של התוצאה המתקבלת כשמודדים אתו. כלומר בכל פעם שמודדים את אותו הדבר, צריכה להתקבל אותה התוצאה. אם תולים על מאזני הקפיץ משקל של 100 גרם הם צריכים להתארך לאותו האורך בכל פעם שנחזור על המדידה.

למילה הדירות שורש דומה למילה הדרן = קטע מוזיקלי נוסף בקונצרט שאינו נכלל בתוכנית המקורית.



חומר רקע נוסף על מדידה תוכלו למצוא באתר מוזיאון המדע [בדף מספר 12472](#)



## תפישות שגויות של תלמידים לגבי מערכת הנשימה והמושג נפח

תפישת עולם הטבע של ילדים מבוססת על ההתנסויות והחווייות שהם עוברים מידי יום. התפישות שלהם אינן מבוססות על העקרונות המדעיים שמקובלים כיום, אלא על תצפיות אישיות. אי לכך, הדרך הטובה ביותר ללמד עקרונות מדעיים היא באמצעות ביצוע ניסויים, שמעמתים אותם עם הידע הקודם שלהם, ולא רק לספר להם את העובדות. יש קושי רב לשנות את אותן תפישות שגויות שקיימות אצל ילדים (ואצל מבוגרים), במיוחד במצבים שהן אינן גלויות ומהוות חלק אינטגרלי מתפישת העולם שלהם. 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 ידעו על תפישות שגויות שנפוצות אצל ילדים, על מנת שיוכלו להתייחס אליהן ולהבין את ההקשרים (השגויים) שיכולים תלמידים לעשות.

### מה חושבים תלמידים על האוויר?

התפיסה הרווחת בקרב חלק גדול מהתלמידים היא שאוויר אינו חומר (אין לו מסה ואין לו נפח), ולכן הוא לא תופס מקום. בספר Making Sense of Secondary Science מדווחים החוקרים Driver et al. (1) על מחקר שערך Séré, על פיו תלמידים בגיל 11 כבר מבינים את הרעיון, שאוויר הנמצא במכל פתוח יכול להיכנס ולצאת ממנו. אף-על-פי-כן, תלמידים מסוימים הפגינו פחות ביטחון לגבי הימצאותו של אוויר במכל סגור, והצליחו לזהות את נוכחותו, רק כאשר הייתה להם אפשרות לחוש בתנועה שלו. תפיסה הנפח חיונית לשם הבנת האופן שבו מתפקדות הריאות. לכן תת-סעיפים 2.2-2.5 ביחידה זו נועדו כדי להקל על התלמידים את ההבנה שהאוויר תופס מקום. בפרק 2 התלמידים מתנסים בעצמם וצופים בהדגמת הממחישות את העובדה שאוויר הוא חומר.

### מה חושבים תלמידים על נפח?

התפיסה הרווחת בקרב חלק גדול מהתלמידים היא שנפח זהה של נוזל יגיע לגובה זהה בכלים שונים. תלמידים מתקשים לתפוס שנפח זהה של נוזל יגיע לגובה נמוך יותר בכלי רחב, לעומת הגובה שאליו יגיע בכלי צר (כלומר, הם מתקשים להבין שהנפח נשמר). על פי הפסיכולוג ז'אן פיאז'ה, ההבנה שהנפח נשמר מעידה על חשיבה לוגית והיא מתפתחת בגילאי 7-12, במה שהוא מכנה 'שלב האופרציות הקונקרטיות (המוחשיות)' של תהליך ההתפתחות. לקריאה נוספת בנוגע לרעיונותיו המרתקים של פיאז'ה, כולל בחינה ביקורתית של עמדתו: <http://www.simplypsychology.org/concrete-operational.html> תת-סעיף 2.12 ביחידה עוסק במפורש בשימור נפח, כאשר התלמידים מתבקשים למזוג נפח זהה של מים לשני כלים, האחד רחב והשני צר. התנסות זו ממחישה להם את העובדה שאותו נפח נוזל יכול להיראות שונה בכלים בעלי צורות שונות. חשוב לאפשר לילדים להגיד מה לדעתם יקרה, עוד לפני שהם מבצעים את הניסוי, על מנת להתחיל להתמודד עם הרעיון האינטואיטיבי השגוי שלהם.

### מה חושבים תלמידים (ומבוגרים) על נפח ריאות?

היכרותם של ילדים עם גוף האדם ואיבריו השונים מתחילה בדרך כלל באותם איברים שהם יכולים לראות, לחוש או לשמוע (2), כך שסביר יותר שהם יהיו מודעים לעובדת קיומו של הלב מאשר לקיומן של הריאות. לכן חשוב לתת לילדים הזדמנות להסתמך על היכרות שלהם עם תהליך השאיפה והנשיפה. התלמידים צריכים להתנסות בעצמם בתנועת האוויר פנימה והחוצה, ולחוש את בית החזה שלהם מתרחב ואת הסרעפת שלהם נעה מעלה ומטה. סביר להניח שהתנסות זו תסייע להם להבין טוב יותר את הניסויים שנועדו להמחיש את האיברים השונים המעורבים בתהליך הנשימה.

יש לתת גם את הדעת לשפה שבה אנחנו משתמשים במהלך הדיון. על המורים לסייע לתלמידים להיות מדויקים יותר בשימוש שלהם במונחים השונים. לדוגמה, בדרך כלל אנחנו משתמשים במילה 'חזה' כאשר אנחנו מתכוונים ל'ריאות'. מחקר שנעשה באנגליה מציין שתלמידים בגילאי 7-11 מתקשים לעיתים קרובות להצביע על מיקומן של הריאות בציור של גוף האדם (2). אף על פי שרובם מודעים היטב לכך "שנמות אם לא יהיה לנו אוויר"; נראה שהם נוטים לחשוב שהאוויר שהם נושמים פשוט 'יוצא'. אחרים מבינים באופן עמום שהאוויר



שאנחנו נושפים עבר שינוי (לדוגמה, הפך לאוויר 'רע'), ושהאוויר נכנס לתוך הגוף (2). ממצאים אלו אנו מניחים שהידע של ילדים בנוגע לגזים המעורבים בתהליך הנשימה (חמצן ופחמן דו-חמצני) נמצא בהתהוות ועדיין אינו מבוסס דיו. על המורים להקפיד לא להעמיס על הילדים ולא לספק להם עודף של מידע ומונחים מקצועיים לפני שההבנה של הילד מפותחת דיה. אף על פי שהציטוט הבא מעיד על הבנה מסוימת של תפקיד הריאות, ייתכן גם שמדובר במקרה יוצא מהכלל שאינו מעיד על הכלל (2) "הוא נכנס לריאות שלך – ואז יוצא משם במין צינוריות כאלו – ועובר ללב שלך, ואחר כך לדם שלך".

בניגוד לתפיסה המקובלת, אין הבדל בנפחי הריאות או בתפקוד שלהן בין אדם בריא בעל כושר גופני לבין אדם שאינו בכושר גופני. שיפור הכושר הגופני משפיע על תפקוד הלב ולא על נפח הריאות ותפקודן. משערים שהסיבה לכך היא, שיש לנו בריאות רזרבה מאוד גדולה של אוויר. לכן, בהעדר "אתגר" למערכת הנשימה, "אין לה סיבה" להשתפר, כלומר להגדיל את נפח הריאות. עם זאת, לשחיינים ולצללנים יש נפחי ריאה גדולים יותר, וזאת עקב ההתנגדות של המים להרחבת בית החזה בנשימה. יש מחלות ריאה נדירות, שאינן קיימות כמעט אצל ילדים, שכן יכולות להשפיע על נפח הריאות.

### מה חושבים תלמידים (ומבוגרים) על הקשר בין התרחבות בית החזה ותהליך הנשימה?

הסיבה לכניסת אוויר לתוך הריאות היא הגדלת נפח בית החזה, שגורמת לירידה בלחץ האוויר בריאות ביחס ללחץ האוויר החיצוני. בגלל הפרשי הלחצים, האוויר מבחוץ, שנמצא בלחץ גבוה יותר, נכנס פנימה דרך צינורות הנשימה אל תוך הריאות.

קיימת תפישה שגויה לפיה בית החזה מתרחב כתוצאה מכניסת אוויר לתוכו ולא כפי שאכן קורה, שהתרחבות בית החזה גורמת לכניסת אוויר לתוכו. מדובר ברעיון מורכב ביותר עבור ילדים בגילאים אלו. Driver et al. (1) מפנים אותנו למחקרו של Séré בנושא לחץ אוויר עם ילדים בגילאי 11 עד 13. ממצאי המחקר מורים שילדים חושבים לעתים קרובות שהרוח (לא אוויר דומם) מפעיל לחץ. יש לקחת זאת בחשבון בפרק 2.7, שבו מוסבר ומודגם תהליך השאיפה והנשיפה. אנו ממליצים להתאים את רמת ההוראה בכל הנוגע למושג הלחץ לרמת התלמידים, בהתאם לדרישות תוכנית הלימודים.

### מראי מקום

- (1) Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994) *Making Sense of Secondary Science*. Routledge: London.
- (2) Nuffield Primary Science: Teachers' Guides (Ages 7-12): Living Processes (1995) HarperCollins Publishers: London

## מילון מושגים

### מושגים הקשורים למערכת הנשימה

- **דרכי אוויר עליונות** - פתחי הנשימה הכוללים את הפה והאף ופתחו העליון של קנה הנשימה.
- **קנה הנשימה** - צינור המחבר בין הגרון לבין הסמפונות.
- **סמפונות** – שני צינורות המתפצלים מקנה הנשימה, האחד נכנס לריאה השמאלית והשני - לימנית. בתוך הריאות כל סמפון מתפצל לסמפונות קטנים יותר.
- **ריאות** - זוג איברים בגופם של כל בעלי החוליות. מבנה הריאות כולל את "עץ הסמפונות" - צינוריות האוויר שמתפצלות מהסמפונות לצינוריות אוויר קטנות יותר ויותר, שכל אחת מסתיימת בנאדית ריאה.
- **נאדיות הריאה** - שקיקים קטנים התחומים ע"י קרום חד-שכבתי (שלפוחיות אוויר) שבצדו האחד אוויר ובצדו השני נימי דם. דרך הקרומים של נאדיות הריאה, בהן תמיד מצוי אוויר, מתבצע תהליך של שיחלוף גזים: חמצן (O<sub>2</sub>) מפעפע מהאוויר שבנאדיות אל הדם ופחמן דו-חמצני (CO<sub>2</sub>) מפעפע מנימי הדם אל האוויר החוצה.
- **סרעפת** – שריר דק ושטוח המפריד בין בית החזה לחלל הבטן הממלא תפקיד מרכזי בתהליך הנשימה (שאיפה/נשיפה).
- **שאיפה** - הכנסה של אוויר אל הריאות כתוצאה מהגדלה של נפח בית החזה.
- **נשיפה** - הוצאה של אוויר מהריאות כתוצאה מצמצום נפח בית החזה.

### מושגים הקשורים למושג נפח

- **נפח** – המקום שהחומר תופס במרחב. נמדד בד"כ בליטרים או בסמ"ק (סנטימטר מעוקב).
- **נפח אוויר** – המקום שהאוויר תופס במרחב. נמדד בד"כ בליטרים או בסמ"ק (סנטימטר מעוקב).
- **נפח ריאות מרבי** – "קיבולת הריאות הכוללת" (TLC, total lung capacity), ואותו ניתן להשיג בשאיפה מאומצת מרבית. נפח ריאות מרבי באדם בוגר בריא מגיע ל 5–6 ליטרים. אצל ילדים נפח הריאות המרבי מגיע ל 3-2 ליטר כתלות בגיל. אצל תינוקות מגיע ל 1000-600 מיליליטר.
- **נפח אוויר שארי** (RV, residual volume) הוא נפח האוויר שנשאר בריאות גם לאחר נשיפה מאומצת ותחושת ריקון מוחלט של הריאות. נפח זה מונע את ההצמדות של דרכי הנשימה הקטנים ושל הנאדיות האחת לשנייה.
- **נפח נשיפה מרבי** (נפח אוויר חיוני VC, vital capacity) – נפח האוויר שניתן להוציא מהריאות לאחר שאיפה מאומצת (עמוקה). נפח זה הוא למעשה ההפרש בין נפח הריאות המרבי ונפח האוויר השארי והוא הנפח המרבי המנוצל על ידי הריאות לנשימה. נפח הנשיפה המרבי של מבוגרים מגיע ל- 4.5-3.5 ליטרים. נפח הנשיפה המרבי של ילדים בני 11 נע בין 1.75 ליטרים ל 2.25 ליטרים.

### מושגים הקשורים להנדסה

- **טכנולוגיה** – כל חפץ, מערכת או תהליך, שבני אדם יצרו על מנת לענות על צורך קיים או עתידי.
- **הנדסה (מהנדסות)** – שימוש ביצירתיות, ידע והבנה בתחומי מדע, חומרים, מכונות וטכנולוגיות, על מנת לפתח כל דבר, שיכול לפתור בעיה או לענות על צורך הנדסי.
- **הנדסה ביו-רפואית** - הנדסה רב-תחומית, בה עוסקים ביישום הידע והכלים ממגוון תחומי הנדסה ומדע, לפיתוח שיטות ומכשירים לאבחון, לטיפול ולשיקום רפואי.
- **אמצעי (מכשיר) טכנולוגי ביו-רפואי** – אביזר שתוכנן ונבנה תוך שילוב ידע במגוון תחומי מדע והנדסה כמו מכניקה, אלקטרוניקה, מדעי המחשב, ביולוגיה ורפואה. הוא משמש לאבחון, טיפול, שיקום ומעקב רפואי.
- **תהליך התיכון הנדסי** – תהליך הנדסי מקובל, הכולל חמישה שלבים לתכנון ובניית מוצר, שנועד לפתור בעיה או לענות על צורך. חמשת השלבים הם: שאלת שאלות ואיסוף מידע, העלאת רעיונות





לפתרון ובחירת פתרון מועדף, פיתוח ותכנון הפתרון הנבחר, בנייה של אב טיפוס, בחינה, הערכה ושיפור.

### מושגים הקשורים למדידה

- **מכשיר מדידה** – מכשירים המודדים כל מיני דברים: בסרגל מודדים אורך, במד-חום מודדים את הטמפרטורה ובמאזניים מודדים משקל. המשותף לכל המדידות הללו הוא שהתוצאה המתקבלת היא מספר. 10 סנטימטר, 35 מעלות או 100 גרם.
- **כיול** - תהליך בו מבצעים התאמה בין הערך אותו מודדים על ידי החיישן או מכשיר המדידה לגודל הפיזיקלי אותו רוצים להעריך. למשל במאזני קפיץ המשנים את אורכם בהתאם למסה התלויה עליהם הכיול הוא ההתאמה בין מידת ההתארכות למשקל (קילוגרם אחד גורם להתארכות של 5 ס"מ, שני קילוגרמים ל 10 ס"מ וכולי). הביטוי של הכיול הוא השנתות על מכשיר המדידה.
- **הדירות** – ה"חזרתיות" של התוצאה המתקבלת במכשיר המדידה כלומר, בכל פעם שמודדים את אותו הדבר, צריכה להתקבל אותה התוצאה. זהו אחד המדדים החשובים להערכת מכשיר מדידה.
- **דיוק** - מידת הטעות (חוסר ההתאמה) המקסימלית העלולה להיות בין הגודל נמדד לחושב לבין הגודל האמיתי. למשל, בסרגל המחולק לשנתות של מילימטר הדיוק הוא לא יותר מחצי מילימטר, במד-טמפ' דיגיטלית שהספרה האחרונה היא של מעלות בודדות - הדיוק הוא לכל היותר חצי מעלה.
- **ספירומטר** - מכשיר ביו-רפואי שמסייע לאבחון בעיות ומחלות במערכת הנשימה.

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 [www.engineer-project.eu](http://www.engineer-project.eu) till 2015 and on [www.scientix.eu](http://www.scientix.eu)

